

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR**

**REGENERAÇÃO NATURAL EM DIFERENTES  
FRAGMENTOS DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA  
NO ESTADO DO PARANÁ**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**CARLA FERNANDA MUSSIO**

**IRATI-PR**

**2019**

**CARLA FERNANDA MUSSIO**

**REGENERAÇÃO NATURAL EM DIFERENTES FRAGMENTOS DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA NO ESTADO DO PARANÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Prof<sup>ª</sup> Dra. Andrea Nogueira Dias  
Orientadora

Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho  
Coorientador

Prof. Dr. Pedro Higuchi  
Coorientador

IRATI-PR

2019

Catálogo na Fonte  
Biblioteca da UNICENTRO

MUSSIO, Carla Fernanda,  
M989r Regeneração natural em diferentes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no  
Estado do Paraná / Carla Fernanda Mussio. – Irati, PR : [s.n.], 2019.  
105f.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrea Nogueira Dias

Coorientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Higuchi

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Setor  
de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR.

1. Engenharia Florestal. 2. Araucária. 3. Espécie nativa. 4. FLONA. 5. Clareira.  
6. Similaridade florística. I. Dias, Andrea Nogueira. II. Figueiredo Filho, Afonso.  
III. Higuchi, Pedro. IV. UNICENTRO. V. Título

CDD 634.9

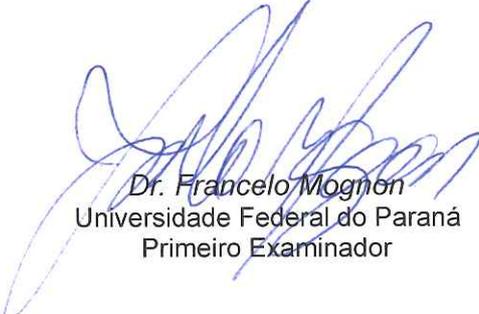
## TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa Nº 133

**Carla Fernanda Mussio**

### **“Regeneração natural em diferentes fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná”**

Dissertação aprovada em 12/06/2019, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



Dr. Francelo Mognon  
Universidade Federal do Paraná  
Primeiro Examinador



Dr. Aurélio Lourenço Rodrigues  
Companhia de Saneamento do Paraná  
Segundo Examinador



Dra. Andrea Nogueira Dias  
Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Orientadora e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR  
2019

Aos amores incondicionais, aos que estão  
perto e aos que não estão mais.

## AGRADECIMENTOS

A tarefa de agradecer nunca foi fácil quando existem várias pessoas envolvidas na realização de um projeto que além de profissional é pessoal. Difícil justamente pela possibilidade de cometer a injustiça em esquecer alguém. Mas apesar da dificuldade, o agradecimento se faz necessário e é uma forma de deixar claro que a conclusão desse trabalho não se deve apenas a uma pessoa, mas a todas que de alguma forma fizeram parte de tudo isso. Sendo assim, gostaria de agradecer:

- Deus, por todas as oportunidades e por sempre colocar pessoas incríveis no meu caminho;
- Minha mãe Maria e meu pai Carlos (*in memoriam*). A primeira por todo amor, por ser a pessoa mais doce, generosa e maravilhosa que conheci no mundo e por sempre acreditar e confiar em mim. Ao segundo, por todo amor, base e estrutura e, por plantar e cuidar de árvores sem se preocupar em cobrar por seus frutos;
- Meus irmãos Cláudia e Beto e meus amados sobrinhos Júnior, Bruno, Sofia e Cadu, por serem parte de mim;
- Meu companheiro de vida Emílio, por torná-la muito mais leve, agradável e divertida; por todo o amor, carinho e companheirismo; por ser meu melhor amigo; por todo apoio e incentivo; pelos cafés da manhã; por nossas aventuras e devaneios; por me respeitar e me deixar livre para ser quem eu sou. Você que praticamente esteve presente em todas as idas a campo e teve a difícil e cansativa tarefa da identificação botânica, você é um dos principais responsáveis por essa conquista;
- Meus sogros e cunhados, pela nossa união e respeito um ao outro;
- Minha cunhada Thais, por fazer eu acreditar em mim mesma, me ensinar sobre amor próprio e por ser a melhor “goleira contra meus chutes ao gol”;
- Minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Andrea, pela amizade, companheirismo e toda confiança depositada em mim, por todo conhecimento repassado, conselhos e alento nos momentos difíceis;
- Prof. Afonso, por ser um exemplo de pessoa e profissional, pelas oportunidades, por todos os conhecimentos repassados e disponibilidade de auxílio em meio ao seu dia movimentado e, por me inspirar na nada fácil, porém gratificante, tarefa de estudar e tentar compreender um pouco a complexidade dos fatores que regem uma floresta nativa;
- Prof<sup>o</sup> Pedro, que mesmo distante auxiliou em minhas dúvidas;

- Prof<sup>a</sup> Fabiane, Prof. Henrique, Prof<sup>a</sup> Ana Paula e ao pesquisador Alexandre por todos os ensinamentos repassados e ajuda para conclusão desse trabalho;
- Prof. Ronald e ao amigo Cilmar, pelo auxílio na identificação botânica;
- Prof<sup>a</sup> Gabriela e Cristina Mazza, por me oferecerem a oportunidade de trabalhar com extensão rural, fato que mudou minha percepção de praticamente tudo, que abriu várias portas em minha vida e que fez total diferença na profissional e pessoa que me tornei, além disse, obrigada pela inestimável amizade e carinho que perdura até hoje;
- Adriane, cumprindo suas tarefas com maestria e sempre disposta a ajudar, muitas vezes além do necessário;
- Todos os colegas do Projeto Imbituvão, pelos dias intensos de trabalho sem deixar a animação de lado, pela cumplicidade em que temos por só nós entendermos o que é, na prática, o manejo de floresta nativa. Um agradecimento especial ao gerente técnico do projeto e grande amigo Carlos, por não medir esforços para ajudar no que fosse preciso durante a coleta de dados e pelas ideias trocadas;
- Todas as pessoas que me ajudaram na coleta de dados, Márcio, Jocasta, Alessandro, Pedro, Keila, Érika, e aos que ouviram com muita atenção e paciência as dificuldades encontradas no caminho;
- Aos amigos da vida: Fernanda, Thais, Carol, Sabrina, Adriano, Mazinho, Bete, Israel, Burda; aos amigos que a Universidade me trouxe: Milayne, Jéssica, Mariangela, Fernanda, Mariana, Pablo, Paulo (Beibe), Pati, Carlos, Gabriela, Tiago, Alexandre, Reinaldo, Jocasta, Amanda, Flô, Florentin, Rebeca, Shi, Shiva, Choki; aos amigos que o mestrado me trouxe: Armando, Willian, Pedro Paulo e Fábio.

Muito obrigada!

*“A natureza em seus caprichos e mistérios, condensa em pequenas coisas o poder de dirigir as grandes; nas sutis a potência de dominar as mais grosseiras; nas coisas simples, a capacidade de reger as complexas.”*

Ana Maria Primavesi

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmentos florestais conservados e em propriedades rurais na Floresta Ombrófila Mista. O estudo foi realizado em duas áreas distintas, ambas no município de Fernandes Pinheiro, Paraná, sendo uma delas a Floresta Nacional de Irati (FLONA), caracterizada como um fragmento conservado e a outra são fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais, sendo que em um fragmento pertencente a uma propriedade, há áreas de clareira oriundas de pesquisa científica em manejo florestal seletivo sustentável. A regeneração natural foi avaliada por meio de classes de tamanho em que indivíduos com altura a partir de 0,3 m a 1,0 m foram classificados na Classe I, altura de 1,01 m a 3,0 m pertencentes à Classe II e indivíduos com altura a partir de 3,01 m até 9,9 cm de diâmetro à altura do peito, pertencentes à Classe III, onde foram mensuradas as alturas de todos os indivíduos, o diâmetro de coleto dos indivíduos da Classe II e CAP dos indivíduos da Classe III. O levantamento da regeneração natural foi realizado por meio da instalação de transectos permanentes de 10 m de comprimento e de acordo com a classe de tamanho, os indivíduos foram amostrados em parcelas de tamanho diferenciado; para Classe I, II e III foram estabelecidos um metro, três e sete metros para cada lado do transecto, totalizando 20, 60 e 140 m<sup>2</sup>, respectivamente. Para FLONA de Irati, para os fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais e áreas de clareira foram instaladas 13, 23 e sete unidades de amostra, respectivamente. Na análise conjunta dos dados, foram encontradas 118 espécies pertencentes a 42 famílias botânicas, em que a família mais representativa em número de indivíduos e riqueza de espécies foi Myrtaceae; com relação aos grupos ecológicos, 45,7% dos indivíduos pertencem ao grupo das secundárias iniciais. Na amostragem realizada na FLONA de Irati foram encontradas 65 espécies em que a família Rubiaceae foi a que apresentou maior abundância de indivíduos e Myrtaceae a maior riqueza de espécies, possuindo *Coussarea/Rudgea* com o maior potencial de regeneração natural e a Classe I com maior densidade de indivíduos (6.923 ind.ha<sup>-1</sup>); com relação aos indivíduos do estrato arbóreo, *Araucaria angustifolia* foi a espécie com maior IVI. Nos fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais foram encontradas 99 espécies em que a família com maior abundância de indivíduos e riqueza de espécies foi Myrtaceae, possuindo *Curitiba prismatica* como a espécie com maior potencial de regeneração natural e a Classe I com a maior densidade de indivíduos (8.652 ind.ha<sup>-1</sup>); com relação ao estrato arbóreo, *Araucaria angustifolia* também foi a espécie com maior IVI. Nas áreas de Clareira foram encontradas 54 espécies onde a família Myrtaceae apresentou maior abundância de indivíduos e riqueza de espécies. O índice de similaridade de Jaccard indicou, de forma geral, que não existe similaridade florística entre o estrato regenerante e arbóreo na FLONA de Irati e nos fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais. Em ambas as áreas a distribuição diamétrica assumiu a forma de exponencial negativa ou J-invertido. A análise de agrupamento utilizando como variável a densidade relativa das espécies encontradas na FLONA de Irati e nos fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais, formou três grupos, em que o Grupo 1 foi constituído por 8 parcelas representando 22,3% do agrupamento, o Grupo 2 por 21 parcelas representando 58,3%, o Grupo 3 por 7 parcelas representando 19,4%; a análise discriminante indicou que houve 94,4% de classificação correta das parcelas dentro dos grupos, possuindo duas parcelas mal classificadas, em que a análise de agrupamento classificou como pertencentes ao Grupo 3 e a análise discriminante indicou que essas pertencem ao Grupo 2. Com as parcelas reclassificadas dentro dos grupos, uma nova análise discriminante foi realizada obtendo 100% de classificações corretas, tendo o Grupo 1 *Coussarea/Rudgea* como principal espécie discriminante, o Grupo 3, *Curitiba prismatica* e o Grupo 2 não apresentou nenhuma espécie para discriminá-lo.

Palavras-chave: Floresta com Araucária, propriedades rurais, clareira, análise multivariada, similaridade florística.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the natural regeneration of tree species in conserved forest fragments and in properties in the Mixed Ombrophilous Forest. The study was carried out in two distinct areas, both in the municipality of Fernandes Pinheiro, Parana state, one of them being Irati National Forest (FLONA), characterized as a preserved fragment and the other, forest fragments of small rural properties, being that in one of the fragments belonging to a property, there are areas of gaps from scientific research on sustainable selective management. Natural regeneration was evaluated by means of size classes in which plants with height from 0.3 m to 1.0 m were classified in Class I, height of 1.01 m to 3.0 m belonging to Class II and plants with height from 3.01 m up to 9.9 cm in diameter at breast height, belonging to Class III. The natural regeneration survey was carried out by means of the installation of permanent transects of 10 m in length and according to the size class, the individuals were sampled in plots of different size; for Class I, II and III, one meter, three and seven meters were established for each side of the transect, totaling 20, 60 and 140 m<sup>2</sup>, respectively. For FLONA de Irati, for forest fragments of small rural properties and gaps areas, 13, 23 and seven sample units were installed, respectively. In the joint analysis of the data, were found 118 species belonging to 42 botanical families, in which the most representative family in number of individuals and richness of species was Myrtaceae; with respect to ecological groups, 45.7% of the individuals belong to the initial secondary group. In the sampling carried out in the FLONA of Irati, 65 species were found in which the Rubiaceae family was the one with the highest abundance of individuals and Myrtaceae the greatest species richness, with *Coussarea/Rudgea* with the highest natural regeneration potential and the Class I with the highest density of individuals (6923 ind.ha<sup>-1</sup>); in relation to the individuals of the tree communities, *Araucaria angustifolia* was the species with the highest IVI. In forest fragments of small rural properties, 99 species were found in which the family with the highest abundance of individuals and species richness was Myrtaceae, with *Curitiba prismatica* as the species with the highest potential for natural regeneration and Class I with the highest density of individuals (8652 ind.ha<sup>-1</sup>); in relation to the arboreal stratum, *Araucaria angustifolia* was also the species with the highest IVI. In the areas of gaps, 54 species were found where the Myrtaceae family presented greater abundance of individuals and species richness. The Jaccard similarity index indicated, in general, that there is no floristic similarity between the regenerative and arboreal regenerator in FLONA of Irati and in the forest fragments of small rural properties. In both areas the diametric distribution assumed the form of negative exponential or J-inverted. The cluster analysis using as a variable the relative density of the species found in FLONA of Irati and in the forest fragments of small rural properties, formed three groups, in which Group 1 consisted of 8 plots representing 22.3% of the grouping, Group 2 for 21 plots representing 58.3%, Group 3 for 7 plots representing 19.4%; the discriminant analysis showed that there were 94.4% of correct classification of the plots within the groups, having two poorly classified plots, in which the cluster analysis classified as belonging to Group 3 and the discriminant analysis indicated that these belong to Group 2. With the plots reclassified within the groups, a new discriminant analysis was performed obtaining 100% of correct classifications, with Group 1 *Coussarea/Rudgea* as the main discriminant species, Group 3, *Curitiba prismatica* and Group 2 did not obtain any species to discriminant it.

Keywords: Araucaria Forest, rural properties, gap, multivariate analysis, floristic similarity.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Parcelas permanentes na FLONA de Irati, PR .....	12
FIGURA 2: Desenho esquemático de cada bloco de um hectare.....	13
FIGURA 3: Clareiras oriundas de pesquisa científica em manejo florestal seletivo sustentável em fragmento florestal da Propriedade 6. ....	16
FIGURA 4: Unidade amostral utilizada para avaliação da regeneração natural em diferentes classes de tamanho. ....	18
FIGURA 5: Unidade amostral para avaliação da regeneração natural nos blocos ímpares da FLONA de Irati. ....	18
FIGURA 6: Unidade amostral para avaliação da regeneração natural na parcela permanente instalada nos fragmentos florestais. ....	19
FIGURA 7: Unidade amostral para avaliação da regeneração natural na área de clareira. ....	20
FIGURA 8: Curva média de acumulação de espécies (S-observado) e estimadores de riqueza para a amostragem da regeneração natural para as classes de tamanho avaliadas na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, estado do Paraná.....	27
FIGURA 9: Curva média de acumulação de espécies (S-observado) e estimadores de riqueza para a amostragem da regeneração natural na Área 2 (PPR), Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. 29	
FIGURA 10: Curva média de acumulação de espécies (S-obs) e estimadores de riqueza para a amostragem da regeneração natural da Área 2 (Clareira), Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. ....	30
FIGURA 11: Curva de rarefação para as três áreas avaliadas.....	42
FIGURA 12: Matriz de dados com resultados de $t$ calculado e nível de significância do Teste $t$ de Hutchenson, para o Índice de Diversidade de Shannon entre as áreas avaliadas e classes de tamanho. ....	48
FIGURA 13: Dendrograma obtido pelo Método de Ligação Ward e Distância Euclidiana Quadrática como medida de similaridade, Área 1 (FLONA).....	59
FIGURA 14: Dendrograma obtido pelo Método de Ligação Ward e Distância Euclidiana Quadrada como medida de similaridade, Área 2 (PPR).....	70
FIGURA 15: Distribuição diamétrica das Áreas 1 (FLONA) e Área 2 (Clareira e PPR) em fragmentos de FOM, Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. ....	71
FIGURA 16 - Dendrograma obtido pelo Método de Ligação Ward e Distância Euclidiana Quadrada como medida de similaridade, Área 1 (FLONA) e Área 2 (PPR). ....	72
FIGURA 17: Mapa territorial dos grupos com seus respectivos centróides. ....	75
FIGURA 18: Mapa territorial dos grupos com seus respectivos centroides. ....	76

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Caracterização florestal das propriedades rurais .....	14
TABELA 2 – Total da área amostrada (m <sup>2</sup> ) para cada classe de tamanho em cada situação avaliada .....	20
TABELA 3 – Riqueza encontrada e estimativa de riqueza para três áreas com fragmentos florestais de FOM em Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. ....	31
TABELA 4 – Florística das classes de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas amostradas na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, PR.....	32
TABELA 5 – Florística das classes de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas amostradas em nove fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais, Fernandes Pinheiro, PR.....	33
TABELA 6 – Espécies da regeneração natural amostradas em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no município de Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. ....	34
TABELA 7 – Florística das classes de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas amostradas em sete áreas de clareira oriundas de manejo florestal seletivo sustentável em pequena propriedade rural na Área 2, Fernandes Pinheiro, PR. ....	40
TABELA 8 – Resultados encontrados para densidade de indivíduos e riqueza de espécies por classe de tamanho para FLONA e PPR.....	41
TABELA 9 – Grupos ecológicos encontrados para cada área avaliada. ....	42
TABELA 10 – Famílias mais abundantes e que possuem maior riqueza de espécies nas áreas estudadas. ....	44
TABELA 11 – Número de indivíduos e riqueza de espécies por classe de tamanho para as áreas avaliadas.....	44
TABELA 12 – Índice de Diversidade de Shannon (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (J') por área e classe de tamanho da regeneração natural em fragmentos de FOM em Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. ....	46
TABELA 13 – Espécies com maior valor de Regeneração Natural Total (RNT), com respectivos valores de Densidade Relativa (DR) e Frequência Relativa (FR) por classe de tamanho (CL I, CL II, CL III), em um remanescente de FOM na Área 1 (FLONA), estado do Paraná. ....	50
TABELA 14 – Número de indivíduos amostrados (n) e riqueza de espécies (S) para as 13 parcelas avaliadas na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, estado do Paraná.....	52
TABELA 15 – Estrutura horizontal das espécies estabelecidas com maior Valor de Importância (VI) em um fragmento conservado de FOM na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, estado do Paraná. ....	53
TABELA 16 – Espécies com maior Valor de Regeneração Natural Total (RNT), com respectivos valores de Densidade Relativa (DR) e Frequência Relativa (FR) por classe de tamanho (CI, CII, CIII), na Área 2 (PPR), Fernandes Pinheiro, estado do Paraná.....	61
TABELA 17 – Número de indivíduos amostrados (n) e riqueza de espécies (S) para a Área 2 (PPR) em nove pequenas propriedades rurais no município de Fernandes Pinheiro, estado do PR. ....	62
TABELA 18 – Estrutura horizontal do estrato arbóreo com maior Valor de Importância (VI) na Área 2 (PPR) em pequenas propriedades rurais no município de Fernandes Pinheiro, estado do Paraná.....	65

TABELA 19 – Parcelas agrupadas pela Análise de agrupamento. ....	73
TABELA 20 - Matrizes de classificação para Análise Discriminante de três grupos.....	74
TABELA 21 - Matrizes de classificação para Análise Discriminante de três grupos.....	75
TABELA 22 - Estatística do teste de seleção de variáveis discriminantes, em ordem de entrada após 10 <i>steps</i> . ....	77
TABELA 23 - Coeficientes da Função Discriminante Linear de Fisher obtidos para as variáveis selecionadas por grupo.....	77
TABELA 24 - Centroides das Funções Discriminantes Canônicas avaliados para os três grupos florísticos encontrados.....	78

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. HIPÓTESES</b> .....	3
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	4
3.1 OBJETIVO GERAL .....	4
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
4.1 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	5
4.2 FRAGMENTAÇÃO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA.....	6
4.3 FRAGMENTOS FLORESTAIS EM PROPRIEDADES RURAIS .....	7
4.4 REGENERAÇÃO NATURAL .....	8
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	11
5.1 ÁREAS DE ESTUDO.....	11
5.1.1 Área 1: Fragmento conservado de FOM na Floresta Nacional de Irati.....	12
5.1.2 Área 2: Fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais .....	13
5.2 AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS .....	16
5.2.1 Classes de avaliação e mensuração de variáveis .....	16
5.2.2. Unidade amostral.....	17
5.2.3 Instalação das unidades amostrais .....	18
5.2.3.1 Área 1 – Fragmento conservado de FOM na Floresta Nacional de Irati .....	18
5.2.3.2 Área 2 – Fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais .....	19
5.3 ANÁLISE DE DADOS.....	20
5.3.1 Suficiência amostral .....	20
5.3.2 Florística.....	21
5.3.3 Diversidade florística .....	21
5.3.4 Fitossociologia e formação de grupos por meio de Análise de Agrupamento .....	23
5.3.5 Estrutura diamétrica .....	26
5.3.6 Estatística Multivariada – Análise de agrupamento e Análise discriminante .....	26
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
6.1 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL .....	27
6.1.1 Área 1 (FLONA) .....	27
6.1.2 Área 2 (PPR) .....	28
6.1.3 Área 2 (Clareira).....	29
6.2 FLORÍSTICA.....	31
6.2.2 Área 2 (PPR) .....	33
6.2.3 Área 2 (Clareira).....	40

6.3 DIVERSIDADE .....	46
6.4 ESTRUTURA HORIZONTAL DA REGENERAÇÃO NATURAL E DOS INDIVÍDUOS ESTABELECIDOS .....	49
6.4.1 Área 1 (FLONA) .....	49
6.4.1.1 Regeneração natural - FLONA.....	49
6.4.1.2 Estrato arbóreo - FLONA.....	52
6.4.2 Área 2 (PPR) .....	60
6.4.2.1 Regeneração natural - PPR.....	60
6.4.2.2 Estrato arbóreo - PPR.....	63
6.5 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA.....	70
6.6 ESTATÍSTICA MULTIVARIADA .....	72
6.6.1 Análise de agrupamento .....	72
6.6.2 Análise discriminante .....	74
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>80</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>82</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o país detentor da maior biodiversidade do mundo, possuindo fauna e flora exuberantes (DURIGAN, 1999). É formado, em sua vasta extensão, por seis Biomas terrestres: Pantanal, Cerrado, Amazônia, Caatinga, Pampa e Mata Atlântica. Este último, originalmente, encontrava-se distribuído ao longo do litoral brasileiro adentrado vários estados. Hoje restam apenas fragmentos desse bioma que foi amplamente devastado pelos desbravadores na colonização do Brasil.

Uma das tipologias da Mata Atlântica é a Floresta Ombrófila Mista, caracterizada por ter como principal espécie uma das únicas coníferas nativa do Brasil: *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. Uma espécie arbórea que é facilmente distinguida das demais por possuir uma estrutura peculiar e grande porte, habitando o estrato superior da floresta de forma imponente.

Devido ao extrativismo predatório que decorreu do processo de colonização na região Sul do país e da abertura de áreas para agropecuária, entre outros, essa tipologia florestal foi drasticamente reduzida, caracterizando uma paisagem fragmentada que, para frear o desmatamento, precisou da criação de uma legislação restritiva com o objetivo de proteger a floresta sendo muito importante para conter o desmatamento na época. Porém, depois de mais de 17 anos cabe uma pergunta: a legislação continua cumprindo com o proposto?

Atualmente, parte dos fragmentos e remanescentes da Floresta Ombrófila Mista (FOM) que restam se encontram em pequenas propriedades rurais na região Centro-Sul do Paraná, fato esse que os tornam importantes áreas de estudo pois diferentemente de Unidades de Conservação, esses fragmentos possuem, além de fatores ambientais agindo no sistema, mais um elemento envolvido, o proprietário rural, que possui diferentes relações e formas de ver a floresta que possui.

A conservação da Floresta com Araucária é uma das formas de evitar sua completa degradação. O manejo sustentável de produtos madeireiros e não madeireiros é uma forma de valorizar a floresta e frear sua devastação, pois constituem uma importante fonte de matéria-prima possuindo valor econômico, auxiliando na geração de renda, principalmente de pequenos agricultores, além de conservar o meio ambiente, conciliando, dessa forma, exigências econômicas, sociais e ambientais.

Assim, para compreender as várias facetas dessa problemática, pesquisas devem ser desenvolvidas abordando diferentes campos de conhecimento para entender como a

legislação atua e interfere nas questões ambientais e na vida de proprietários de terra nos dias de hoje, pois após quase 20 anos da criação da lei, a floresta ainda é destruída de forma vagarosa e contínua.

Entretanto, para que seja possível a conservação florestal, faz-se necessária uma maior compreensão da estrutura, diversidade, distribuição da floresta e de suas espécies e entender como ocorre a regeneração natural de indivíduos arbóreos sob diferentes aspectos. E para que isso ocorra, estudos devem ser realizados visando conhecer atributos da floresta, sendo de extrema importância os aspectos ecológicos e estruturais, entre eles, os que dizem respeito a regeneração natural.

Assim, esse estudo buscou caracterizar e avaliar o estrato regenerante de diferentes áreas com diferentes históricos de uso da floresta possibilitando uma visão de como este importante estrato se encontra, além de considerar as condições em que se estabelece.

## **2 HIPÓTESES**

A regeneração natural em fragmentos conservados de Floresta Ombrófila Mista apresenta maior diversidade de espécie arbóreas do que em fragmentos que sofreram algum tipo de antropização.

O estrato regenerante é similar em termos de composição florística ao estrato arbóreo do local avaliado.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Diagnosticar o potencial da regeneração natural de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Mista em fragmentos florestais conservados e em fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais na região Centro-Sul do Paraná.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento florístico e análise de diversidade da regeneração natural em um fragmento florestal conservado, em fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais e em áreas de clareiras oriundas de pesquisa experimental em manejo florestal seletivo sustentável;
- Analisar a estrutura horizontal da regeneração natural do fragmento florestal conservado e dos fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais;
- Comparar a estrutura horizontal da regeneração natural com a estrutura horizontal do estrato arbóreo para o fragmento conservado e para os fragmentos de pequenas propriedades rurais;
- Verificar a ocorrência de similaridade florística entre a regeneração natural e o estrato arbóreo para as amostras do fragmento conservado e dos fragmentos das pequenas propriedades rurais;
- Verificar a ocorrência de agrupamento florístico entre as amostras da regeneração natural do fragmento florestal conservado e dos fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais, além de definir as espécies discriminantes dos agrupamentos formados e estimar a probabilidade de classificações corretas.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é uma tipologia florestal de grande importância ecológico-econômica por sua característica única de abrigar a conífera mais expressiva da vegetação brasileira – *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. (NARVAES et al., 2005). Também conhecida como “mata-de-araucária” ou pinheiral, é um tipo de vegetação do Planalto Meridional (IBGE, 2012).

De acordo com o IBGE (2012), devido as variações altitudinais e proximidade com cursos d’água, são identificadas quatro formações distintas da FOM: aluvial, associada à rede hidrográfica; submontana, constituindo disjunções em altitudes inferiores a 400 m; montana, situada entre 400 a 1.000 m de altitude e; alto-montana, compreendendo altitudes superiores a 1.000 m. Considerando a FOM uma formação exclusiva de regiões de planalto, Rambo (1965) declarou que essa formação florestal não ocorre em altitudes inferiores a 500 m, exceto em manchas ocasionais.

Segundo Carvalho (1994), a floresta com araucária ocorre da latitude 19°15’S (Conselheiro Pena – MG, no alto do Rio Doce) a 31°30’S (Canguçu – RS). Com referência à longitude, estende-se desde 41°30’W até 54°30’L; ocorre principalmente no Brasil e em pequenas manchas na Argentina, na província de Misiones e no Paraguai, no Departamento de Alto Paraná. No Brasil a área original era de cerca de 200.000 km<sup>2</sup>, de formato irregular, ocorrendo principalmente nos Estados do Paraná, com cerca de 40% de sua superfície; Santa Catarina, com cerca de 31%; e Rio Grande do Sul com cerca de 25% de sua superfície, além de disjunções nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais em altitudes elevadas.

A diversidade dessa tipologia florestal é consequência das diferentes associações entre as espécies, sendo essas associações ocasionadas pelas variações ambientais intrínsecas que ocorrem em diferentes intensidades, de acordo com as características estruturais e seu estágio de regeneração natural (NARVAES, 2005), apresentando estrutura extremamente variável, ora apresentando agrupamentos densos com abundância de Lauráceas, ora apresentando agrupamentos pouco desenvolvidos com predomínio de espécies dos gêneros *Podocarpus* e *Drimys* e da família Aquifoliaceae (LEITE e KLEIN, 1990). Silva et al. (2012) ao estudarem um fragmento de floresta secundária que sofreu

corte seletivo no Planalto Sul-Catarinense, encontraram elevada diversidade de espécies em vista a grande heterogeneidade ambiental observada na área de estudo, com dominância de espécies da família Myrtaceae.

#### 4.2 FRAGMENTAÇÃO DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A riqueza não se limita apenas ao número de espécies, mas também ao potencial econômico de espécies madeireiras e não madeireiras, o que resultou no primeiro ciclo econômico da região Sul, baseado no extrativismo da FOM, sendo a madeira o produto de maior valor e procura, onde as principais espécies e melhores exemplares foram explorados exaustivamente. O corte indiscriminado da FOM perdurou até pouco tempo atrás, onde a abertura de áreas para agricultura e pastagens, inundações com barragens, atividades de reflorestamento e expansão urbana também contribuíram de forma representativa para a diminuição dos remanescentes (DURIGAN, 1999).

Esses fatos fizeram com que a araucária e outras espécies constem na “Red List” da União Internacional para a Conservação da Natureza na categoria “criticamente ameaçada” (IUNC, 2017) e na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção do Ministério do Meio Ambiente, na categoria “em perigo”, mediante a portaria nº 443 (MMA, 2014).

Para frear o exploração descontrolada e com o intuito de proteger os últimos refúgios que restaram, foi aprovada a Resolução do CONAMA nº 278 em 2001, que suspende o corte e a exploração de espécies ameaçadas de extinção que constam na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção em populações naturais no Bioma Mata Atlântica, até que sejam estabelecidos critérios técnicos, cientificamente embasados, que garantam a sustentabilidade da exploração e a conservação genética das populações exploráveis (MMA, 2001).

Accioly (2013), em estudo realizado por meio de sensoriamento remoto, constatou que 18,5% da área total do estado do Paraná é composta, atualmente, por florestas nativas sendo que, desta área, 50,4% é de FOM em diferentes estágios de sucessão, caracterizando uma paisagem fragmentada. Além da perda de habitat, a paisagem fragmentada, resultado da intensa exploração, ocasiona o isolamento de populações, causando a erosão genética, extinção de espécies, perda da biodiversidade e distúrbios abióticos como erosão dos solos, mudanças climáticas regionais, alteração no regime dos rios e perda de importantes mananciais de água (BRITTEZ, 2007).

### 4.3 FRAGMENTOS FLORESTAIS EM PROPRIEDADES RURAIS

Parte dos fragmentos florestais na região Centro-Sul do Paraná encontra-se sob forma de áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal em propriedades rurais. Após a resolução do CONAMA n° 278 de 2001, que teve como principal objetivo a proteção dos fragmentos florestais que ainda restavam, proibindo a utilização madeireira de espécies como a araucária, os proprietários rurais, de forma geral, passaram a considerar a floresta como um empecilho ao seu desenvolvimento econômico. Essa condição, segundo Canalez et al. (2006), tornou ainda mais difícil a tarefa de conservar as florestas com araucária justamente pelo fato de os proprietários se sentirem desestimulados pela obrigação legal de preservar suas florestas excedentes às APPs. Segundo esses autores, esse cenário tem conduzido à ilegalidade e à clandestinidade no corte da floresta, diminuindo cada vez mais os fragmentos existentes.

Meneguetti et al. (2014) em estudo realizado com proprietários rurais relataram que a expansão da floresta sobre as áreas previamente desmatadas é vista como um problema para os entrevistados, uma vez que ocorre em áreas que são utilizadas de forma produtiva, gerando um cenário de conflito. Nuto (2001) já questionava se essa forma de proteção conduziria ao resultado desejado citando Nauber (1995), que relatou que quando existe a necessidade do uso de um recurso natural como matéria-prima, uma restrição em sua utilização raramente é aceita pela população, onde a proteção, via proibição do uso, significa uma desvalorização do bem que, em muitos casos, tem como consequência a perda de interesse na conservação da matéria-prima.

Por não possuir valor, a floresta, de forma paulatina, é convertida em “áreas produtivas” e, como consequência da desvalorização, esses remanescentes encontram-se, de forma geral, degradados e empobrecidos quanto à diversidade original típica que caracterizava a floresta, com tendências ao seu desaparecimento.

Assim, torna-se um desafio responder aos detentores de tais áreas qual o tratamento a dar para suas florestas e alguma opção à proibição total precisa ser oferecida pelos gestores dos órgãos oficiais competentes (CANALEZ et al., 2006) antes que esses fragmentos desapareçam completamente. O que se tem feito sobre esse aspecto é mal interpretado e mal compreendido pela população, principalmente por pessoas que detêm o poder de decisão, porém que nada sabem ou buscam saber sobre o assunto.

Em vista do exposto, estudos que objetivem a valorização da floresta devem ser prioritários; uma das estratégias de conservação é o uso sustentável dos recursos florestais

madeireiros e não madeireiros possibilitando conciliar a área social, econômica e ambiental caracterizando o desenvolvimento sustentável. Sanquetta e Matei (2003) afirmaram que o manejo racional das florestas excedentes às APPs é uma opção viável, desde que se tenha o devido cuidado com a sustentabilidade dos remanescentes, fazendo necessário conhecer e respeitar a capacidade regenerativa e produtiva da floresta, diretamente relacionadas com o ingresso de novos indivíduos e espécies.

A Resolução do CONAMA nº 278 de 2001, quando lançada, foi de extrema importância para frear o extrativismo descontrolado, porém, faz-se necessário investigar se após 18 anos ela continua cumprindo seu principal objetivo, que é o de proteger os remanescentes que restaram, indo de encontro e colocando à prova a afirmação que Schaaf et al. (2006) fizeram relatando que “recuperar, conservar e utilizar racionalmente os benefícios advindos da FOM constituem um grande desafio o qual não se consegue apenas por meio da legislação”.

#### 4.4 REGENERAÇÃO NATURAL

De uma forma pontual, simples e prática, Schneider e Finger (2000) definiram regeneração natural como todos os indivíduos com diâmetro inferior ao estabelecido no inventário do estrato arbóreo. Segundo Finol (1971), a regeneração natural refere-se a todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre 0,1 m de altura até um limite de diâmetro pré-estabelecido. Para Poggiani (1989), a regeneração natural refere-se ao processo evolutivo da vegetação até a formação de uma floresta semelhante a primitiva.

São várias as definições encontradas na literatura para regeneração natural, indo das mais simples às mais complexas, e com conceitos amplos de avaliação, de maneira que existem diversas metodologias utilizadas pela comunidade científica para sua caracterização (CHAMI, 2008) em que a regeneração natural é dividida em classes ou categorias de tamanho, ficando a critério do pesquisador definir os limites de inclusão. Silva et al. (2010) consideraram duas categorias de tamanho para a regeneração natural, a primeira definida como plântulas compreendendo todos os indivíduos com até 0,20 m de altura e a categoria juvenil, considerando todos os indivíduos a partir de 0,21 m até 2,0 m de altura; Santos et al. (2015) consideraram como regeneração natural todos os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP) menor ou igual a 15,0 cm e altura igual ou superior a 0,25 m.

Independentemente de definições e classificações, o estabelecimento de uma floresta depende dos mecanismos de regeneração natural que, segundo Garwood (1989), se dão por meio da chuva de sementes, banco de sementes, banco de plântulas e brotação proveniente de indivíduos danificados. Desde o momento em que a semente é dispersa até sua germinação e, após seu desenvolvimento até alcançar a idade adulta, uma série de situações podem ocorrer: no primeiro momento a semente pode ser atacada por fitopatógenos, ser predada ou não encontrar as condições ideais para sua germinação. No segundo momento, a disponibilidade hídrica, extremos de temperatura, intensidade luminosa, competição, herbivoria, pisoteamento, entre outros (INOUE, 1979; HUBBELL, 1979) são desafios que o novo indivíduo terá que enfrentar para chegar a fase adulta, sendo essas situações consideradas como filtros biológicos (SOUZA et al., 2018) que atuam de forma ativa na estruturação da futura floresta e dão ideia da natureza complexa do processo de estabelecimento inicial de espécies arbóreas em condições de sub-bosque (HIGUCHI et al., 2015).

O processo dinâmico da regeneração natural pode ser favorecido pela ocorrência de distúrbios no habitat decorrentes de queda de árvores senis, tempestades, queimadas, entre outros, em que a abertura de clareiras ocasionadas por esses distúrbios propicia condições adequadas à germinação de sementes e estabelecimento de plântulas, iniciando o processo natural de sucessão (WHITMORE, 1978). Durante a formação de clareiras, ocorrem mudanças no sub-bosque, principalmente em relação à luminosidade que, conseqüentemente, refletem no microclima do local (CHAZDON e FETCHER, 1984). Segundo Barton (1984), o tamanho da clareira pode influenciar no recrutamento de indivíduos, de forma que em pequenas clareiras, as condições de luminosidade podem favorecer o crescimento e a sobrevivência de espécies tolerantes ao sombreamento, mas podem ser ineficientes para germinação e sobrevivência de espécies intolerantes.

Assim, o conhecimento sobre o comportamento da regeneração natural é uma das formas de saber se a floresta em questão é sustentável sob o ponto de vista da sua capacidade de renovação em termos quantitativos e qualitativos. Hosokawa et al. (1998) relataram que por meio de estudos sobre a regeneração natural é possível elucidar quais espécies possuem potencial para compor a estrutura da floresta em termos dinâmicos. Para FOM, Caldato et al. (1996), em estudo sobre regeneração natural, relataram em seus resultados a ausência de regenerantes de *A. angustifolia*, podendo inferir que alguma instabilidade estava ocorrendo no sistema ocasionando mudanças na estrutura da floresta.

Do ponto de vista ecológico, o recrutamento, o desenvolvimento e a sobrevivência das plântulas são eventos reguladores do crescimento e/ou manutenção das populações arbustivo-arbóreas tropicais, afetando não só a abundância e distribuição de uma população, mas toda a estrutura, dinâmica e composição da comunidade vegetal como um todo (DENSLOW, 1991; HARPER, 1977; MELO et al., 2004).

Do ponto de vista prático, os resultados dos estudos sobre a regeneração natural auxiliam na elaboração de sistemas silviculturais (CARVALHO, 1997), contribuem para práticas de manutenção de espécies ameaçadas, além de fornecer informações para construção de pressupostos para recuperação de áreas degradadas (BEGON et al., 2007) e, é de extrema importância para o sucesso do manejo florestal (DANIEL, JANKAUSKIS, 1989).

Alguns autores relataram a escassez de estudos em florestas nativas sobre o crescimento das espécies:

[...] nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo (SCOLFORO, et al., 1996).

Após mais de 22 anos da afirmação, ainda são escassos os estudos sobre como a floresta se regenera e cresce em vista das mais diversificadas condições de local e especificidades ambientais em que essa se encontra, podendo ser destacados os estudos realizados na FOM nos estados do Sul do Brasil com relação a florística e a dinâmica (NARVAES et al., 2005, 2008; SILVA et al.; 2010; TÉO et al., 2014; HIGUCHI et al., 2015; SANTOS et al., 2015; SANTOS et al.; 2018; SOUZA et al., 2018).

Assim, pesquisas sobre regeneração natural são de grande importância para entender o funcionamento de florestas sob perspectivas ecológicas, evolucionária e de manejo, fornecendo informações de extrema importância sobre muitos processos naturais, como recrutamento, crescimento, mortalidade e distúrbios florestais (SCHUPP, 1990). Em vista do exposto, estudos que visem caracterizar a situação de remanescentes florestais, entre esses, os de propriedades rurais, são de grande relevância, principalmente aqueles que dizem respeito à capacidade de renovação da floresta, procurando entender como a floresta se regenera em diferentes situações.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 ÁREAS DE ESTUDO

Os dados coletados para este estudo são originários de duas áreas distintas, ambas no município de Fernandes Pinheiro, localizado na região Centro-Sul do Paraná (25°25' S e 50°32' W), na microrregião de Prudentópolis. Faz limite com os municípios de Imbituva, Teixeira Soares, Rebouças e Irati (FERNANDES PINHEIRO, 2006). Segundo dados do IBGE (2010), o município possui uma área de 406,5 km<sup>2</sup> a uma altitude média de 824 metros acima do nível do mar.

Todo o território do município faz parte da bacia hidrográfica do Rio Tibagi e da sub-bacia de seu afluente Rio Imbituva, que atravessa o município de sul para norte ao longo de sua maior diagonal (FERNANDES PINHEIRO, 2006). O clima do município, conforme Köppen é do tipo Cfb – Subtropical Úmido Mesotérmico, caracterizado por verões frescos, geadas severas e frequentes e sem estação seca. A temperatura média anual é de 19 °C, a média das temperaturas mínimas mensais é de 13,9 °C e a média das temperaturas máximas mensais é de 26,1 °C. A precipitação anual varia de 1.400 a 1.600 mm e a umidade do relativa do ar é de 74% (WREGE et al., 2012).

Em Relatório Técnico de Figueiredo Filho (2011) elaborado para CNPq (não publicado), na região da área de estudo do fragmento conservado (Área 1) predominam quatro classes de solo, sendo elas: Latossolo Vermelho distrófico típico, Cambissolo Háplico TA distrófico típico, Cambissolo Háplico Ta distrófico léptico e Cambissolo Háplico alítico típico. Na região onde se encontram as propriedades rurais (Área 2) há a associação de Latossolo Vermelho distrófico típico álico e Nitossolo Háplico distrófico típico álico (FERNANDES PINHEIRO, 2006).

O ecossistema dominante na região de Fernandes Pinheiro é a Floresta Ombrófila Mista (FOM), característico da região Sul do Brasil, tendo como elemento principal a espécie *Araucaria angustifolia* (IBGE, 2012).

Como já citado, foram avaliadas duas áreas:

- Área 1: fragmento florestal na Floresta Nacional de Irati (FLONA), caracterizado como um fragmento conservado;
- Área 2: fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais (PPR).

### 5.1.1 Área 1: Fragmento florestal conservado de FOM na Floresta Nacional de Irati

A Floresta Nacional (FLONA) de Irati é uma Unidade de Conservação de âmbito federal do grupo de uso sustentável que foi criada com base na portaria 559 de 25 de outubro de 1968 (ICMBIO, 2014). Está dividida entre dois municípios da região Centro-Sul do Paraná, com 78% de sua área no município de Fernandes Pinheiro e 22% em Teixeira Soares, fazendo ainda divisa com os municípios de Irati e Imbituva (MMA, 2002).

A FLONA de Irati possui uma área total de 3.618,21 hectares, sendo 43,82% da área ocupada por Floresta com Araucária em diferentes estágios sucessionais em áreas contínuas que ocupam a porção oeste da FLONA, 23,78% por plantios de *Pinus* sp. (860,52 ha) que estão situados no sentido leste-oeste e na região central e 12,56% de plantios de *A. angustifolia* (454,37 ha) localizados na porção oeste e centro-leste, ambos os plantios estabelecidos entre as décadas de 1940 e 1960 (MAZZA, 2006).

Em 2002, na área ocupada por Floresta com Araucária, foram instaladas 25 parcelas permanentes por professores do Departamento de Engenharia Florestal (DEF) da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO), totalizando 25 hectares (Figura 1).



FIGURA 1: Parcelas permanentes (sem escala) na FLONA de Irati, PR.  
Fonte: Roik (2012)

Para a instalação das parcelas permanentes, inicialmente, foram delimitados blocos contínuos de um hectare (100 m x 100 m) usando um teodolito, totalizando 25 blocos. Posteriormente, os blocos foram divididos em quatro parcelas de 0,25 hectare (50 m x 50 m) e na sequência as parcelas foram subdivididas cada uma em cinco faixas de controle de 0,05 hectare (10 m x 50 m) com o intuito de facilitar a coleta de dados (Figura 2).

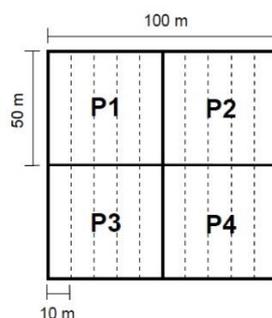


FIGURA 2: Desenho esquemático de cada bloco de um hectare  
Fonte: Rode (2008)

Desde a instalação das parcelas permanentes em 2002, ocorre o monitoramento da floresta a cada três anos, totalizando cinco remedições (2002 a 2017), por meio de coleta de dados, em que foram considerados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm os quais são medidos, identificados, numerados e posicionados em um sistema cartesiano (X, Y). As espécies foram identificadas em campo a partir de suas características dendrológicas. Para as espécies não identificadas em campo, faz-se necessário a coleta do material botânico para posterior identificação.

Os exemplares coletados se encontram armazenados no Herbário do curso de Engenharia Florestal da UNICENTRO (HUCO), os quais foram identificados e classificados seguindo o *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016) e *The International Plant Names Index* (IPNI, 2018).

### 5.1.2 Área 2: Fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais

Os fragmentos florestais avaliados estão localizados na comunidade rural Assungui, município de Fernandes Pinheiro e fazem parte do projeto de extensão e pesquisa “Estratégias para o manejo florestal sustentável em pequenas propriedades rurais no Centro-Sul do Paraná, Brasil”, mais conhecido como “Projeto Imbituvão”.

Este projeto foi iniciado efetivamente em 2011 e tem como objetivo geral promover o desenvolvimento rural, atuando diretamente na questão da produção,

qualidade de vida, geração de renda e conservação ambiental, buscando a valorização da floresta nativa e a sustentabilidade da pequena propriedade rural. Além de diversas ações, possuía como meta principal, em médio e longo prazo, gerar um modelo de manejo florestal sustentável para remanescentes da FOM por meio de pesquisa científica, que fosse capaz de ser replicado no Sul do Brasil. Atualmente, concentra seus esforços na geração de um modelo de manejo sustentável da espécie exótica *Hovenia dulcis* Thunb. O projeto é fruto de uma parceria internacional entre a UNICENTRO e a Universidade de Ciências Florestais Aplicadas de Rottenburg, Alemanha, contando com o apoio da UFPR, EMBRAPA Florestas e técnicos da EMATER, IAP e SEMA.

Com o objetivo de cobrir toda a variabilidade fisionômica, estrutural e acompanhar o crescimento da floresta de 27 propriedades, foram instaladas parcelas permanentes retangulares de 2.000 m<sup>2</sup> (20 x 100 m) nos fragmentos de florestas das mesmas, porém, em virtude da forma e tamanho reduzido das áreas de algumas propriedades, não foi possível utilizar em todas elas o mesmo tamanho de unidade de amostra, ocorrendo o redimensionamento das parcelas. Para demarcação das parcelas foram utilizados canos de *pvc* de aproximadamente 1 m de altura, os quais foram alocados em cada canto da parcela e também nos pontos de 20, 40, 60 e 80 m de comprimento, para facilitar e auxiliar no controle da medição. Como na FLONA de Irati, para a coleta de dados foram considerados todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10 cm os quais são medidos, identificados, numerados e posicionados em um sistema cartesiano (X, Y), além da aferição da altura comercial.

Assim, entre as 27 propriedades que possuíam parcelas permanentes, foram selecionadas nove para a avaliação da regeneração natural, pois todas possuem unidade de amostra permanente com a mesma área (2.000 m<sup>2</sup>) retratando a realidade da área rural desta região (Tabela 1). As características das nove propriedades são descritas a seguir:

TABELA 1 – Caracterização florestal das propriedades rurais

Propriedade	Área de remanescente florestal (ha)	Parcelas permanentes (2.000 m <sup>2</sup> )
1	3,07	1
2	27,15	3
3	10,07	2
4	12,12	4
5	9,32	2
6	43,47	4
7	7,26	2
8	21,62	3
9	3,15	2
Total	137,23	23

- Propriedade 1: nesta propriedade foi instalada uma parcela permanente e atualmente possui livre circulação de animais de pastoreio.
- Propriedade 2: possui três parcelas permanentes, duas encontram-se cercadas e uma com livre circulação de animais de pastoreio.
- Propriedade 3: possui duas parcelas permanentes onde haviam animais soltos e atualmente encontra-se cercada sem circulação desses.
- Propriedade 4: possui quatro parcelas permanentes sem acesso a animais de pastoreio.
- Propriedade 5: possui duas parcelas permanentes com livre circulação de animais de pastoreio.
- Propriedade 6: possui quatro parcelas permanentes onde havia animais de pastoreio soltos e atualmente duas delas encontram-se cercadas sem circulação desses; além disso, possui censo florestal de dois hectares onde foi realizada pesquisa científica em manejo florestal seletivo sustentável.
- Propriedade 7: possui duas parcelas permanentes, uma encontra-se cercada e a outra com livre circulação de animais de pastoreio.
- Propriedade 8: possui três parcelas permanentes onde havia animais de pastoreio soltos e atualmente encontra-se cercada sem circulação desses.
- Propriedade 9: possui duas parcelas permanentes, uma com livre circulação de animais de pastoreio e a outra sem acesso para os animais.

Dentro das propriedades rurais avaliadas, existem duas diferentes situações envolvendo a avaliação desse estudo: fragmentos florestais das pequenas propriedades rurais e, a segunda situação são áreas de clareira (Figura 3) oriundas de pesquisa científica no manejo florestal seletivo sustentável localizadas em fragmento florestal de uma das nove propriedades (Propriedade 6) avaliadas nessa pesquisa.

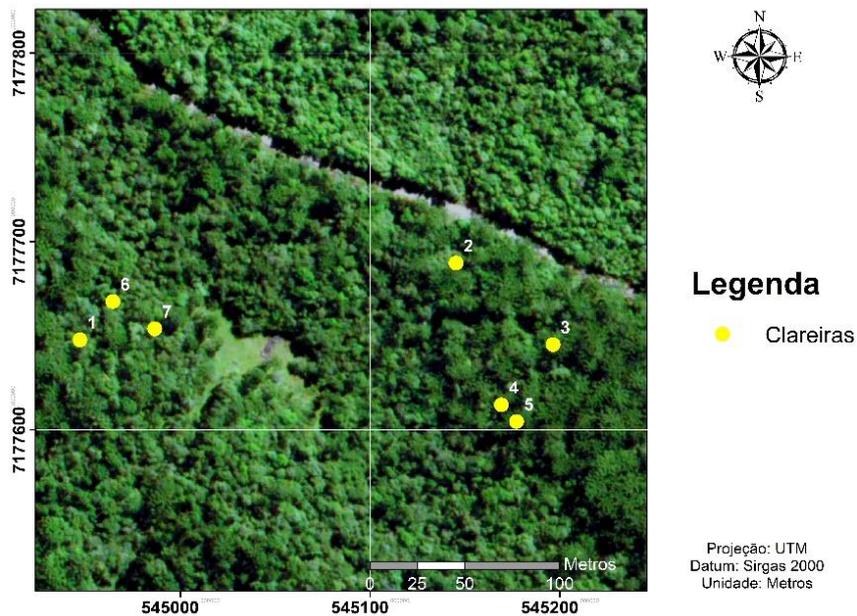


FIGURA 3: Clareiras oriundas de pesquisa científica em manejo florestal seletivo sustentável em fragmento florestal da Propriedade 6.

## 5.2 AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS

### 5.2.1 Classes de avaliação e mensuração de variáveis

Para a avaliação da regeneração natural de espécies arbóreas, foram estabelecidas classes de tamanho seguindo a metodologia de Finol (1971) com adaptações:

- Classe I: plantas com altura a partir de 0,30 m a 1,0 m;
- Classe II: plantas com altura a partir de 1,01 m a 3,0 m;
- Classe III: plantas com altura a partir de 3,01 m até 9,9 cm de diâmetro à altura do peito (DAP).

Para a Classe I, foram mensuradas as alturas de todos os indivíduos. Para a Classe II, foram mensurados o diâmetro de coleta e a altura total. Para a Classe III, foram mensurados a altura, a circunferência à altura do peito (CAP) e realizada a marcação do local onde foi aferida a CAP. Todos os indivíduos da Classe II e III da Área 1 (FLONA) e apenas da Classe III na Área 2 (fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais e áreas de clareira) foram identificados por meio de plaqueta numerada.

Para a mensuração das variáveis foi utilizada régua graduada para altura, paquímetro para o diâmetro de coleto e fita métrica para CAP; as plaquetas com numeração para identificação foram presas aos indivíduos por meio de fio de náilon e a marcação do local onde foi aferida a CAP foi feita com tinta spray à base d'água de cor diferente da cor utilizada no inventário das espécies estabelecidas ( $DAP \geq 10$  cm).

Sobre a identificação botânica de regenerantes, Pinheiro (1986) relatou sobre as dificuldades dessa tarefa que dificilmente é completada; devido ao estágio inicial de desenvolvimento, os caracteres morfológicos externos podem ser diferentes daqueles observados no indivíduo adulto. O autor afirmou também que regenerantes de espécies e gêneros afins normalmente apresentam semelhanças morfológicas externas tornando a identificação das espécies imprecisa e, às vezes, até impossível.

Para este estudo, quando possível, a identificação botânica ocorreu em campo por meio das características morfológicas dos indivíduos. Para as espécies não identificadas em campo, em alguns casos, foi coletado material botânico para posterior identificação por especialistas da área. No entanto, em casos que a classificação não foi possível devido ao estágio de desenvolvimento do indivíduo, as mesmas foram denominadas “NI” e numeradas para acompanhamento até possível identificação. Os exemplares coletados se encontram armazenados no Herbário do curso de Engenharia Florestal da UNICENTRO (HUCO) os quais foram classificados seguindo o *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016) e *The Internacional Plant Names Index* (IPNI, 2018).

### 5.2.2. Unidade amostral

O levantamento da regeneração natural de espécies arbóreas foi realizado por meio da instalação de transectos permanentes de 10 m de comprimento demarcados com estacas em suas extremidades, formando assim, parcelas permanentes.

De acordo com a classe de tamanho, os indivíduos foram amostrados em parcelas de tamanho diferenciado; para Classe I, foi estabelecido um metro para cada lado do transecto, totalizando 20 m<sup>2</sup>; para a Classe II, foi estabelecido três metros para cada lado do transecto, totalizando 60 m<sup>2</sup>; para a Classe III, foi estabelecido sete metros para cada lado do transecto, totalizando 140 m<sup>2</sup> (Figura 4).

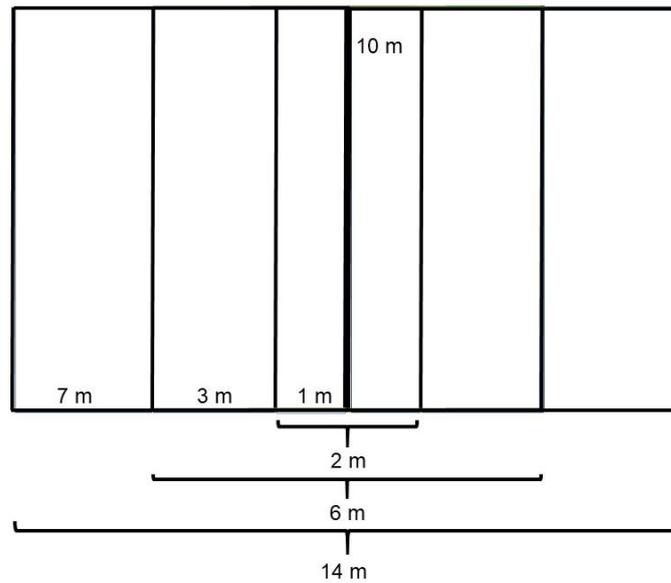


FIGURA 4: Unidade amostral utilizada para avaliação da regeneração natural em diferentes classes de tamanho.

### 5.2.3 Instalação das unidades amostrais

A instalação das unidades amostrais ocorreu de forma diferenciada de acordo com o local a ser avaliado.

#### 5.2.3.1 Área 1 – Fragmento florestal conservado de FOM na Floresta Nacional de Irati

Uma unidade de amostra foi instalada em cada bloco de número ímpar de forma sistemática na parcela dois (P2), faixa três (3), a cinco metros da extremidade inferior da parcela, totalizando 13 unidades de amostra, como exemplificado no desenho esquemático da Figura 5.

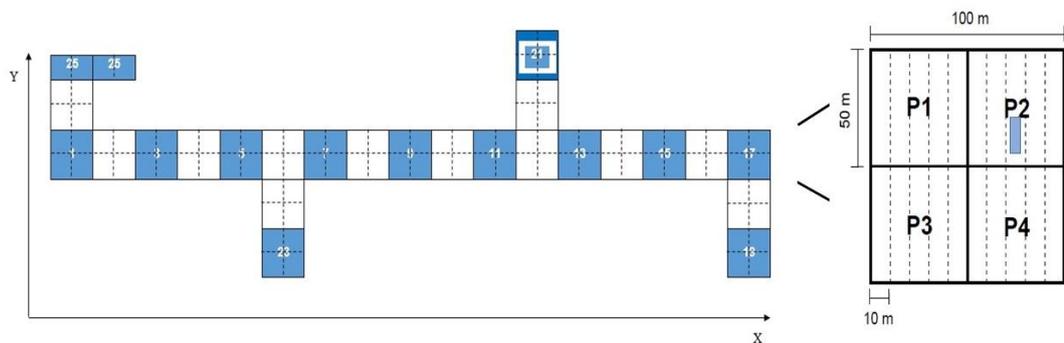


FIGURA 5: Unidades amostrais para avaliação da regeneração natural nos blocos ímpares da FLONA de Irati.

### 5.2.3.2 Área 2 – Fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais

Para esta área, existem duas situações diferenciadas, os fragmentos florestais das pequenas propriedades rurais (PPR) e as áreas de clareira oriundas da pesquisa experimental de manejo florestal seletivo sustentável. A seguir, é descrito o procedimento para instalação das unidades de amostra em cada uma das situações citadas:

- PPR: as unidades de amostra para a avaliação da regeneração natural foram instaladas dentro das parcelas permanentes para a avaliação dos indivíduos arbóreos das propriedades rurais de forma sistemática, no comprimento de 50 m, a cinco metros da extremidade inferior da parcela levando em consideração o norte geográfico (Figura 6). No total, foram instaladas 23 unidades de amostra levando em consideração o número de parcelas permanentes para monitoramento do estrato arbóreo (Tabela 1) em nove propriedades rurais diferentes.

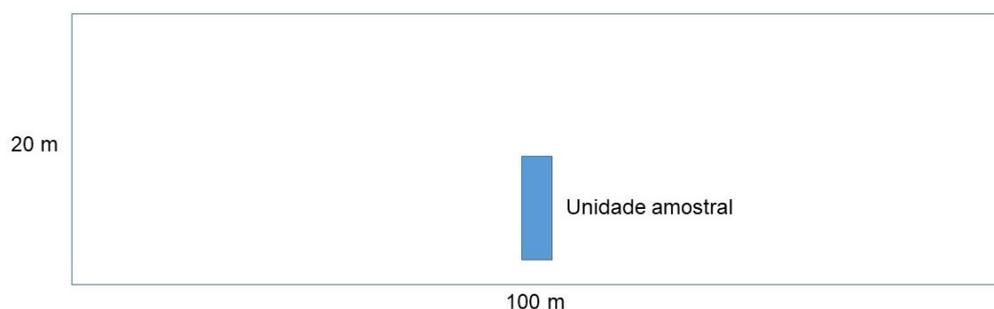


FIGURA 6: Unidade amostral para avaliação da regeneração natural na parcela permanente instalada nos fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais

- Áreas de clareira: a pesquisa científica em manejo florestal seletivo sustentável ocorreu apenas na Propriedade 6 em uma área de dois hectares. A instalação das unidades de amostra ocorreu aproximadamente um ano após o manejo florestal seletivo em sete áreas de clareira, procedendo-se da seguinte forma: o transecto foi instalado na direção de queda do indivíduo manejado, tomando como base o toco (Figura 7).

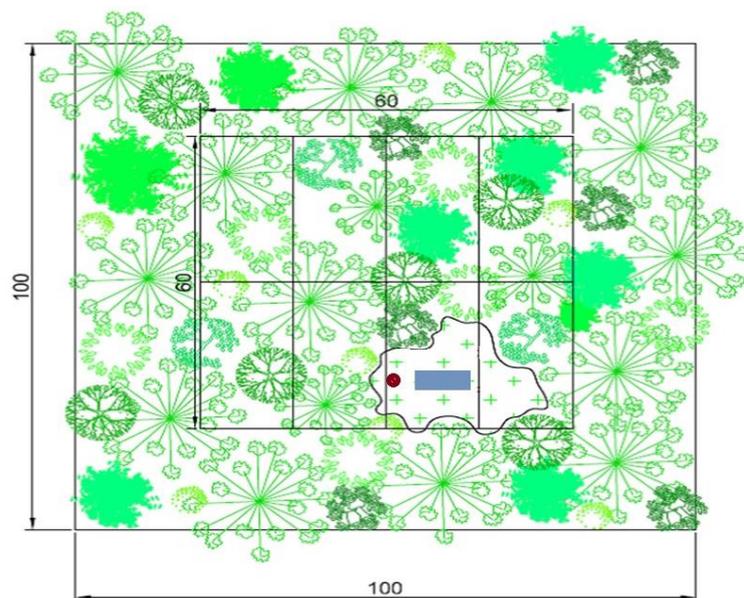


FIGURA 7: Unidade amostral para avaliação da regeneração natural na área de clareira.

Na Tabela 2 são apresentadas as áreas amostradas para cada classe de tamanho e o número de parcelas instaladas nas três situações avaliadas.

TABELA 2 – Total da área amostrada (m<sup>2</sup>) para cada classe de tamanho em cada situação avaliada

Classe de tamanho	Área 1 (FLONA) m <sup>2</sup>	Área 2 (PPR) m <sup>2</sup>	Área 2 (Clareira) m <sup>2</sup>
Classe I	260	460	140
Classe II	780	1.380	420
Classe III	1.820	3.220	980
Total de parcelas	13	23	7

### 5.3 ANÁLISE DE DADOS

Para cada objetivo proposto, uma análise de dados foi realizada nas diferentes áreas de estudo ou para o conjunto delas.

#### 5.3.1 Suficiência amostral

A suficiência amostral foi analisada por meio da curva de acumulação de espécies, que é obtida por procedimentos de aleatorização, como a permutação, em que um grande número de curvas é obtido a partir de vários ordenamentos distintos, permitindo obter a curva média e o desvio padrão da mesma (SCHILLING et al., 2012).

As curvas de acumulação de espécies foram criadas para cada área e classe de tamanho avaliadas. Empregou-se o software EstimateS 9.1 (COLWELL, 2016) com 1.000 aleatorizações, ou seja, ocorre a entrada aleatória das variáveis por meio da combinação dessas de 1.000 formas diferentes. As curvas foram construídas em função da ausência ou presença de indivíduos por parcela. Este mesmo software foi utilizado para o cálculo dos estimadores de riqueza Bootstrap, Chao1 e Jackknife1, onde os valores gerados por esses estimadores representam valores teóricos esperados, e não previsões precisas do número real de espécies em uma comunidade (COLWELL, MAO e CHANG, 2004).

### 5.3.2 Florística

Inicialmente, a análise florística foi realizada com base nas 43 parcelas avaliadas, ou seja, para o conjunto total de dados. Após, foi realizada a análise florística separadamente para cada área.

A classificação ecológica das espécies amostradas foi realizada com base em revisão de trabalhos realizados na região (BACKES e IRGANG, 2002; CARPANEZI e CARPANEZI, 2006; CARVALHO 2003, 2002; GUARATINI et al., 2008; KERSTEN et al., 2011; LORENZI, 2008, 2009, 2009; MOSCOVICH, 2006; ROIK, 2012; SAUERESSIG, 2014; SAWCZUK, 2009; SILVA et al., 2013; ZAMA et al., 2012).

Para a comparação da riqueza de espécies entre as diferentes áreas, foi padronizado o número de indivíduos baseado na amostra com menor número de indivíduos e estimada a riqueza por meio de rarefação utilizando o software R com pacote “vegan”, tendo como matriz de dados a abundância de indivíduos por parcela.

### 5.3.3 Diversidade florística

A diversidade de indivíduos regenerantes de espécies arbóreas foi avaliada por meio do índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e pelo índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ). Esses índices foram calculados separadamente para cada área e para cada classe de tamanho dentro de cada área.

Para verificar diferenças estatísticas entre a diversidade do estrato regenerante entre as áreas amostradas e entre as classes de tamanho, foi aplicado o teste de Hutcheson (1970) para o índice de Shannon ( $H'$ ), o qual fornece um método para calcular o teste  $t$ , a fim de detectar diferenças significativas entre elas (MAGURRAN, 1988).

- **Índice de Shannon-Wiener:** dá igual peso entre as espécies raras e abundantes. Quanto maior o valor do índice, maior a diversidade da área.

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \quad 1$$

Em que: H' = índice de Shannon;  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ; N = número total de indivíduos; ln = logaritmo de base natural.

- **Índice de Pielou:** indica se a abundância de espécies está igualmente distribuída dentro da amostra. O valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) e 1 (uniformidade máxima).

$$J' = \frac{H'}{\ln S} \quad 2$$

Em que:  $J'$  = índice de Pielou;  $H'$  = índice de Shannon; S = número de espécies; ln = logaritmo na base natural.

- **Teste  $t$  de Hutcheson:** detecta diferenças significativas em relação a diversidade entre amostras, em que é calculado as variâncias das estimativas de diversidade encontrados pelo Índice de Shannon, o valor de  $t$  e os graus de liberdade usados para avaliar a significância. Quando o valor calculado for maior que o tabelado, aceita-se a hipótese alternativa de que as amostras (áreas) possuem índices de Shannon estatisticamente diferentes para um determinado nível de probabilidade.

$$\text{- Variância de } H': \sigma^2 H' = \frac{\sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \left[\ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right]^2 - \left[\sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \left[\ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right]\right]^2}{N} + \frac{S-1}{2N^2} \quad 3$$

$$\text{- } t \text{ calculado: } t_{\text{calc.}} = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{\sigma^2 H'_1 + \sigma^2 H'_2}} \quad 4$$

- Graus de liberdade:  $GL = \frac{(\sigma^2 H'_1 + \sigma^2 H'_2)^2}{\frac{(\sigma^2 H'_1)^2}{N_1} + \frac{(\sigma^2 H'_2)^2}{N_2}}$  5

Em que:  $H'_1$  = índice de Shannon da comunidade 1;  $H'_2$  = índice de Shannon da comunidade 2;  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;  $N$  = número total de indivíduos;  $\ln$  = logaritmo na base natural;  $\sigma^2 H'$  = variância de  $H'$ .

#### 5.3.4 Fitossociologia e formação de grupos por meio de Análise de Agrupamento

A análise fitossociológica da regeneração natural foi realizada apenas para a Área 1 (FLONA) e Área 2 (PPR), bem como para os indivíduos estabelecidos (adultos) de cada uma das áreas com o objetivo de comparar os resultados referentes ao estrato regenerante e arbóreo. A análise fitossociológica do estrato adulto da Área 1 (FLONA) foi realizada com os dados referentes aos blocos ímpares considerando apenas a parcela dois.

As estimativas dos descritores fitossociológicos para as áreas de clareiras não foram calculadas por entender que é uma situação única e pontual, onde a estrutura da regeneração natural da forma que se apresenta ocorre especificamente em áreas de clareira, não sendo uma realidade para toda área de estudo. No caso de realizar a fitossociologia afirmando serem os resultados específicos de áreas de clareira, estaria sendo admitido que toda a área de estudo sofreu a prática de manejo. Assim sendo, a área apresentaria outras condições ambientais (luminosidade, microclima, entre outros) que ocasionaria mudanças na sucessão ecológica do local e conseqüentemente na estrutura da regeneração natural.

Na fitossociologia utilizaram-se os seguintes descritores para estrutura horizontal por unidade de área:

- **Densidade:** indica o número total de indivíduos de uma dada espécie por unidade de área. A estimativa foi calculada para ambos os estratos (regenerante e arbóreo), sendo que para o estrato regenerante foi estimado para  $i$ -ésima espécie da  $j$ -ésima classe.

- Densidade absoluta (DA):  $DA = \frac{n_i}{A}$  6

- Densidade relativa (DR):  $DR = \left( \frac{DA}{\sum DA} \right) 100$  7

Em que:  $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;  $A$  = área em ha.

- **Dominância:** é expressa em termos de área basal para cada espécie. A estimativa foi calculada apenas para o estrato arbóreo.

- Dominância absoluta (DoA):  $DoA = \frac{G_i}{A}$  8

- Dominância relativa (DoR):  $DoR = \left( \frac{DoA_i}{\sum DoA} \right) 100$  9

Em que:  $G_i$  = área basal da espécie  $i$ .

- **Frequência:** indica a uniformidade de distribuição das espécies na área avaliada, caracterizando estatisticamente sua ocorrência dentro das unidades amostrais. A estimativa foi calculada para ambos os estratos, sendo que para o estrato regenerante foi estimado para  $i$ -ésima espécie da  $j$ -ésima classe.

- Frequência absoluta (FA):  $FA = \frac{u_i}{u_t}$  10

- Frequência relativa (FR):  $FR = \left( \frac{FA_i}{\sum FA} \right) 100$  11

Em que:  $u_i$  = número de unidades amostrais em que a espécie ocorre;  $u_t$  = número de unidades amostrais avaliadas.

- **Estimativas da regeneração natural:** calculam a probabilidade de determinada espécie chegar à fase adulta. Foi utilizada a fórmula proposta por Volpato (1994):

- Regeneração natural por classe de tamanho para espécie:  $RNC_{ij} (\%) = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2}$  12

- Regeneração natural total para espécie:  $RNT_i (\%) = \sum_{j=1}^3 RNC_{ij}$  13

Em que:  $RNC_{ij}$  = estimativa da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie na  $j$ -ésima classe de tamanho de regeneração natural;  $DR_{ij}$  = densidade relativa para a  $i$ -ésima espécie na  $j$ -ésima classe de tamanho de regeneração natural;  $FR_{ij}$  = frequência relativa da  $i$ -ésima espécie na  $j$ -ésima classe de tamanho de regeneração natural;  $RNT_i$  = estimativa da regeneração natural total da  $i$ -ésima espécie;  $i = 1, 2, \dots$ ,  $i$ -ésima espécie amostrada; e  $j = 1, 2, 3$ .

- **Valor de cobertura:** define o grau de cobertura de uma espécie na comunidade florestal a partir do número de árvores e suas dimensões. Estimado apenas para o estrato arbóreo.

$$VC = \frac{DR_i + DoR_i}{2} \quad 14$$

- **Valor de importância:** indica a importância da espécie dentro do local de estudo, permitindo sua ordenação perante o grau de importância na vegetação. Estimado apenas para o estrato arbóreo.

$$VI = \frac{DR_i + DoR_i + FR_i}{3} \quad 15$$

Para melhor entendimento do processo de regeneração e recrutamento no sistema estabelecido, foram calculadas as taxas de recrutamento anual dos indivíduos estabelecidos apenas das espécies que apresentaram os maiores potenciais de regeneração natural de cada área (Área 1 (FLONA) e Área 2 (PPR)), por meio da fórmula proposta por Swaiane e Lieberman (1987):

$$R = \left[ 1 - \left( 1 - \frac{N_r}{N_t} \right)^{\frac{1}{t}} \right] 100 \quad 16$$

Em que:  $R$  = taxa de recrutamento;  $N_r$  = número de novos indivíduos recrutados;  $N_t$  = número de indivíduos registrados no fim do período;  $t$  = tempo decorrido em anos.

Para estabelecer a similaridade florística entre o estrato regenerante e arbóreo de cada área, foi calculado o Índice de Similaridade de Jaccard por meio de uma matriz

de ausência/presença de espécies e formado um Dendrograma. As espécies que ocorreram em menos de cinco parcelas, foram consideradas raras e não foram incluídas na matriz de dados utilizada na análise (LONGHI, 1997; RODE, 2008; GRESPAN, 2016).

As análises de fitossociologia e taxa de ingresso foram realizadas utilizando a planilha eletrônica do programa Microsoft Office Excel 2016. O índice de similaridade de Jaccard e o Dendrograma foram obtidos por meio do software R utilizando o pacote “vegan”.

#### 5.3.5 Estrutura diamétrica

Para verificar o comportamento da curva de frequência dos indivíduos por classe de diâmetro, uniram-se os dados das espécies estabelecidas com dados da regeneração natural da Classe III, única classe em que foi medido o diâmetro. Assim, foi agrupado o número de árvores por hectare em classes de diâmetro com 5 cm de amplitude, sendo as duas primeiras classes referentes a regeneração natural. Com o intuito de analisar o comportamento dessa curva para as áreas de clareira, o número de indivíduos amostrado foi estimado por hectare mesmo sendo essa uma situação pontual, como já explicado anteriormente.

#### 5.3.6 Estatística Multivariada – Análise de agrupamento e Análise discriminante

Para verificar a existência de agrupamentos entre a regeneração natural dos estratos regenerantes das Área 1 (FLONA) e Área 2 (PPR), foi realizada a Análise de Agrupamento. Para a obtenção do Dendrograma foi utilizado o método Ward e para medida de similaridade foi usado o Quadrado da Distância Euclidiana. A base de dados foi composta por uma matriz de densidade relativa das espécies das 36 parcelas amostradas nas áreas em questão (13 parcelas na FLONA e 23 parcelas nas PPR). Após a formação dos grupos, foi realizada a Análise Discriminante em que a matriz de densidade relativa foi selecionada como variável independente e os grupos formados pela Análise de Agrupamento como variável dependente. A análise dos dados foi realizada por meio do software SPSS®19.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

#### 6.1.1 Área 1 (FLONA)

O levantamento florístico da regeneração natural resultou em um total de 40, 33 e 48 espécies para as Classes I, II e III, respectivamente.

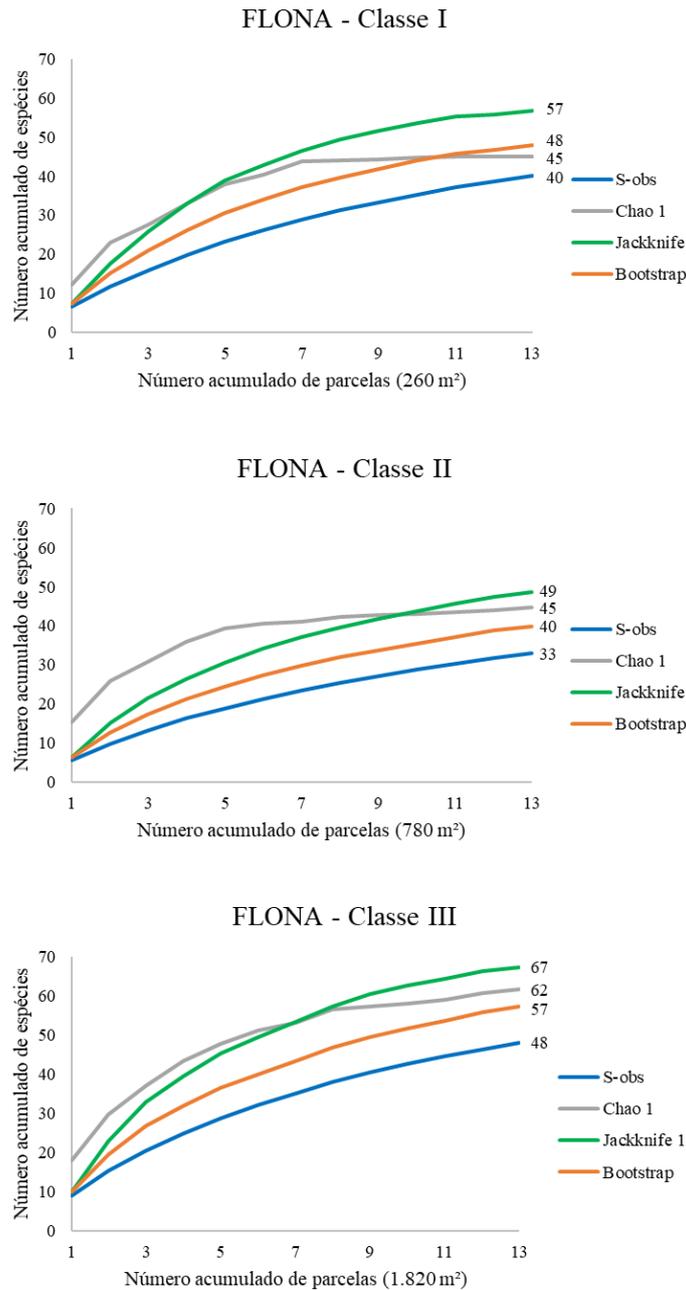


FIGURA 8: Curva média de acumulação de espécies (S-observado) e estimadores de riqueza para a amostragem da regeneração natural para as classes de tamanho avaliadas na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, PR.

A curva de acumulação de espécies (Figura 8) expressa a curva média da aleatorização acumulativa das unidades amostrais e os valores de riqueza estimados de acordo com os métodos propostos.

Como sugerido por Cain (1938), para efeito de suficiência amostral para análises florísticas, a análise da curva de acumulação de espécies (Figura 8) apresentou um acréscimo inferior à 10% de novas espécies amostradas com o aumento de 10% na área amostral para todas as classes de tamanho, sugerindo que a amostragem realizada foi suficiente para caracterizar a vegetação.

Na Figura 8 observam-se os valores de riqueza estimados de acordo com os métodos propostos, os quais utilizam a mesma matriz de dados utilizada para construção da curva de acumulação de espécies. Os estimadores de riqueza indicam o número de espécie que poderiam ter sido amostradas, sendo que o estimador Jackknife 1 o que mais superestimou a riqueza observada para ambas as classes de tamanho e os estimadores que mais se aproximaram do encontrado em campo de acordo com a amostragem realizada foram o de Chao 1 para a Classe I e Bootstrap para as Classes II e III.

#### 6.1.2 Área 2 (PPR)

Foram amostradas 71, 73 e 77 espécies para as Classes I, II e III respectivamente. A Figura 9 traz a curva de acumulação de espécies média (S-obs) e os valores de riqueza estimados de acordo com os métodos de Bootstrap, Chao 1 e Jackknife 1.

Assim como na Área 1 (FLONA), a curva de acumulação de espécies sugere que a amostragem realizada foi suficiente para caracterizar a comunidade regenerante do local, pois o aumento em 10% da área amostrada adicionou menos de 10% de novas espécies (CAIN, 1938).

De acordo com os estimadores de riqueza para cada classe de tamanho, Jackknife 1 superestimou a riqueza observada, apontando que haveriam ainda um grande número de espécies a serem encontradas na área amostrada. Já o estimador de riqueza Chao 1, foi o que mais se aproximou do número de espécies encontradas para a Área 2 (PPR) para as classes de tamanho avaliadas.

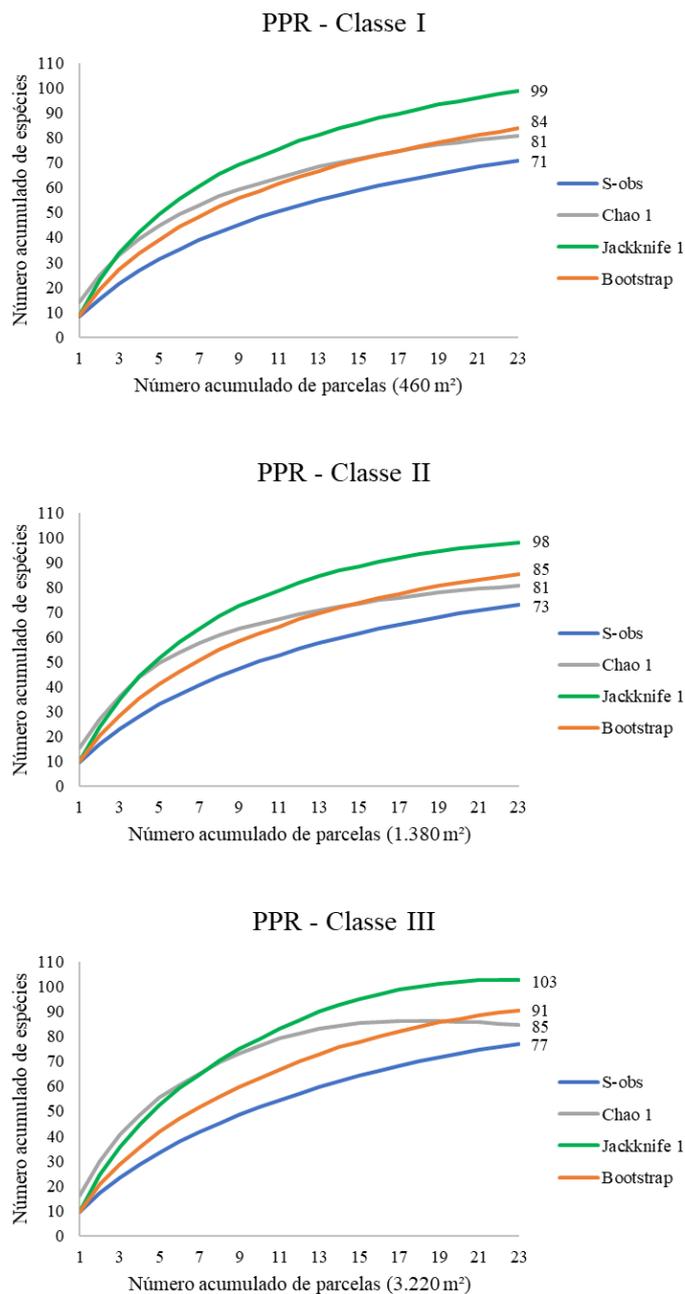


FIGURA 9: Curva média de acumulação de espécies (S-observado) e estimadores de riqueza para a amostragem da regeneração natural na Área 2 (PPR), Fernandes Pinheiro, PR.

### 6.1.3 Área 2 (Clareira)

Por ser uma situação pontual, sendo a abertura de clareiras determinada por diversos critérios e fatores, não pôde ser estabelecido um número de amostras ideal para o estudo de regeneração, sendo analisada as clareiras que existiam. Mesmo nessa situação, o aumento de 10% na área amostrada, teve um aumento menor de 10% no número total de espécies amostradas, onde a amostragem realizada foi suficiente para caracterizar a

comunidade regenerante (CAIN, 1938). Assim, para a Área 2 (Clareira) foram encontradas 38, 33 e 27 espécies para as Classes I, II e III, respectivamente (Figura 10).

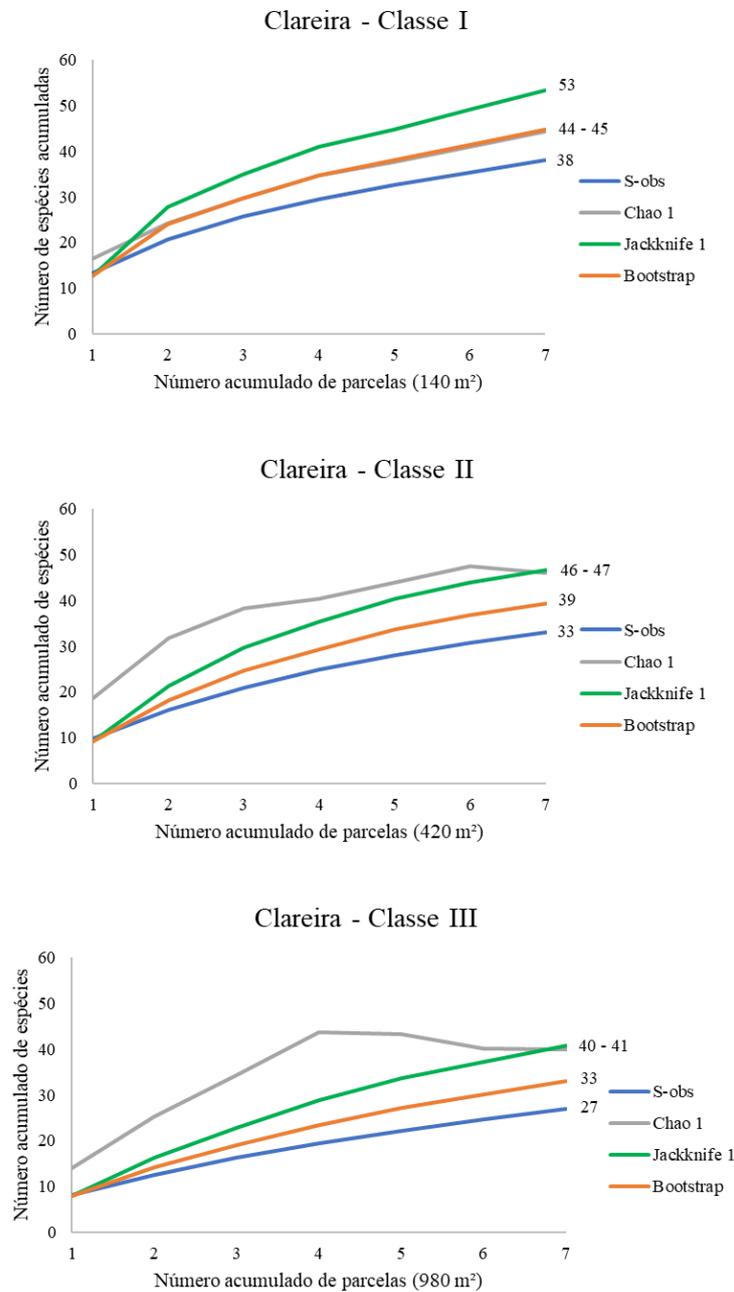


FIGURA 10: Curva média de acumulação de espécies (S-obs) e estimadores de riqueza para a amostragem da regeneração natural da Área 2 (Clareira), Fernandes Pinheiro, PR.

Como nas demais situações, o estimador de riqueza Jackknife 1 foi o que mais superestimou a riqueza observada para todas as classes de tamanho. Chao 1 foi o estimador que mais se aproximou do número de espécies encontradas na área amostrada para Classe I e Bootstrap para as Classes II e III.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados encontrados para suficiência amostral e para os estimadores de riqueza para as três áreas avaliadas.

TABELA 3 – Riqueza encontrada e estimativa de riqueza para três áreas de fragmentos florestais de FOM, Fernandes Pinheiro, PR.

Riqueza	FLONA			PPR			Clareira		
	CL I	CL II	CL III	CL I	CL II	CL III	CL I	CLII	CL III
S-obs	40	33	48	71	73	77	38	33	27
Bootstrap	48	40	57	84	85	91	45	39	33
Chao1	45	45	62	81	81	85	44	46	40
Jackknife1	57	49	67	98	98	103	53	47	41

Em que: S-obs = Riqueza observada; PPR = Pequena Propriedade Rural; CL I = Classe I; CL II = Classe II; CL III = Classe III.

Por se tratarem de valores teóricos, os estimadores de riqueza superestimaram a riqueza observada, fato citado por Colwell e Coddington (1994) como inerente ao processo de amostragem que está relacionado à impossibilidade de se amostrar a totalidade de espécies. Ainda, cabe ressaltar que as estimativas de riqueza geradas não fornecem previsões precisas do número real de espécies em uma comunidade, mas apontam os valores mínimos esperados (MALLMANN e SCHMITT, 2014).

## 6.2 FLORÍSTICA

No levantamento florístico da regeneração natural de espécies arbóreas realizado nas três áreas com diferentes históricos de uso e para as três classes de tamanho, foram encontrados 2.755 indivíduos distribuídos em 118 espécies pertencentes a 42 famílias botânicas (Tabela 6). Do total de espécies amostradas, três foram identificadas apenas em nível de gênero, nove em nível de família e 18 indivíduos não foram identificados. Além disso, foram encontrados um híbrido e uma espécie exótica, *Citrus x limonia* (L.) Osbeck e *Hovenia dulcis* Thunb., respectivamente; 12 espécies apresentaram apenas uma planta amostrada e, do total, apenas 19,3% são comuns para as três áreas avaliadas.

A maior abundância de indivíduos foi encontrada na família Myrtaceae (29,3%) seguida por Rubiaceae (15,2%), Salicaceae (10,8%) e Lauraceae (8,7%). Já as famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Myrtaceae com 26, Lauraceae com 12, Fabaceae com oito e Salicaceae com sete espécies.

Com relação aos grupos ecológicos, do total dos indivíduos amostrados desconsiderando os não identificados, 45,7% pertencem ao grupo ecológico das secundárias iniciais, 34,5% ao grupo das secundárias tardias, 11,6% ao grupo das

pioneiras, 6,9% ao grupo ecológico das climácicas e 1,3% correspondem à espécie exótica e ao híbrido.

### 6.2.1 Área 1 (FLONA)

Na amostragem realizada na Área 1 (FLONA), foram encontrados 771 indivíduos pertencentes a 65 espécies de 28 famílias botânicas. Rubiaceae foi a que apresentou maior abundância de indivíduos (48,8%), seguida pela família Myrtaceae (14,7%), Lauraceae (12,6%) e Aquifoliaceae (4,5%). Em relação a riqueza, a família Myrtaceae apresentou 12 espécies, sendo oito identificadas até epíteto específico, uma identificada até gênero e outras três identificadas até família. A família Lauraceae foi a segunda mais rica com oito espécies, sendo uma espécie identificada apenas a nível de família. As famílias Aquifoliaceae e Sapindaceae apresentaram quatro espécies cada e Rubiaceae apresentou três, sendo uma delas não identificada e nomeada como *Coussarea/Rudgea*, pois podem pertencer tanto a espécie *Coussarea contracta* quanto a *Rudgea jasminoides* (ambas presentes em abundância no estrato arbóreo) que devido ao estágio inicial de desenvolvimento desses indivíduos não foi possível a determinação da espécie, pois estes ainda não possuem de forma clara as características que os diferenciam.

Para as classes de tamanho, a Classe I apresentou maior número de indivíduos por hectare e a maior riqueza de espécies, seguido pelas Classes III e II (Tabela 4).

TABELA 4 – Florística das classes de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas amostradas na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, PR.

Classe de tamanho	n	ind.ha <sup>-1</sup>	S
Classe I	180	6.923	40
Classe II	239	3.064	33
Classe III	352	1.934	48

Em que: n = número de indivíduos; ind.ha<sup>-1</sup> = número de indivíduos por hectare; S = riqueza (número de espécies).

Com relação aos grupos ecológicos, do total dos indivíduos amostrados desconsiderando os não identificados, 71,5% pertencem ao grupo ecológico das secundárias tardias, 12,5% ao grupo das secundárias iniciais, 11,9% ao grupo das pioneiras e 4,1% ao grupo ecológico das climácicas.

### 6.2.2 Área 2 (PPR)

Na Área 2 (PPR) foram amostrados 1.385 indivíduos pertencentes a 99 espécies de 37 famílias botânicas nas nove pequenas propriedades rurais estudadas. A família com maior abundância de indivíduos foi a Myrtaceae (30,6%) seguida por Salicaceae (13,6%), Sapindaceae (10,5%) e Lauraceae (9,2%). Além de apresentar a maior abundância, a família Myrtaceae também apresentou a maior riqueza, com 20 espécies, sendo uma identificada até gênero e quatro indivíduos identificados até família; Lauraceae foi a segunda família com maior riqueza apresentando 11 espécies, seguida por Salicaceae e Fabaceae, com sete e seis espécies cada.

Seguindo o mesmo padrão da Área 1 (FLONA), os dados amostrados em todas as propriedades mostram que a Classe I é a que apresenta maior densidade de indivíduos, e a Classe III a menor (Tabela 5).

TABELA 5 – Florística das classes de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas amostradas em nove fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais, Fernandes Pinheiro, PR.

Classe de tamanho	n	ind.ha <sup>-1</sup>	S
Classe I	398	8.652	71
Classe II	426	3.087	73
Classe III	561	1.742	77

Em que: n = número de indivíduos; ind.ha<sup>-1</sup> = número de indivíduos por hectare; S = riqueza (número de espécies).

Com relação aos grupos ecológicos, do total dos indivíduos amostrados, desconsiderando os não identificados, 56,4% pertencem ao grupo ecológico das secundárias iniciais, 20,7% ao grupo das secundárias tardias, 13,4% ao grupo das pioneiras, 8% ao grupo ecológico das climácicas e 1,5% correspondem a espécie exótica e ao híbrido.

TABELA 6 – Espécies da regeneração natural amostradas em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Fernandes Pinheiro, PR.

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência			GE
			CL	FL	PPR	
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira-pimenteira	X		X	Si <sup>2</sup>
Annonaceae	<i>Annona rugulosa</i> (Schltdl.) H. Rainer	Ariticum		X	X	Pi <sup>7</sup>
	<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	Ariticum		X	X	Pi <sup>7</sup>
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Voadeira		X	X	Si <sup>12</sup>
	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Cauninha	X	X	X	Si <sup>8</sup>
	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.- Hil.	Erva-mate	X	X	X	Cl <sup>2</sup>
	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	Caúna	X	X	X	Si <sup>8</sup>
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Mandiocão		X	X	Si <sup>2</sup>
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucária	X	X	X	Cl <sup>2</sup>
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá		X	X	Si <sup>12</sup>
Asteraceae	<i>Piptocarpha axillaris</i> (Less.) Baker	Vassourão- graúdo	X		X	Pi <sup>10</sup>
	<i>Piptocarpha sellowii</i> (Sch. Bip.) Baker	Vassourão-preto		X		Pi <sup>1</sup>
	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	Vassourão	X	X		Pi <sup>2</sup>
	<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	Vassourão-piloso			X	Pi <sup>10</sup>
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba		X	X	Pi <sup>12</sup>
Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	Pimenteira	X		X	Pi <sup>10</sup>
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Esporão-de-galo	X			Si <sup>1</sup>
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R. A. Howard	Congonha		X	X	St <sup>12</sup>
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	Espinheira graúda			X	St <sup>7</sup>
	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart. ex Reiss	Espinheira-santa		X		St <sup>13</sup>
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers	Carne-de-vaca	X	X	X	Pi <sup>10</sup>
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	Sapopema		X	X	St <sup>9</sup>

continua...

TABELA 6 – Espécies da regeneração natural amostradas em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Fernandes Pinheiro, PR.

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência			GE
			CL	FL	PPR	
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil	Cocão	X		X	Pi <sup>10</sup>
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leiteiro			X	Pi <sup>12</sup>
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes brasiliensis</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Branquilha leiteiro		X		Si <sup>13</sup>
	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	Branquilha	X		X	Si <sup>2</sup>
	<i>Albizia edwallii</i> (Hoehne) Barneby & J.Grimes	Albizia		X		Si <sup>12</sup>
	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Timbó	X		X	Si <sup>2</sup>
	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	Jacarandá		X	X	Si <sup>13</sup>
Fabaceae	<i>Inga virescens</i> Benth.	Ingá-banana		X	X	Si <sup>12</sup>
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl	Lonchocarpus			X	Si <sup>2</sup>
	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva			X	Pi <sup>6</sup>
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	X			Pi <sup>2</sup>
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Monjoleiro	X		X	Si <sup>2</sup>
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Sprengel) Moldenke.	Tarumã	X		X	St <sup>2</sup>
	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	Canela-alho		X	X	St <sup>12</sup>
	<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez) Kosterm.	Canela crespa			X	Si <sup>13</sup>
	<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm	Canela-alho-graúda		X	X	Si <sup>12</sup>
	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	Canela de porco			X	Pi <sup>6</sup>
Lauraceae	Lauraceae ni	Lauraceae ni		X		-
	<i>Nectandra grandiflora</i> Nees.	Caneleira	X	X	X	Si <sup>8</sup>
	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-amarela			X	Si <sup>2</sup>
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta		X	X	Si <sup>2</sup>
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Canela-amarela		X	X	St <sup>12</sup>

continua...

TABELA 6 - Lista de espécies da regeneração natural amostrada em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Fernandes Pinheiro, PR.

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência			GE
			CL	FL	PPR	
Lauraceae	<i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	Sassafrás		X	X	St <sup>9</sup>
	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & Mart.) Barroso	Imbuia			X	Cl <sup>2</sup>
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-guaicá	X	X	X	Si <sup>2</sup>
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Esporão-de-galo		X	X	Pi <sup>9</sup>
Lythraceae	<i>Lafoensia vandelliana</i> Cham. & Schltdl	Dedaleiro		X		Pi <sup>6</sup>
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro		X	X	Si <sup>12</sup>
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss	Pau-de-ervilha		X	X	Cl <sup>8</sup>
Myrtaceae	<i>Caliptrantes</i> sp.	Caliptrante		X		-
	<i>Calyptranthes grandifolia</i> O. Berg	Caliptrantes-graúda	X		X	Si <sup>7</sup>
	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Sete-capote			X	St <sup>9</sup>
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guabiroba	X	X	X	St <sup>3</sup>
	<i>Curitiba prismatica</i> (D. Legrand) Salywon & L. R. Landrum	Murta	X	X	X	Si <sup>9</sup>
	<i>Eugenia involucrata</i> DC	Cereja		X		Cl <sup>8</sup>
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	X		X	Cl <sup>2</sup>
	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Batinga-vermelha			X	Pi <sup>6</sup>
	<i>Eugenia neoverrucosa</i> Sobral	Eugenia neoverrucosa			X	Cl <sup>15</sup>
	<i>Myrceugenia euosma</i> (O. Berg) D. Legrand	Guamirim-piloso	X		X	Pi <sup>12</sup>
	<i>Myrceugenia</i> sp.	Bolinha roxa			X	-
	<i>Myrcia arborescens</i> O. Berg	Guamirim ferro	X			Cl <sup>1</sup>
	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Mirtaceae vermelha	X		X	Cl <sup>9</sup>
	<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	Aperta-guéla	X	X	X	St <sup>9</sup>
	<i>Myrcia palustris</i> DC.	Cambuizinho	X		X	St <sup>1</sup>
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Guamirim-de-folha-fina		X	X	Si <sup>12</sup>

continua...

TABELA 6 - Lista de espécies da regeneração natural amostrada em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Fernandes Pinheiro, PR.

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência			GE
			CL	FL	PPR	
Myrtaceae	<i>Myrcianthes cisplatensis</i> (Cambess.) O.Berg	Araçá-do-prata	X		X	Si <sup>6</sup>
	<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg	Araçá-do-mato		X		Pi <sup>7</sup>
	<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) O. Berg	Cambuí-vermelho		X	X	St <sup>7</sup>
	Myrtaceae 1	Myrtaceae 1	X		X	-
	Myrtaceae 2	Myrtaceae 2	X	X	X	-
	Myrtaceae 3	Myrtaceae 3	X	X	X	-
	Myrtaceae 4	Mirtaceae ligustro	X		X	-
	Myrtaceae 5	Guamirim nervura	X			-
	Myrtaceae NI	Myrtaceae NI		X		-
NI	NI	NI		X	X	St <sup>10</sup>
Picramniaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Pau-amargo	X		X	St <sup>8</sup>
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lambertii</i> klotzsch ex Endl.	Pinheiro-bravo			X	St <sup>2</sup>
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.ex Roem.& Schult.	Capororoquinha	X	X	X	Pi <sup>12</sup>
	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Capororoca-vermelha	X	X	X	Cl <sup>11</sup>
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão		X	X	Pi <sup>13</sup>
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Carvalho	X			Si <sup>6</sup>
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva-japão	X		X	E
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo	X	X	X	St <sup>2</sup>
Rubiaceae	<i>Coussarea/Rudgea</i>	-		X		St <sup>9,10</sup>
	<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Jasmim-verdadeiro		X	X	St <sup>10</sup>
	Rubiaceae NI	Rubiaceae NI		X		-
	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll. Arg	Véu-de-noiva	X	X	X	St <sup>10</sup>

continua...

TABELA 6 - Lista de espécies da regeneração natural amostrada em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Fernandes Pinheiro, PR.

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência			GE
			CL	FL	PPR	
Rutaceae	<i>Citrus x limonia</i> (L.) Osbeck	Limão-do-mato			X	E
	<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S. Cowan) P.G. Waterman	Juvevê	X	X	X	Si <sup>8</sup>
	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Mamica-de-porca	X		X	Pi <sup>12</sup>
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl	Mamica-de-porca-graúda			X	Pi <sup>6</sup>
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos.	Banara	X		X	Pi <sup>1</sup>
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga-branca	X	X	X	Si <sub>8</sub>
	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Guaçatunga- graúda	X		X	Si <sup>10</sup>
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Guaçatunga-vermelha	X	X	X	Si <sup>10</sup>
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro-do-mato	X	X	X	Si <sup>9</sup>
	<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	Sucurá -graúdo			X	Si <sup>7</sup>
	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Sucará	X		X	Si <sup>12</sup>
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl	Vacum	X	X	X	Si <sup>12</sup>
	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk	Vacum-graúdo		X	X	Si <sup>7</sup>
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess	Camboatã		X	X	Si <sup>12</sup>
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk	Maria-preta			X	Pi <sup>6</sup>
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-pintado	X	X	X	St <sup>3</sup>
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Guatambu leite			X	Pi <sup>13</sup>
Simaroubaceae	<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	Pau-amargo		X		Si <sup>7</sup>
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Mata-boi			X	St <sup>14</sup>
	<i>Solanum</i> sp.	Solanum			X	-
	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	Fumeiro-bravo	X			Pi <sup>2</sup>
	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Canema			X	Pi <sup>7</sup>
	<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	Solanum			X	Pi <sup>14</sup>

continua...

TABELA 6 - Lista de espécies da regeneração natural amostrada em ordem alfabética de famílias nos três locais estudados e respectivos grupos ecológicos (GE) em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Fernandes Pinheiro, PR.

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência			GE
			CL	FL	PPR	
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Canela raposa	X		X	St <sup>4</sup>
Symplocaceae	<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	Maria-mole		X	X	Pi <sup>9</sup>
	<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.	Sete-sangria	X		X	St <sup>10</sup>
	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Simplocos			X	Pi <sup>7</sup>
Theaceae	<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	Santa Rita		X	X	Si <sup>7</sup>
Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Cataia	X	X	X	Si <sup>10</sup>

Em que: CL = Clareira; FL = FLONA; PPR = fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais; Pi = pioneira; Si = secundária inicial; St = secundária tardia; Cl = climática; E = exótica; <sup>1</sup>Backes e Irgang (2002); <sup>2</sup>Carpanezi e Carpanezi (2006); <sup>3</sup>Carvalho (2006); <sup>4</sup>Carvalho (2002); <sup>5</sup>Kersten et al. (2011); <sup>6</sup>Lorenzi (2008); <sup>7</sup>Lorenzi (2009); <sup>8</sup>Moscovich (2006); <sup>9</sup>Roik (2012); <sup>10</sup>Sawczuk (2009); <sup>11</sup>Silva et al. (2013); <sup>12</sup>Saueressig (2014); <sup>13</sup>Lorenzi (2009); <sup>14</sup>Guaratini et al. (2008); <sup>15</sup>Zama et al. (2012).

### 6.2.3 Área 2 (Clareira)

Foram encontrados 599 indivíduos de 54 espécies pertencentes a 26 famílias botânicas. Como nas áreas de PPR, a família Myrtaceae foi a que apresentou maior abundância de indivíduos (44,4%) seguida por Salicaceae (16,3%), Sapindaceae (7,3%) e Winteraceae (5,5%). Em termos de riqueza, a família Myrtaceae também apresentou o maior número de espécies com 15, sendo cinco delas morfoespécies identificadas até o nível de família, em seguida vem a família Salicaceae com seis espécies, e as famílias Aquifoliaceae e Fabaceae com três espécies cada. Ao contrário das Áreas 1 (FLONA) e 2 (PPR), nas áreas de Clareira a Classe I obteve o maior número de indivíduos amostrados (244), seguida pela Classe III (178) e II (117) (Tabela 7).

TABELA 7 – Florística das classes de tamanho da regeneração natural de espécies arbóreas amostradas em sete áreas de clareira oriundas de manejo florestal seletivo sustentável em pequena propriedade rural na Área 2, Fernandes Pinheiro, PR.

Classe de tamanho	n	S
Classe I	244	38
Classe II	117	33
Classe III	178	27

Em que: n = número de indivíduos; S = riqueza (número de espécies).

Com relação aos grupos ecológicos, do total dos indivíduos amostrados desconsiderando os não identificados, 64,4% pertencem ao grupo ecológico das secundárias iniciais, 17,6% ao grupo das secundárias tardias, 8,2% ao grupo das climácicas, 6,7% ao grupo ecológico das pioneiras e 3,1% correspondem a espécie exótica e ao híbrido conjuntamente (Tabela 9).

Para facilitar a comparação e discussão dos dados encontrados foram elaboradas as Tabelas 8, 9 e 10 com os resultados apresentados. Com relação a composição florística, a comparação com outros trabalhos nem sempre é uma questão simples. A inclusão de indivíduos regenerantes dentro das diferentes classes de tamanho não possui um critério definido, então, diversas metodologias são utilizadas ficando a critério do pesquisador o estabelecimento de limites de inclusão para cada classe de tamanho. Silva et al. (2010) consideraram duas categorias de tamanho para a regeneração natural, a primeira definida como plântulas compreendendo todos os indivíduos com até 0,20 m de altura e a categoria juvenil, considerando todos os indivíduos a partir de 0,21 m até 2,0 m de altura; Santos et al. (2015) consideraram como regeneração natural todos os indivíduos com

circunferência a altura do peito (CAP) menor ou igual a 15,0 cm e altura igual ou superior a 0,25 m. Devido a essas diferenças, a comparação da composição florística entre os trabalhos é dificultada e deve ser realizada com ressalvas.

TABELA 8 – Resultados encontrados para densidade de indivíduos por hectare e riqueza de espécies por classe de tamanho para FLONA e PPR.

	FLONA			PPR		
	n	ind.ha <sup>-1</sup>	S	n	ind.ha <sup>-1</sup>	S
CL I	180	6.923	40	398	8.652	71
CL II	239	3.064	29	426	3.087	72
CL III	352	1.934	36	561	1.742	70
Total	771	-	65	1.385	-	99

Em que: CL = Classe; PPR = fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais; n = número de indivíduos amostrados; ind.ha<sup>-1</sup> = número de indivíduos por hectare; S = riqueza (número de espécies).

Kellermann (2011), em estudo realizado na FOM no município de Caçador, Santa Catarina, considerou as mesmas classes de tamanhos utilizadas no presente estudo com total de 450 m<sup>2</sup> amostrados para as três classes, encontrando 3.506 indivíduos de 74 espécies pertencentes a 29 famílias. Silva et al. (2010) ao realizar o levantamento florístico da regeneração natural na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, ao considerar as categorias plântula e juvenil em área amostrada de 625 m<sup>2</sup> para primeira e 1.250 m<sup>2</sup> para a segunda categoria, encontraram no total 3.013 indivíduos pertencentes a 44 espécies de 23 famílias botânicas. Houve grande variação do número de indivíduos encontrados e uma elevada riqueza comparando o presente estudo com os citados.

Com relação aos grupos ecológicos (Tabela 9), apenas a Área 1 (FLONA) apresentou maior representatividade de indivíduos pertencentes a espécies classificadas como secundárias tardias. Esse fato se deve principalmente a grande abundância de indivíduos de *Coussarea/Rudgea*, sendo ambas espécies classificadas neste grupo ecológico; *C. contracta* e *R. jasminoides*, são espécies arbóreas de pequeno porte típicas de sub-bosque (PELLISSARI et al., 2016; ZAPPI, 2003) classificadas no grupo ecológico das secundárias tardias, ou seja, espécies que completam o ciclo de vida à sombra de outras árvores (CATHARINO et al., 2006), ainda, vale ressaltar que não foram encontrados indivíduos de espécies exóticas na Área 1.

Em ambas as situações na Área 2 (PPR e Clareira), a maior representatividade de indivíduos de espécies foram classificadas como secundárias iniciais, com tolerância intermediária à sombra (GANDOLFI, 2000), resultado esse esperado em decorrência dos

históricos de uso das áreas, onde a Área 2 (PPR) possui as mais variadas situações desde a extração de madeira até a soltura de animais de pastoreio e, a Área 2 (Clareira), em que ocorreu o experimento científico de manejo florestal seletivo sustentável. Essa situação será discutida de forma mais aprofundada analisando os resultados encontrados por classe de tamanho.

TABELA 9 – Grupos ecológicos encontrados para cada área avaliada.

GE	FLONA (%)	PPR (%)	Clareira (%)
Pioneira	11,9	13,4	6,7
Secundária inicial	12,5	56,4	64,4
Secundária tardia	71,5	20,7	17,6
Climácica	4,1	8	8,2
Exótica	-	1,5	3,1

Em que: GE = grupos ecológicos; PPR = fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais

Para comparar a riqueza de espécies entre as áreas avaliadas (Figura 11), foi padronizado o número de indivíduos em 599 (menor número de indivíduos amostrados, área de Clareira) e estimada a riqueza de espécies. De acordo com a curva de rarefação, PPR foi a área com maior riqueza de espécies (87), seguida pela FLONA (60) e áreas de Clareira (54).

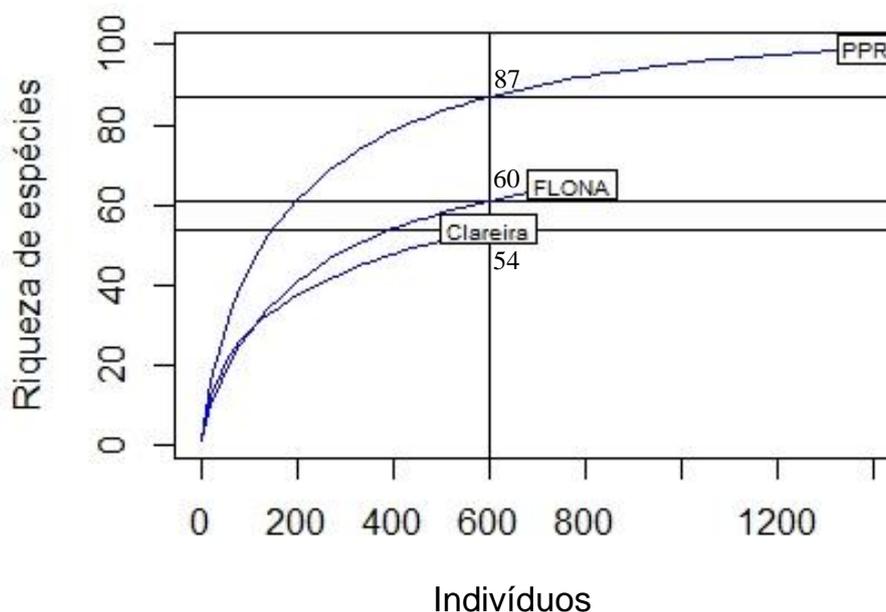


FIGURA 11 – Curva de rarefação para as três áreas avaliadas.

A alta heterogeneidade encontrada nas nove pequenas propriedades rurais, pode explicar a maior riqueza de espécies em comparação com as demais áreas. A FLONA

apresentou a segunda maior riqueza de espécies, estando em segundo lugar possivelmente devido ao seu estágio sucessional criando condições específicas a determinados grupos de espécies. Para as áreas de Clareira, a menor riqueza de espécies, em comparação com as demais áreas, pode ser devido ao seu histórico, onde aproximadamente três anos e meio (antes da medição), existia livre acesso de animais de pastoreio.

Em termos de riqueza e abundância considerando as famílias botânicas, Santos et al. (2010), em estudo sobre regeneração natural em fragmento conservado de FOM no Rio Grande do Sul, encontraram Myrtaceae como família mais numerosa e rica; mesmo resultado foi encontrado por Souza et al. (2012) em um relicto de FOM na Serra da Mantiqueira em São Paulo; em se tratando de abundância, esses trabalhos diferem dos resultados encontrados nesse estudo para a Área 1 (FLONA), onde a família com maior número de indivíduos foi a Rubiaceae (Tabela 10).

Kellermann (2011) encontrou Sapindaceae com maior abundância em fragmento conservado da FOM em Caçador, estado de Santa Catarina. Essas diferenças podem ocorrer devido a vários fatores, principalmente em função de variações ambientais ou distúrbios que ocorreram no passado (HIGUCHI, 2003), favorecendo determinado grupo de indivíduos em detrimento de outros.

Para a Área 2 (PPR e Clareira), ambas as situações possuindo algum nível de antropização, Myrtaceae foi a família que possuiu maior abundância de indivíduos e maior riqueza de espécies; Mazon (2014) em estudo de área silvipastoril em FOM no município de Turvo, PR, e Mahus (2002) ao avaliar propriedade rural particular no município de Vacaria, RS, também encontraram Myrtaceae como família mais rica e abundante, resultados esses que corroboram com os encontrados nesse estudo.

Ainda, em fragmento de FOM, Santos et al. (2015) avaliaram a regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em Lages, SC, e também encontraram Myrtaceae como a família mais representativa em termos de riqueza de espécies; essa situação é a mais próxima da abertura de clareira considerando a fitofisionomia estudada.

Diversos estudos sobre a composição florística e estrutural da FOM (SOLON, 1980; BARDDAL et al., 2004; KOZERA et al., 2006; ROIK, 2012; SILVA et al., 2012) apontaram a família Myrtaceae como a mais representativa da floresta, sendo de grande importância na determinação tanto da fisionomia quanto da estrutura dos remanescentes dessa tipologia florestal. Klein em 1984 já destacava que a submata dos pinhais é formada em particular por essa família, com um expressivo número de gêneros e espécies.

TABELA 10 – Famílias mais abundantes e que possuem maior riqueza de espécies nas áreas estudadas.

FLONA		PPR		Clareira	
Abundância					
Família	%	Família	%	Família	%
Rubiaceae	48,8	Myrtaceae	30,6	Myrtaceae	44,4
Myrtaceae	14,7	Salicaceae	13,6	Salicaceae	16,3
Lauraceae	12,6	Sapindaceae	10,5	Sapindaceae	7,3
Aquifoliaceae	4,5	Lauraceae	9,2	Winteraceae	5,5
Riqueza					
Família	S	Família	S	Família	S
Myrtaceae	12	Myrtaceae	20	Myrtaceae	15
Lauraceae	8	Lauraceae	11	Salicaceae	6
Aquifoliaceae	4	Salicaceae	7	Aquifoliaceae	3
Rubiaceae	4	Fabaceae	6	Fabaceae	3

Em que: PPR = fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais; S = riqueza (número de espécies).

Ao analisar separadamente a abundância de indivíduos de cada classe de tamanho em cada área avaliada, FLONA e PPR possuem maior número de indivíduos amostrados na Classe III devido a maior área amostrada, porém, a área de Clareira tem o maior número de indivíduos amostrados na Classe I (Tabela 11), mesmo tendo menor área amostral.

TABELA 11 – Número de indivíduos e riqueza de espécies por classe de tamanho para as áreas avaliadas.

Classe de Tamanho	FLONA		PPR		Clareira	
	n	S	n	S	n	S
Classe I	180	41	398	71	244	38
Classe II	239	34	426	73	117	33
Classe III	352	49	561	77	178	27

Em que: PPR = fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais; n = número de indivíduos; S = riqueza (número de espécies).

Segundo Martins (2001), após a abertura de clareira ou o desmatamento, a sucessão secundária, que envolve diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação, desde a regeneração natural até as árvores adultas, promove a colonização da área. Assim, devido a abertura do dossel, o banco de sementes, um dos mecanismos de regeneração natural, provavelmente foi ativado pela maior incidência luminosa fazendo com que os propágulos tivessem condições para germinação, originando novos indivíduos, fato esse que pode explicar a maior abundância de indivíduos amostrados na Classe I.

Ainda, 64,4% dos indivíduos regenerantes amostrados para a Área 2 (Clareira), desconsiderando os que não foram identificados, pertencem ao grupo ecológico das secundárias iniciais, 17,6% pertencem as secundárias tardias, 8,2% as climácicas, 6,7% ao grupo das pioneiras e 3,1% são indivíduos exóticos. Devido a nova condição de luminosidade após o manejo florestal seletivo, como explicar a alta porcentagem de regenerantes da Classe I no grupo ecológico das secundárias tardias e a baixa porcentagem de regenerantes no grupo das pioneiras?

Para responder essa pergunta, foram analisados os dados das parcelas permanentes do componente arbóreo realizado na propriedade em que ocorreu o manejo; assim, considerando a densidade e o grupo ecológico de indivíduos com DAP maior que 10 cm, 38,5% do total da amostra pertence ao grupo ecológico das secundárias iniciais, 25,8% as secundárias tardias, 17% as pioneiras e 15,2% as climácicas. Assim, é possível sugerir que a alta porcentagem de regenerantes da Classe I pertencentes ao grupo ecológico das secundárias tardias já faziam parte do banco de plântulas antes do manejo, recebendo luz difusa, sendo sombreadas pelos estratos superiores da floresta, situação propícia para a germinação de sementes de espécies pertencentes a esse grupo ecológico; ainda, vale ressaltar que devido ao baixíssimo impacto produzido pelas atividades de pesquisa em manejo florestal seletivo sustentável e, de acordo com esse estudo (analisando os grupos ecológicos), é possível concluir que os regenerantes que haviam antes das atividades não foram afetados de forma relevante.

Já a menor porcentagem de regenerantes da Classe I pertencentes ao grupo ecológico das pioneiras, pode ser devido a menor quantidade de sementes que compunham o banco de sementes, já que as informações da floresta estabelecida mostram que há uma menor densidade de indivíduos pertencentes a esse grupo ecológico na área. Ao estudar a regeneração natural em um maciço de bambu, Santos et al. (2015) concluíram que, apesar de estarem pouco representadas durante a fase com predominância de bambu, as espécies pioneiras podem dominar a regeneração após cinco anos do evento de mortalidade deste.

Para o caso das clareiras, é possível que não ocorra a situação mencionada pelos autores, pois como foi realizado o manejo florestal seletivo sustentável de baixo impacto, pequenas áreas foram abertas, e já estão sendo fechadas pela vegetação arbórea do entorno, que com maior disponibilidade de luz, crescem de forma rápida (observações de campo).

Já a menor abundância de indivíduos da Classe II nas áreas de Clareira, pode ser explicada pelo histórico da área em questão. Os dois hectares em que foram realizados o manejo florestal seletivo e, conseqüentemente, onde estão as clareiras objeto de estudo, era uma área em que ocorria o livre pastoreio de gado há pelo menos 10 anos, ou seja, uma perturbação crônica. Devido a pesquisa científica, a área foi cercada há aproximadamente três anos e meio. Assim, é possível sugerir que, atualmente, a baixa densidade de indivíduos na Classe II é uma consequência da baixa densidade de indivíduos da Classe I no passado, pois provavelmente os indivíduos não alcançavam a classe de tamanho seguinte por serem pisoteados e, ou, sofrerem herbivoria, alterando a riqueza e a estrutura da vegetação (COSTA et al., 2013; COSTA et al., 2016). A Classe III comparada com as outras duas situações (Área 1 (FLONA) e Área 2 (PPR)) possui menor densidade de indivíduos. Como possivelmente ocorrido para a Classe II, isso pode decorrer também por causa da perturbação crônica.

### 6.3 DIVERSIDADE

A diversidade de indivíduos regenerantes de espécies arbóreas, estimada pelo Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) e pelo Índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) por área e para as classes de tamanho avaliadas é apresentada na Tabela 12. Considerando todas as classes de tamanho, a Área 2 (PPR) apresentou valor de 3,88 o que indica alta diversidade. Já a Área 1 (FLONA) apresentou valor de 2,50. Vale ressaltar que esses valores são influenciados pelo número de indivíduos amostrados.

TABELA 12 – Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) por área e classe de tamanho da regeneração natural em fragmentos de FOM, Fernandes Pinheiro, Paraná.

Classes	FLONA		PPR		Clareira	
	$H'$	$J'$	$H'$	$J'$	$H'$	$J'$
Geral	2,50	0,60	3,88	0,85	3,04	0,76
CL I	2,79	0,76	3,80	0,89	3,17	0,87
CL II	2,06	0,59	3,66	0,85	2,55	0,73
CL III	2,33	0,60	3,53	0,81	2,30	0,70

Em que: PPR = fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais; CL I = Classe I; CL II = Classe II; CL III = Classe III.

Analisando o Índice de Shannon entre as áreas por classe de tamanho, é possível observar que, de forma geral, a diversidade vai decaindo conforme a classe de tamanho,

em razão da relação entrada e saída de indivíduos de diferentes espécies no sistema; muitos indivíduos germinam, porém nem todos encontram condições de chegar às maiores classes de tamanho devido as altas taxas de mortalidade ocasionadas por eventos bióticos (competição, predação, herbivoria) e abióticos (*stress* ambiental) (WHITMORE, 1989).

O índice de Equabilidade de Pielou variou pouco entre as áreas e as classes de tamanho (0,63 a 0,89), indicando distribuição uniforme das espécies em relação ao número de indivíduos amostrados. Em área de ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, SC, Souza et al. (2018) encontraram o valor de 3,06 para o índice de Shannon que, apesar de ser uma área de transição entre fitofisionomias sugerindo o aumento de número de espécies (ODUM, 1983), apresentou valor inferior ao encontrado para Área 2 (PPR). Santos et al. (2018), em estudo realizado em fragmento de FOM, apresentaram o valor de 3,42. O alto valor do Índice de Diversidade de Shannon para Área 2 (PPR), pode ser explicado pelo fato de que nove fragmentos com diferentes condições ambientais, diferentes históricos de uso e distantes entre si, juntos, apresentaram esse valor alto. Porém, considerando-se cada propriedade isoladamente, os Índices de Shannon variam de 1,24 a 3,62.

O Teste *t* de Hutchenson, ao considerar a regeneração natural como um todo, mostrou que existe diferença significativa em relação a diversidade entre as áreas estudadas (Figura 12a). Essas diferenças já eram previstas devido aos diferentes históricos de uso de cada fragmento, como já mencionado anteriormente. Comparando cada classe de tamanho separadamente para cada área, houve diferença significativa para a diversidade encontrada na Classe II (Figura 12c) entre os fragmentos e, o teste apontou que não houve diferença em termos de diversidade entre a Área 1 (FLONA) e Área 2 (Clareira) para Classe I e III (Figura 12b, d).

A possível similaridade de diversidade entre a Área 1 (FLONA) e a Área 2 (Clareira) para as Classes I e III ocorre pelo fato de que o índice de Shannon nessas situações alcançou valores muito semelhantes. Considerando-se o histórico de uso anterior a pesquisa em manejo florestal seletivo sustentável da Área 2 (Clareira), a Área 1 (FLONA) por se tratar de uma área conservada, sugeriria maior diversidade de espécies que essas áreas que possuíam até pouco tempo atrás animais de pastoreio soltos.

Geral	FLONA	PPR	Clareira
FLONA	-	17,146**	4,858**
PPR	-	-	13,7**
Clareira	-	-	-

a)

Classe I	FLONA	PPR	Clareira
FLONA	-	7,101**	-2,6 <sup>ns</sup>
PPR	-	-	6,498**
Clareira	-	-	-

b)

Classe II	FLONA	PPR	Clareira
FLONA	-	12,765**	-3**
PPR	-	-	9,399**
Clareira	-	-	-

c)

Classe III	FLONA	PPR	Clareira
FLONA	-	-9,334**	1,2 <sup>ns</sup>
PPR	-	-	10,848**
Clareira	-	-	-

d)

FIGURA 12: Matriz de dados com resultados de  $t$  calculado e nível de significância do Teste  $t$  de Hutchenson, para o Índice de Diversidade de Shannon entre as áreas avaliadas e classes de tamanho.

Uma possível explicação para esse fato é o estágio de desenvolvimento da Área 1 (FLONA) que, ao que tudo indica, está avançado, criando condições que garantem o sucesso em termos de diversidade e densidade de alguns indivíduos, principalmente das espécies que pertencem ao grupo ecológico das secundárias tardias e climácicas como *Coussarea/Rudgea*. Vefago (2017) ao estudar diferentes fragmentos de FOM no Planalto Sul Catarinense, destacou a grande presença de espécies tardias no sub-bosque; Vicente-Silva et al. (2016), ao avaliarem gradientes sucessionais em áreas de FOM, afirmaram que setores não perturbados, em avançado estágio de sucessão, são caracterizados por apresentar sub-bosque com espécies tardias. Então, essa seletividade pode ser uma explicação para a equiparação estatística da diversidade da FLONA com as áreas de Clareira, em vista aos resultados já apresentados neste estudo.

Mazon (2014) ao comparar na FOM a diversidade de uma área com sistema silvipastoril e uma floresta secundária, ambas no município de Turvo, PR, encontrou resultados similares ao desse estudo: ocorreu diferença significativa entre as áreas quando considerada a regeneração natural como um todo e também entre as Classes II e III, ao ponto que na Classe I não existiu diferença significativa. O autor explicou a similaridade entre as áreas para a Classe I com o fato de ocorrer o mesmo número de espécie para ambos os fragmentos.

## 6.4 ESTRUTURA HORIZONTAL DA REGENERAÇÃO NATURAL E DOS INDIVÍDUOS ESTABELECIDOS

### 6.4.1 Área 1 (FLONA)

#### 6.4.1.1 Regeneração natural - FLONA

Analisando cada classe separadamente, a Classe I foi a que apresentou maior número de indivíduos por hectare com 6.923, a Classe II com 3.064 ind.ha<sup>-1</sup> e a Classe III com 1.934 ind.ha<sup>-1</sup>. Apesar de ter o menor número de indivíduos por hectare, a Classe III foi a que apresentou maior riqueza com 48 espécies, seguida pela Classe I, com 40 espécies e a Classe II com 33 espécies. Higuchi et al. (2015) encontraram em fragmento de FOM no Planalto Catarinense 26.480 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe I, 5.600 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe II e 1.790 ind.ha<sup>-1</sup> para Classe III. Os critérios de inclusão de indivíduos nas diferentes classes de tamanho, além do tamanho da unidade de amostra utilizados pelos autores diferem dos critérios estabelecidos para esse estudo. Na pesquisa mencionada, foram incluídos na Classe I indivíduos a partir de 0,20 m de altura e para Classe III incluíram indivíduos até 5 cm de DAP, o que pode justificar parte das diferenças na densidade apresentada para as classes em questão.

Em fragmento conservado de FOM em Caçador, SC, Kellermann (2011) utilizando metodologia de Finol (1971) para determinação das classes de tamanho, diferindo deste estudo apenas em relação ao limite mínimo de inclusão da Classe I (0,10 m), encontrou 15.333 ind.ha<sup>-1</sup> para Classe I, 2.444 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe II e 756 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe III. Os resultados apresentados, mostram que ocorre o decréscimo do número de indivíduos ao longo das classes, Higuchi et al. (2015) sugeriram que essa redução de densidade entre as classes de tamanho é devido a existência de um forte gargalo demográfico que pode estar associado à baixa produção de sementes, a ausência de dispersores de sementes, a predação de plântulas, a concorrência radicular e mudanças nas condições ambientais (STEVENS, 1999).

Ainda com relação aos resultados, cabe destacar a diferença de densidade da Classe I do presente estudo com os citados, podendo ser essa diferença ocasionada justamente pela maior intensidade desses gargalos atuando no estabelecimento de regenerantes na Área 1 (FLONA) no período avaliado, além da diferença de intensidade amostral e limites de inclusão de cada classe.

As 10 espécies com maior regeneração natural total (RNT) perfizeram juntas 60,9% do potencial de regeneração natural da área (Tabela 13). Com o intuito de reduzir o banco de informações, apenas as espécies com valor de RNT superior a 1% são apresentadas. Estas espécies estão descritas em ordem decrescente com base no RNT.

TABELA 13 – Espécies com maior valor de Regeneração Natural Total (RNT), com respectivos valores de Densidade Relativa (DR) e Frequência Relativa (FR) por classe de tamanho (CL I, CL II, CL III), em um remanescente de FOM na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, PR.

Espécies	DR (%)			FR (%)			RNT (%)
	CL I	CL II	CL III	CL I	CL II	CL III	
<i>Coussarea/Rudgea</i>	14,20	14,52	8,39	4,23	4,23	4,23	24,89
<i>Ocotea odorifera</i>	14,52	2,58	0,55	2,82	1,76	1,76	12,00
<i>Myrciaria floribunda</i>	1,94	1,72	0,88	1,41	2,11	3,52	5,79
<i>Myrcia hebeptala</i>	0,97	0,43	0,97	0,70	1,06	3,17	3,65
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,97	0,97	0,37	1,06	1,41	2,11	3,44
<i>Myrsine umbellata</i>	1,61	0,43	0,37	1,06	0,70	1,76	2,97
<i>Ilex theezans</i>	2,26	0,11	0,09	1,41	0,35	0,70	2,46
<i>Psychotria vellosiana</i>	0,65	0,22	0,46	0,70	0,70	1,76	2,25
NI	0,32	0,75	0,18	0,35	1,76	1,06	2,21
<i>Nectandra megapotamica</i>	0,97	0,32	0,14	0,70	1,06	0,70	1,95
<i>Allophylus petiolulatus</i>	0,65	0,32	0,23	0,70	1,06	0,70	1,83
<i>Matayba elaeagnoides</i>	1,29	0,11	0	1,41	0,35	0	1,58
<i>Sloanea hirsuta</i>	0,65	0,22	0,09	0,70	0,70	0,70	1,53
<i>Myrcia splendens</i>	1,61	0	0	1,41	0,00	0	1,51
<i>Strychnos brasiliensis</i>	0,32	0,32	0,18	0,35	1,06	0,70	1,47
<i>Dalbergia frutescens</i>	1,29	0,22	0	0,70	0,70	0	1,46
<i>Schefflera morototoni</i>	0,97	0	0,14	0,70	0	1,06	1,43
<i>Cupania vernalis</i>	0,65	0,22	0,05	0,70	0,70	0,35	1,33
Caliptrantes	0,65	0,11	0,14	0,70	0,35	0,70	1,33
Myrtaceae NI	0,97	0,11	0,14	0,35	0,35	0,70	1,31
<i>Laplacea fruticosa</i>	0,65	0	0,18	0,70	0	1,06	1,30
<i>Casearia decandra</i>	0,65	0	0,14	0,70	0	1,06	1,27
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,97	0,11	0	1,06	0,35	0	1,24
<i>Annona rugulosa</i>	0,65	0,11	0,09	0,35	0,35	0,70	1,13
<i>Cedrela fissilis</i>	0,97	0,22	0	0,35	0,70	0	1,12

Para a Área 1 (FLONA), a espécie *Coussarea/Rudgea* foi a que apresentou maior potencial de regeneração natural. Entre as três classes avaliadas, possui menor densidade relativa na Classe III (densidade absoluta de 973 ind.ha<sup>-1</sup>), porém, este valor é mais alto do que o apresentado para as outras espécies na mesma classe; possui ainda a mesma

frequência relativa para todas as classes de tamanho, ocorrendo em 92% das parcelas avaliadas. Esta espécie pertence ao grupo ecológico das secundárias tardias.

*O. odorifera* foi a segunda espécie com maior potencial de regeneração natural, possuindo maior densidade e frequência relativa (densidade absoluta de 1.731 ind.ha<sup>-1</sup>) na Classe I, ocorrendo em 62% das parcelas avaliadas e também pertencente ao grupo ecológico das secundárias tardias. *M. floribunda* foi a terceira espécie com maior potencial de regeneração natural, apresentando valores de densidade e frequência relativas bem inferiores aos encontrados para as duas primeiras espécies; possui maior densidade relativa para a Classe I (densidade absoluta de 231 ind.ha<sup>-1</sup>) e maior frequência relativa para a Classe III, ocorrendo em 31% das parcelas avaliadas.

A maioria das espécies com maior RNT, apresenta um padrão na densidade relativa entre as classes, de forma decrescente da Classe I para a Classe III. Algumas espécies possuem descontinuidade nesse padrão não possuindo regenerantes em algumas classes como *M. elaeagnoides*, *M. splendens*, *D. frutescens*, *S. morotoni*, *L. fruticosa*, *C. decandra*, *C. xanthocarpa* e *C. fissilis*. A descontinuidade da regeneração natural dentro das classes de tamanho pode caracterizá-la como pobre (BLANC et al., 2000) e, como já citado, pode ser consequência de diversos fatores bióticos e abióticos. A não existência de indivíduos pertencentes principalmente nas Classes I e II pode comprometer a manutenção de populações a longo prazo.

Realizando uma análise individual em cada parcela amostrada (Tabela 14), é possível perceber grande variação com relação a quantidade de indivíduos por hectare e a riqueza encontrada em cada parcela.

Considerando os valores totais, as parcelas avaliadas apresentaram número de indivíduos por hectare entre 2.381 e 33.024, e riqueza de espécies entre sete e 24. A parcela que apresentou o maior número de indivíduos e a maior riqueza de espécies foi a parcela cinco, seguida da parcela oito. As que apresentaram os menores valores para as variáveis analisadas foram a 13, dois e 11, onde a parcela 13 estava totalmente dominada pela espécie de taquara *Merostachys multiramea* Hackel ocorrendo poucos indivíduos arbóreos e poucos regenerantes; na parcela dois também havia taquara, porém, em menor quantidade. Padrões de diversidade, composição e estrutura florística, são afetados com a presença de maciços de bambus ou taquaras no interior da floresta (SOUZA et al., 2015), devido à redução de luminosidade, o acúmulo de serapilheira e a competição interespecífica (LARPKERN et al., 2011), o processo de regeneração natural é dificultado

(KELLERMANN, 2011), podendo até ser inibido em vista dos resultados encontrados para esse ambiente.

TABELA 14 – Número de indivíduos por hectare (ind.ha<sup>-1</sup>) e riqueza de espécies (S) para as 13 parcelas avaliadas na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, PR.

Bloco	Parcela	Classe I		Classe II		Classe III		Total	
		ind.ha <sup>-1</sup>	S						
1	1	6.000	7	4.333	7	3.500	17	13.833	20
3	2	3.000	5	1.000	4	1.429	7	5.429	11
5	3	5.000	7	2.833	8	3.643	5	11.476	15
7	4	7.000	9	4.000	8	1.786	14	12.786	19
9	5	23.000	9	7.167	10	2.857	17	33.024	24
11	6	6.000	9	1.333	3	1.143	4	8.476	13
13	7	3.500	3	1.500	3	786	7	5.786	9
15	8	11.000	13	4.167	7	1.786	9	16.952	18
17	9	8.000	8	3.500	8	1.929	13	13.429	21
19	10	4.000	4	4.500	5	3.286	10	11.786	14
21	11	3.000	2	1.667	4	929	4	5.595	7
23	12	8.500	10	3.667	7	1.857	10	14.024	17
25	13	2.000	4	167	1	214	3	2.381	8

Na parcela 11, por sua vez, há elevada densidade de pteridófitas de porte arbóreo bem como grande quantidade de regeneração destas, formando um ambiente com pouca luminosidade e de grande concorrência interespecífica para os regenerantes de espécies arbóreas. A distribuição, a abundância e a composição da comunidade de plântulas dentro de uma área são influenciadas justamente pela heterogeneidade ambiental no sub-bosque que é responsável por criar diferentes nichos de regeneração para as espécies arbóreas (GARCIA-GUZMAN e BENITEZ-MALVIDO, 2003).

#### 6.4.1.2 Estrato arbóreo - FLONA

Foram amostrados 1.911 indivíduos arbóreos com DAP maior ou igual a 10 cm, totalizando 96 espécies distribuídas em 36 famílias botânicas. As famílias com maior número de indivíduos foram Lauraceae (25,4%), Myrtaceae (11,3%), Aquifoliaceae (10%), Salicaceae (7,8%) e Araucariaceae (6,7%) e, as famílias com maior número de espécies foram Myrtaceae (17), Lauraceae (12), Fabaceae (7) e Salicaceae (6). Os indivíduos regenerantes somaram um número menor de espécies e famílias botânicas, 65 e 28, respectivamente. Com relação a regeneração natural, desconsiderando Rubiaceae que foi a família mais abundante, as demais famílias seguem o mesmo padrão de

abundância que o estrato arbóreo para Lauraceae, Myrtaceae e Aquifoliaceae; e em termos de riqueza, para Lauraceae e Myrtaceae.

A estrutura horizontal das espécies arbóreas estabelecidas é apresentada na Tabela 15. Com o intuito de reduzir o banco de informações, apenas as espécies com Valor de Importância (VI) superior a 1% são apresentadas. Estas espécies estão descritas em ordem decrescente com base no VI.

TABELA 15 – Estrutura horizontal das espécies estabelecidas com maior Valor de Importância (VI) em um fragmento conservado de FOM na Área 1 (FLONA), Fernandes Pinheiro, PR.

Espécie	DR (%)	DoR (%)	FR (%)	VI (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	6,70	27,71	2,69	12,36
<i>Ocotea odorifera</i>	10,83	6,58	2,07	6,49
<i>Ilex paraguariensis</i>	8,48	5,61	2,69	5,59
<i>Ocotea porosa</i>	2,56	7,98	1,86	4,13
<i>Nectandra grandiflora</i>	4,76	4,19	2,48	3,81
<i>Cedrela fissilis</i>	2,67	5,55	2,48	3,56
<i>Casearia decandra</i>	4,24	2,28	2,48	3,00
<i>Nectandra megapotamica</i>	3,04	2,91	2,69	2,88
<i>Ocotea puberula</i>	1,94	4,26	2,27	2,82
<i>Matayba elaeagnoides</i>	2,77	3,43	2,07	2,76
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2,93	2,26	2,48	2,56
<i>Coussarea contracta</i>	3,24	0,94	2,27	2,15
<i>Myrcia hebetata</i>	2,62	0,80	2,48	1,97
<i>Mimosa scabrella</i>	3,77	1,70	0,21	1,89
<i>Psychotria vellosiana</i>	1,88	1,39	2,27	1,85
<i>Myrciaria floribunda</i>	2,56	0,71	2,27	1,85
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	1,26	2,24	1,65	1,72
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	1,83	0,99	2,27	1,70
<i>Myrsine umbellata</i>	2,15	0,84	2,07	1,68
<i>Prunus myrtifolia</i>	1,88	0,85	2,27	1,67
<i>Casearia sylvestris</i>	1,99	0,90	2,07	1,65
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	1,47	1,33	1,86	1,55
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1,10	1,08	2,07	1,42
<i>Eugenia involucrata</i>	1,15	0,60	2,27	1,34
<i>Ilex theezans</i>	1,20	0,69	2,07	1,32
<i>Casearia obliqua</i>	0,99	0,72	1,65	1,12
<i>Jacaranda micrantha</i>	0,73	0,43	1,86	1,01

Em que: DR (%) = Densidade relativa; DoR (%) = Dominância relativa; FR (%) = Frequência relativa; VI (%) = Valor de importância.

Para as espécies estabelecidas *A. angustifolia* foi a espécie mais importante, seguida por *O. odorifera*, *I. paraguariensis* e *O. porosa*. Apesar do valor baixo para

densidade relativa (densidade absoluta de 39 ind.ha<sup>-1</sup>), destaca-se a importância da *A. angustifolia* à sua dominância relativa (dominância absoluta de 9,02 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) e a frequência, ocorrendo em 100% das parcelas avaliadas. *O. odorifera* possui a maior densidade relativa (densidade absoluta de 64 ind.ha<sup>-1</sup>) e dominância representativa (2,17 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), *I. paraguariensis* foi encontrada em 100% das parcelas e possui a segunda maior densidade relativa (densidade absoluta de 50 ind.ha<sup>-1</sup>).

Analisando a florística das espécies regenerantes, 10 delas não foram encontradas dentre as espécies estabelecidas da área considerada para esse estudo. São elas: *A. edwallii*, *A. rugulosa*, *C. amoenum*, *C. paniculata*, *M. gardneriana*, *P. sellowii*, *S. morotoni*, *S. brasiliensis*, *S. brasiliensis* e *T. elegans*. Ao analisar as demais parcelas permanentes que existem na área, mas que não foram consideradas para as análises realizadas nesse estudo, todas as espécies citadas foram registradas.

Entre os grandes desafios da ecologia está a previsão e o entendimento das flutuações que ocorrem nas populações biológicas (JURINITZ, 2010). De acordo com os dados apresentados para a regeneração natural e para os indivíduos do estrato arbóreo para a FLONA de Irati (Área 1), a longo prazo apenas *O. odorifera* possui chances de continuar sendo uma das espécies mais importantes para o estrato adulto de acordo com os resultados encontrados, pois a espécie apresentou o segundo maior potencial de regeneração natural indicando estabilidade de ingressos de indivíduos nas classes de tamanho e o segundo maior valor de importância considerando os indivíduos estabelecidos.

Dalmaso et al. (2013), ao estudarem os padrões espaciais de *O. odorifera* no mesmo local de estudo, afirmaram a excelente capacidade de regeneração natural que esta possui. Os mesmos autores, ao analisarem as classes de distribuição de diâmetros considerando além da regeneração natural, os indivíduos do estrato arbóreo, encontraram uma configuração diamétrica na forma de “J-invertido” para a espécie, confirmando o bom estoque de indivíduos nas classes iniciais, corroborando com os resultados encontrados nesse estudo.

Ao analisar os dados das espécies estabelecidas, em um período de 15 anos (2002-2017) para a área amostrada, *O. odorifera* obteve uma taxa de recrutamento anual de 0,59%. Mailson (2012), avaliando a dinâmica desta mesma floresta, encontrou *O. odorifera* como uma das espécies mais representativas com relação ao número total de indivíduos recrutados.

Em vista dos resultados encontrados, é possível afirmar que *O. odorifera* apresenta equilíbrio populacional, e está absolutamente adaptada às condições ambientais desse fragmento tendo grandes chances de continuar compondo a estrutura da floresta em questão ao longo do tempo.

*Coussarea/Rudgea* foi a espécie que apresentou maior potencial de regeneração natural. Sendo as duas espécies, *C. contracta* e *R. jasminoides*, partes inquestionavelmente integrantes e estruturantes do sistema, serão discutidas questões ecológicas de cada uma delas dentro da disponibilidade de informações científicas encontradas.

*C. contracta* foi caracterizada como ocorrente do estrato inferior (sub-bosque) na FOM, sendo a espécie com destaque de importância com relação a área basal considerando esse estrato na FLONA de Irati (PELLISSARI et al., 2016) no período de 2002, 2008 e 2014. Os dados da remedição de 2017, considerando os blocos ímpares, continuam colocando essa espécie entre as 10 com os maiores valores de importância para o estrato arbóreo como demonstrado nesse estudo.

Para entender melhor a relação do potencial de regeneração natural com as taxas de recrutamento para a espécie, foram analisados os dados resultantes do monitoramento da área amostrada em um período de 15 anos (2002-2017), em que *C. contracta* obteve taxa média de recrutamento anual de 3,6%; no primeiro ano de medição (2002) foram amostrados 47 indivíduos, após, a cada três anos a floresta foi remediada sendo recrutados 12, 7, 8, 4 e 1 indivíduos a cada ano. É possível detectar que ao longo dos anos houve um decréscimo de indivíduos recrutados de *C. contracta*, principalmente a partir da terceira remedição.

*R. jasminoides*, ao contrário de *C. contracta*, não apareceu entre as 10 espécies com maior valor de importância para o estrato arbóreo, apesar de poder ser a espécie com o maior potencial de regeneração natural. Ao analisar os dados de monitoramento das espécies estabelecidas, também em um período de 15 anos (2002-2017), *R. jasminoides* obteve taxa de recrutamento anual de 9,7%. Oposto ao resultado encontrado para *C. contracta*, ao longo do monitoramento da floresta, *R. jasminoides* teve um acréscimo do número de indivíduos durante o período de avaliação, obtendo uma taxa de recrutamento de mais que o dobro encontrado para *C. contracta*.

Estudando a ecologia de *R. jasminoides*, Jurinitz (2011) comparou diversos fragmentos florestais na região do Planalto Atlântico Paulista, e observou que a espécie em questão mostrou-se sensível aos efeitos da fragmentação tendo a densidade e a

estrutura populacional alterada conforme o tamanho do fragmento, sendo típica de sub-bosque, sua densidade foi mais elevada no maior fragmento florestal avaliado sendo considerado este em estágio sucessional tardio.

Ao descrever a estrutura de sub-bosque de relictos de FOM em quatro diferentes cidades do estado de São Paulo, Polisel et al. (2013) encontraram elevada representatividade de espécies da família Rubiaceae, mesma família de *C. contracta* e *R. jasminoides*, assim, é possível sugerir que a presença de espécies desse gênero com alta representatividade no sub-bosque da floresta pode indicar alguma similaridade ambiental entre os ambientes ou, serem elas indicadoras de estágio sucessional avançado podendo ser uma tendência ao longo do tempo para essa tipologia florestal. Tal como a *O. odorifera*, *Coussarea/Rudgea* também pode estar absolutamente adaptada às condições ambientais da FLONA de Irati.

Os resultados encontrados sugerem que, certamente, a estrutura do sub-bosque irá sofrer alterações gradativas ao longo do tempo, pois *Coussarea/Rudgea* encontra-se bem representada nas três classes de tamanho avaliadas para regeneração natural e, é possível considerar que grande parte dos indivíduos amostrados possam ser determinados como *R. jasminoides*, pois de acordo com os dados de monitoramento, nos últimos anos essa espécie tem tido sucesso no estabelecimento de indivíduos no sistema.

Apesar da *A. angustifolia* ser a espécie mais importante do componente arbóreo estabelecido, ela ocorreu de forma inexpressiva na regeneração natural, sendo amostrados apenas três indivíduos. Diversos estudos sobre o componente arbóreo regenerante realizados na FOM em ambientes variados (CALDATO et al., 1996; MAUHS, 2002; NARVAES et al., 2005; SILVA et al., 2010; KELLERMANN, 2011; SOUZA et al., 2012; VEFAGO, 2017; SOUZA et al., 2018) corroboram com o resultado encontrado para FLONA de Irati em relação a essa espécie. A maioria desses autores relatou que a principal causa da baixa densidade de regenerantes de araucária é a sua condição ecológica, sendo ela exigente em relação a luminosidade possuindo dificuldade em seu estabelecimento no interior da floresta, necessitando para seu desenvolvimento pleno, alterações no regime de luz.

Depois de 22 anos do primeiro relato encontrado sobre a baixa representatividade de regenerantes de araucária em fragmentos de FOM (CALDATO et al., 1996), os resultados continuam apontando a mesma situação. Essa tendência é preocupante, pois em função da sua importância econômica e ecológica, a araucária pode estar em um processo de diminuição gradual de sua população nas áreas de FOM

(KELLERMANN, 2011), o que pode ocasionar a total descaracterização dessa fitofisionomia da forma como a conhecemos hoje.

Parte dos autores citados declara que a araucária necessita de perturbações na floresta para se desenvolver, como por exemplo, a abertura de clareiras. Em vista da baixa representatividade da espécie, Narvaes et al. (2005) justificaram a implementação de tratamentos silviculturais e plantios de enriquecimento que beneficiem o seu desenvolvimento, por ser a araucária uma espécie de grande interesse comercial.

Trazendo um cenário mais otimista para a situação da araucária, Lusk et al. (2015) observaram este padrão de baixa densidade de indivíduos de gimnospermas, como sendo frequentemente observado em florestas mistas em diferentes partes do mundo. Se a baixa representatividade de regenerantes dessa espécie é algo comum, como explicar o sucesso atual da araucária no seu estabelecimento e desenvolvimento até dominar o dossel?

Ao estudar a distribuição diamétrica de *A. angustifolia* em um fragmento de FOM no Paraná, Machado et al. (2009) concluíram que a distribuição diamétrica dessa espécie para a área estudada, apresentou-se como unimodal e simétrica. Em 1998, Machado et al. utilizando dados de um grande número de parcelas medidas nos Estados no Paraná e Santa Catarina, também encontraram distribuição unimodal para araucária. A distribuição diamétrica unimodal é característica de florestas equiâneas, ou seja, de indivíduos que possuem a mesma idade; porém, apesar de a araucária possuir esse tipo de distribuição diamétrica, não quer dizer que as araucárias nativas possuem a mesma idade, mas sim coortes aproximadas, caracterizando uma fase cíclica de estabelecimento dessa espécie.

Ainda sobre uma possível fase cíclica da *A. angustifolia*, na FLONA de Três Barras em Santa Catarina, ao estudar a dinâmica da FOM em um período de sete anos, foi verificado aumento da taxa de mortalidade ao fim do período avaliado para a araucária, sendo esse aumento, um dos maiores registrados em comparação a outras espécies (Gomes, 2018, dados não publicados). Ainda nessa mesma área, foi possível observar que vários indivíduos da espécie que compunham o dossel estavam claramente morrendo (observações realizadas em campo).

Em vista do exposto, é possível sugerir algumas situações. A primeira é a de que em áreas conservadas, onde a luminosidade no interior da floresta é considerada baixa, a regeneração natural de araucária pode ser comprometida vindo a poder deixar de ser característica dessa fitofisionomia; a segunda é a de que as populações de araucária se

regeneram, crescem e se desenvolvem em longos ciclos, onde ocorreria a morte senil dos indivíduos dessa espécie que dominam o dossel em um intervalo de tempo próximo, estabelecendo uma condição luminosa favorável a germinação e desenvolvimento da espécie em um intervalo de tempo também próximo caracterizando as coortes, iniciando assim um novo ciclo, determinando a curva unimodal; e a terceira situação é a de que, em vista da sua necessidade de luz para se desenvolver de forma plena, a espécie vai se regenerando em áreas abertas e se estabelecendo nos estratos superiores, expandindo as fronteiras da floresta e criando condições ambientais para que toda a comunidade florestal avance com ela, como se a floresta com araucária fosse “caminhando” sobre os campos, o que justificaria hoje a baixa representatividade desses indivíduos no interior da floresta; Menegatti et al. (2014) ao analisarem a relação etnobotânica dos proprietários rurais com os recursos florestais relataram sobre a expansão da área florestal (não especificando espécies) sobre a área de campo em estudo realizado em Urupema, SC.

Independentemente de qualquer questão, a situação da regeneração natural de araucária requer atenção e estudos mais detalhados e específicos para essa temática com o intuito de encontrar resultados conclusivos para a situação, propondo, se necessário, planos de ação.

Para verificar se houve similaridade florística entre o estrato regenerante e o estrato arbóreo na Área 1 (FLONA), foi calculado o índice de similaridade de Jaccard e criado um Dendrograma (Figura 13), sendo as parcelas da regeneração natural identificadas por “R” e as parcelas referentes ao estrato arbóreo, representadas pela letra “A”.

Para a definição dos grupos, traçou-se uma linha de corte ou *linha fenon* paralela ao eixo horizontal (LONGHI, 1997; SOUZA et al., 2006; RODE, 2008) que interceptou seis ramos de ligações, assim as 26 parcelas avaliadas foram divididas em seis grupos (Grupo 1, 2, 3, 4, 5 e 6) distintos de acordo com sua composição florística.

Os Grupos 1 e 2 foram formados por apenas uma parcela cada, sendo elas representantes da regeneração natural. O Grupo 3, foi formado por quatro parcelas da regeneração natural; o Grupo 4, foi formado exclusivamente por 12 parcelas que representam o estrato arbóreo; o Grupo 5 foi formado também por apenas uma parcela, porém, representante do estrato arbóreo e por fim, o Grupo 6, formado por sete parcelas da regeneração natural.

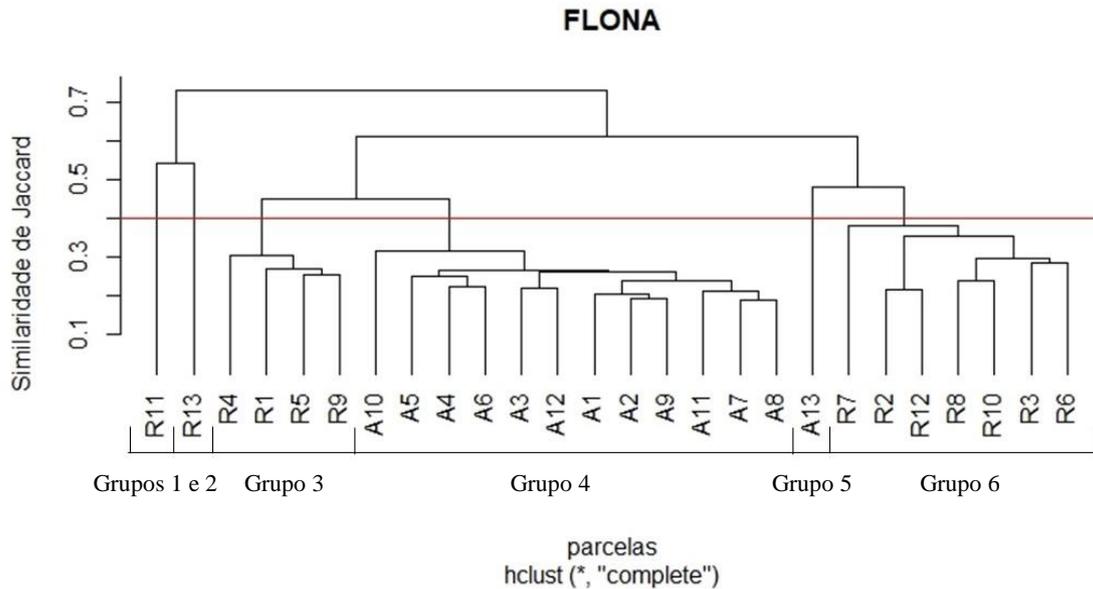


FIGURA 13: Dendrograma obtido pelo índice de similaridade de Jaccard, Área 1 (FLONA)

É possível observar que não ocorreu agrupamento envolvendo parcelas amostradas da regeneração natural e estrato arbóreo. As parcelas R11 e R13, representantes da regeneração natural, que formaram o Grupo 1 e 2, respectivamente, não são similares às demais parcelas da regeneração natural por possuírem condições ambientais diferenciadas, sendo a primeira em local com elevada densidade de pteridófitas e seus regenerantes e a segunda parcela estando em local dominado por taquara da espécie *Merostachys multiramea*, sendo essas condições desfavoráveis ao desenvolvimento de regenerantes de espécies arbóreas devido principalmente a alta competição interespecífica, conseqüentemente, apresentando baixa riqueza de espécies. Já o Grupo 3 se diferencia do Grupo 6, por suas parcelas apresentarem maior riqueza de espécies.

A única parcela do estrato arbóreo que se diferencia das demais do mesmo estrato, é a parcela A13, que formou sozinha o Grupo 5, sendo a mesma situação encontrada para parcela R13 da regeneração natural, ou seja, local dominado por taquara, apresentando baixa riqueza de espécie com relação as demais parcelas do estrato arbóreo.

De acordo com a análise de agrupamento, o estrato formado pela regeneração natural não é similar em termos florísticos ao estrato arbóreo atual. Assim, é possível apontar possíveis mudanças a longo prazo na florística e estrutura da FOM para a Área 1 (FLONA).

## 6.4.2 Área 2 (PPR)

### 6.4.2.1 Regeneração natural - PPR

Diferentemente dos trabalhos encontrados para áreas conservadas, que traziam seus resultados de densidade por classe de tamanho, os trabalhos encontrados para áreas com algum grau de antropização trazem resultados para a regeneração natural como um todo, onde alguns deles não separaram a regeneração natural em classes de tamanho. Assim, as devidas ressalvas serão realizadas para a discussão dos resultados.

Os dados amostrados em todas as propriedades mostram que a Classe I é a que apresenta maior número de indivíduos por hectare com 8.652, a Classe II apresentou 3.087 ind.ha<sup>-1</sup> e a Classe III com 1.727 ind.ha<sup>-1</sup>. Assim como na Área 1 (FLONA), a Classe III foi a que apresentou maior riqueza de espécies com 77 espécies. A Classe II apresentou 73 espécies e a Classe I, 71 espécies. Ao estudar áreas de preservação permanente com pecuária no município de Caçador, SC, Téó et al. (2014) considerando como regeneração natural todos os indivíduos com altura a partir de 0,30 m até 15,7 cm de CAP (5,0 cm de DAP), encontraram densidade absoluta de 19.545 ind.ha<sup>-1</sup>; Mazon (2014) em sistema silvipastoril em propriedade rural no município de Turvo, PR, encontrou 19.094 ind.ha<sup>-1</sup>.

As 10 espécies de maior RNT perfizeram juntas 39,8% do potencial de regeneração natural da área (Tabela 16). Com o intuito de reduzir o banco de informações, apenas as espécies com valor de Regeneração Natural Total (RNT) superior a 1% são apresentadas. Estas espécies estão descritas em ordem decrescente com base no RNT.

Para a Área 2 (PPR), *C. prismatica* foi a espécie que apresentou maior potencial de regeneração natural possuindo maior densidade relativa na Classe II (densidade absoluta 428 ind.ha<sup>-1</sup>), seguida da Classe I (densidade absoluta 326 ind.ha<sup>-1</sup>) e III (densidade absoluta 289 ind.ha<sup>-1</sup>) com frequência relativa elevada para as três classes. *A. edulis* foi a segunda espécie com maior potencial de regeneração natural possuindo alta densidade na Classe I (587 ind.ha<sup>-1</sup>); a Classe III foi a que apresentou a menor densidade, com 65 ind.ha<sup>-1</sup> e a Classe II com 203 ind.ha<sup>-1</sup>. *C. xanthocarpa* foi a terceira espécie com maior potencial de regeneração natural, tendo na Classe I a maior densidade (348 ind.ha<sup>-1</sup>), seguida pela Classe II (152 ind.ha<sup>-1</sup>) e Classe III (28 ind.ha<sup>-1</sup>).

TABELA 16 – Espécies com maior Valor de Regeneração Natural Total (RNT), com respectivos valores de Densidade Relativa (DR) e Frequência Relativa (FR) por classe de tamanho (CL I, CL II, CL III), na Área 2 (PPR), Fernandes Pinheiro, PR.

Espécie	DR (%)			FR (%)			RNT (%)
	CL I	CL II	CL III	CL I	CL II	CL III	
<i>Curitiba prismatica</i>	2,42	3,17	2,14	1,47	2,29	2,78	7,13
<i>Allophylus edulis</i>	4,35	1,51	0,48	1,31	1,14	0,82	4,81
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2,58	1,13	0,21	1,63	1,63	0,98	4,08
<i>Casearia decandra</i>	2,26	1,13	0,51	1,31	1,31	1,47	3,99
<i>Matayba elaeagnoides</i>	4,68	0,22	0,25	1,31	0,65	0,82	3,96
<i>Nectandra grandiflora</i>	1,77	1,29	0,94	0,98	1,31	1,47	3,88
<i>Ilex theezans</i>	1,29	0,59	0,85	0,82	0,98	1,63	3,08
<i>Rudgea jasminoides</i>	3,71	0,43	0,09	0,82	0,82	0,16	3,01
Myrtaceae 1	3,23	0,32	0,18	0,98	0,82	0,33	2,93
<i>Casearia sylvestris</i>	0,65	1,34	0,76	0,49	1,31	1,31	2,93
<i>Myrceugenia euosma</i>	2,74	0,91	0,07	0,65	0,82	0,33	2,76
<i>Drimys brasiliensis</i>	2,90	0,11	0,25	1,14	0,33	0,49	2,61
<i>Myrsine gardneriana</i>	1,94	0,16	0,62	0,65	0,49	1,14	2,50
<i>Casearia lasiophylla</i>	0,65	0,16	0,71	0,16	0,33	1,63	1,82
<i>Ilex paraguariensis</i>	0,32	0,32	0,30	0,33	0,49	1,63	1,70
<i>Prunus myrtifolia</i>	1,13	0,38	0,05	0,65	0,65	0,33	1,59
Myrtaceae 2	1,45	0,70	0,00	0,49	0,49	0,00	1,57
<i>Ilex dumosa</i>	0,65	0,43	0,07	0,65	0,82	0,49	1,55
<i>Araucaria angustifolia</i>	1,29	0,05	0,12	0,65	0,16	0,82	1,55
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	1,13	0,11	0,09	0,82	0,33	0,49	1,48
<i>Myrcia hebeptala</i>	0,32	0,70	0,25	0,16	0,65	0,65	1,37
<i>Cupania vernalis</i>	1,13	0,16	0,14	0,49	0,49	0,33	1,37
<i>Myrcia palustris</i>	1,13	0,27	0,02	0,49	0,65	0,16	1,36
Myrtaceae 3	0,81	0,16	0,07	0,65	0,49	0,33	1,25
<i>Hovenia dulcis</i>	0,81	0,11	0,21	0,82	0,16	0,16	1,13
<i>Symplocos tetrandra</i>	0,81	0,22	0,09	0,49	0,49	0,16	1,13
<i>Banara tomentosa</i>	0,32	0,38	0,05	0,33	0,82	0,33	1,11
<i>Erythroxylum deciduum</i>	0,97	0,16	0,05	0,33	0,33	0,33	1,08
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	0,48	0,00	0,18	0,49	0,00	0,98	1,07
<i>Styrax leprosus</i>	0,48	0,43	0,07	0,33	0,49	0,33	1,06
<i>Sebastiania commersoniana</i>	0,97	0,11	0,05	0,33	0,33	0,33	1,05

Em que: CL I = Classe I; CL II = Classe II; CL III = Classe III; DR = Densidade Relativa; FR = Frequência relativa; RNT = Regeneração Natural Total.

Realizando uma análise individual em cada propriedade que faz parte do estudo (Tabela 17), é possível perceber uma grande variação em relação a quantidade de indivíduos por hectare e a riqueza encontrada em cada parcela.

TABELA 17 – Número de indivíduos por hectare (ind.ha<sup>-1</sup>) e riqueza de espécies (S) para a Área 2 (PPR) em nove pequenas propriedades rurais no município de Fernandes Pinheiro, PR.

Propriedade	Classe I		Classe II		Classe III		Total	
	ind.ha <sup>-1</sup>	S						
1	1.000	2	167	1	214	1	1.381	4
2	31.000	19	5.500	17	4.214	19	40.714	36
3	19.000	15	12.000	16	3.500	12	34.500	25
4	43.500	35	16.333	32	17.357	49	77.190	64
5	9.500	8	1.333	5	1.429	4	12.262	13
6	57.500	29	12.167	26	7.000	17	76.667	41
7	16.500	14	7.167	20	2.000	13	25.667	31
8	7.500	10	12.000	19	2.143	12	21.643	25
9	13.500	14	4.333	14	2.214	14	20.048	26

As propriedades avaliadas apresentaram entre 1.381 e 77.190 indivíduos por hectare e entre quatro e 64 espécies; em vista dos valores expostos, é possível afirmar que há uma grande disparidade com relação aos valores encontrados para cada propriedade. A propriedade 4, obteve o maior número de indivíduos por hectare e a maior riqueza de espécies, seguida da propriedade 6. As propriedades que apresentaram os menores valores para as variáveis analisadas foram as propriedades 1 e 5.

A propriedade 4 foi a que apresentou maior riqueza de espécies e abundância de indivíduos amostrados, sendo a única em que a área total é recoberta por floresta, formando um contínuo de vegetação de 12,12 ha. Não havia relato de circulação de animais de pastoreio na área, porém ao fim da coleta de dados, foi dado acesso à seis cavalos na área.

A propriedade 6, possui o maior fragmento de FOM com 43,47 ha; nesta área, durante muitos anos, houve livre circulação de gado, porém há mais de 3,5 anos metade dela foi cercada, onde duas parcelas avaliadas estão na área que o gado possui livre acesso e as outras duas dentro da área cercada. Fazendo um comparativo entre as duas situações nesta propriedade, o cercamento da área possibilitou o aumento da riqueza e do número de indivíduos amostrados, principalmente na Classe I. A área que possui livre acesso ao gado possui 20 espécies e 77 indivíduos, 17 deles na Classe I; a área cercada possui 38 espécies e 209 indivíduos amostrados, 98 deles na Classe I. Resultados similares foram encontrados por Mazon (2014) ao avaliar a regeneração natural de um sistema silvipastoril e uma floresta secundária, em que a primeira área apresentou um número menor de indivíduos amostrados em comparação a segunda.

As propriedades que possuem menor riqueza e número de indivíduos (1 e 5), são as que possuem dentro de toda a sua área florestada animais de pastoreio livres, afetando diretamente a riqueza e o número de indivíduos regenerantes. Essas duas áreas não possuem sub-bosque e apresentam poucos indivíduos do estrato arbóreo distribuídos de forma homogênea pela área.

Como já relatado anteriormente, cada propriedade possui um histórico de uso e diferentes graus e tipos de perturbação, que diferentemente de fragmentos encontrados em áreas de Reserva Ecológica, Parques Estaduais, Florestas Nacionais, em que, teoricamente, os únicos fatores que agem são os ambientais, na situação de fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais, além dos fatores ambientais, há o “fator homem” que agiu e age de forma ativa nessas florestas, seja por dar livre acesso a animais de pastoreio ou pela retirada seletiva de madeira, pelo cercamento ou retirada do cercamento de uma área, pela diminuição do fragmento florestal para aumento da área produtiva, pelo plantio de espécies exóticas que vão se disseminado pela área, pelo plantio de espécies de outras fitofisionomias, entre outros.

Essas ações tornam esses ambientes extremamente heterogêneos em termos de composição florística e estrutura, além de serem ambientes difíceis de monitorar tornando seu entendimento complexo; o cercamento de uma área que impede o acesso de animais de pastoreio pode ser retirado a qualquer momento. Apesar da dificuldade de estudar essas áreas, o monitoramento é de extrema importância, pois essas florestas secundárias constituem grande parte da atual paisagem florestal na região.

#### 6.4.2.2 Estrato arbóreo - PPR

Foram amostrados 3.378 indivíduos arbóreos com DAP maior ou igual a 10 cm, totalizando 103 espécies distribuídas em 39 famílias botânicas. As famílias com maior número de indivíduos foram Lauraceae (17,5%) seguido por Canellaceae (12,1%), Araucariaceae (11,6%) e Myrtaceae (9,6%). As famílias com maior riqueza de espécies foram Lauraceae e Myrtaceae com 14 espécies cada, Asteraceae com sete, Fabaceae com seis e Salicaceae com cinco espécies. O componente regenerante apresentou 99 espécies distribuídas em 37 famílias botânicas, resultado similar ao encontrado para as espécies estabelecidas. Em termos de abundância, a regeneração natural também apresentou Myrtaceae e Lauraceae entre as que apresentaram maior número de indivíduos e, com

relação a riqueza Myrtaceae, Lauraceae e Salicaceae apareceram com maior número de espécies.

A estrutura horizontal das espécies arbóreas estabelecidas é apresentada na Tabela 18. Com o intuito de reduzir o banco de informações, apenas as espécies com Valor de Importância (VI) superior a 1% são apresentadas. Estas espécies estão descritas em ordem decrescente com base no VI.

Como na Área 1 (FLONA), *A. angustifolia* foi a espécie mais importante, seguida por *C. dinisii* e *N. grandiflora*. Nestes fragmentos, *A. angustifolia* possui densidade representativa, com 85 ind.ha<sup>-1</sup> e alta dominância, ocupando um espaço de 9,54 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, além de ser amostrada em mais de 91% das unidades amostrais. *C. dinisii*, a segunda espécie mais importante para esses fragmentos, apresentou a maior densidade de espécies (89 ind.ha<sup>-1</sup>) além de ter uma dominância de 3,12 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e estar presente em mais de 91% das unidades amostrais. *N. grandiflora* possui densidade de 62 ind.ha<sup>-1</sup> e dominância de 8,49 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> ocorrendo em 65% das parcelas monitoradas.

Analisando a florística das espécies regenerantes, 28 delas não foram encontradas dentre as espécies estabelecidas da área considerada para esse estudo. São elas: *B. tomentosa*, *C. grandiflora*, *C. intermedium*, *C. marginatum*, *C. glaziovii*, *Citrus x limonia*, *D. sorbifolia*, *E. uniflora*, *E. uruguayensis*, *E. neoverrucosa*, *L. muehlbergianus*, *M. stipitatum*, *M. aquifolia*, *M. palustres*, *M. cisplatensis*, *M. floribunda*, *M. gardneriana*, *P. parvifolia*, *P. cauliflora*, *S. swartziaum*, *G. brasiliensis*, *S. tetandra*, *S. uniflora*, *T. elegans*, *V. petiolaris*, *X. ciliatifolia*, *X. pseudosalzmanii* e *Z. riedelianum*.

Foram encontrados indivíduos adultos nas áreas fora das unidades de amostra das seguintes espécies: *E. uniflora*, *M. palustres*, *M. gardneriana*, *P. cauliflora*, *X. ciliatifolia*, *X. pseudosalzmanii* e *Zanthoxylum riedelianum*. *Maytenus aquifolia* era a brotação do toco de um indivíduo que provavelmente já seria considerado como estabelecido. As demais, em sua grande maioria, são classificadas no grupo ecológico das pioneiras e secundárias iniciais que geralmente apresentam frutos dispersos por animais (zoocoria) ou pelo vento (anemocoria) (GUARIGUATA e DUPUY, 1997), o que pode ter facilitado a chegada das sementes ao local. A grande quantidade de espécies regenerantes que não são representadas pelas espécies estabelecidas indica que pode haver um grande fluxo de diásporos entre os fragmentos. Esse resultado, confirma mais uma vez, a grande heterogeneidade dos ambientes.

TABELA 18 – Estrutura horizontal do estrato arbóreo com maior Valor de Importância (VI) na Área 2 (PPR) em pequenas propriedades rurais no município de Fernandes Pinheiro, PR.

Espécie	DR (%)	DoR (%)	FR (%)	VI (%)
<i>Araucaria angustifolia</i>	11,60	29,19	3,74	14,85
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	12,14	9,56	3,74	8,48
<i>Nectandra grandiflora</i>	8,50	6,19	2,67	5,79
<i>Matayba elaeagnoides</i>	4,38	5,08	3,03	4,16
<i>Clethra scabra</i>	3,94	4,07	2,50	3,50
<i>Ocotea puberula</i>	1,07	6,90	2,50	3,49
<i>Cinnamomum amoenum</i>	3,26	2,63	2,50	2,80
<i>Curitiba prismatica</i>	3,64	1,29	3,03	2,65
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2,31	2,29	3,03	2,54
<i>Lithraea molleoides</i>	3,02	2,58	1,60	2,40
<i>Ilex dumosa</i>	2,07	2,05	2,67	2,27
<i>Casearia decandra</i>	2,52	0,94	3,03	2,16
<i>Casearia obliqua</i>	2,58	1,46	2,32	2,12
<i>Myrceugenia euosma</i>	2,07	1,06	2,14	1,76
N.I.	2,07	0,63	2,50	1,73
<i>Vernonia diffusa</i>	0,09	3,12	1,78	1,66
<i>Ocotea pulchella</i>	0,12	2,76	1,96	1,61
<i>Ilex theezans</i>	1,60	0,55	2,67	1,61
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1,42	0,94	1,96	1,44
<i>Podocarpus lambertii</i>	1,12	1,70	1,43	1,42
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3,73	0,06	0,36	1,38
<i>Hovenia dulcis</i>	1,42	0,88	1,60	1,30
<i>Drimys brasiliensis</i>	1,36	0,40	1,96	1,24
<i>Lithraea brasiliensis</i>	1,04	0,87	1,78	1,23
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	0,15	1,10	2,14	1,13
<i>Allophylus edulis</i>	1,01	0,41	1,96	1,12
<i>Ocotea porosa</i>	2,81	0,02	0,36	1,06

Em que: DR (%) = Densidade relativa; DoR (%) = Dominância relativa; FR (%) = Frequência relativa; VI (%) = Valor de importância.

*C. prismatica* foi a espécie com maior potencial de regeneração natural para as áreas florestadas de pequenas propriedades rurais e, apareceu como a oitava espécie com maior valor de importância para os indivíduos estabelecidos. Considerada uma espécie secundária inicial, sendo típica de sub-bosque (VIBRANS et al., 2013), ocorre em orlas e no interior de capões da Floresta Ombrófila Mista (REGO et al., 2011). Em diversos estudos, *C. prismatica* tem se destacado com um elevado valor de importância, principalmente em áreas de sistema faxinal na região Centro-Sul do Paraná, onde uma das características desse sistema é a criação comunitária de animais sob a floresta

(ALBUQUERQUE et al., 2011; WATZLAWICK et al., 2011), sendo essas áreas muito semelhantes às encontradas neste estudo.

No que se refere à exploração de *C. prismatica*, a elevada demanda por matéria prima (lenha, mourões, cabos para ferramenta, entre outros) torna difícil a manutenção da espécie, principalmente no faxinal (ALBUQUERQUE et al., 2005). Essa última informação pode explicar o alto potencial de regeneração natural da *C. prismatica*, que devido a sua capacidade de rebrota, os indivíduos explorados saem do sistema das espécies estabelecidas ( $DAP \geq 10$  cm), porém passam a fazer parte da regeneração natural, sendo que grande parte dos indivíduos amostrados neste estudo eram rebrotas de tocos.

A segunda espécie com maior potencial de regeneração natural foi *A. edulis*, pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais, necessitando de luz para seu desenvolvimento. Como a espécie que possui maior potencial de regeneração natural (*C. prismatica*) também está classificada nesse grupo ecológico, é possível concluir que ocorre insolação difusa nos locais avaliados. De forma geral, as áreas possuem sub-bosque bastante esparsos e o manejo ocasional de algumas espécies favorecem a entrada de luz.

Em estudo realizado por Téo et al. (2014) em áreas sujeitas a pecuária extensiva e em áreas sem a presença de gado na região de Caçador, SC, encontraram *A. edulis* possuindo uma das maiores densidades de indivíduos em ambas as situações, ocorrendo em todas as unidades amostrais nas áreas com presença de gado. Em fragmento de FOM montana, Higuchi et al. (2015) encontraram  $820 \text{ ind. ha}^{-1}$  considerando três classes de tamanho. Em estudo realizado na Reserva Genética de Caçador, SC, Caldato et al. (1996) encontraram *A. edulis* como uma das espécies melhor representadas nas três categorias de tamanho avaliadas. É possível perceber que essa espécie pode ocorrer de forma representativa tanto em áreas antropizadas quanto em áreas que já sofreram antropização em algum momento, mas que hoje estão preservadas; assim, é possível concluir que essa espécie possui grande potencial para utilização na recuperação de áreas degradadas devido sua plasticidade ambiental.

*C. xantocarpa* foi a terceira espécie com maior potencial de regeneração natural, sendo ela uma espécie característica desse tipo de ambiente e bastante importante por produzir grande quantidade de frutos (que servem de alimento para criação), situação essa que aumenta a probabilidade do estabelecimento de um banco de plântulas (observações feitas em campo). Além disso, sua madeira fornece excelente lenha e carvão

(SAUERESSIG, 2014). Caldato et al. (1996) e Mazon (2014) também encontraram *C. xanthocarpa* como uma das espécies melhor representadas na regeneração natural.

Para as espécies estabelecidas, *A. angustifolia* foi a espécie mais importante para a Área 2 (PPR). Era de se esperar que, em áreas que não configuram áreas de conservação/preservação, a araucária teria sua população extremamente reduzida pois foi intensamente explorada no passado devido seu valor econômico (NASCIMENTO et al., 2011).

Albuquerque et al. (2011) em estudo realizado em dois sistemas faxinais na região Centro-Sul do Paraná, encontraram a araucária em proporção bastante reduzida de indivíduos, sendo ela considerada uma espécie tradicional desse sistema. Já Mazon (2014), em estudo de sistema silvipastoril em propriedade rural em Turvo, PR, destacou que houve grande ocorrência da espécie. Sampaio e Guarino (2007), ao avaliarem diferentes fragmentos de FOM utilizados para o manejo de bovinos na região do médio Rio Pelotas, RS, concluíram que essas áreas possuem populações abundantes de araucária.

Assim, a abundância dessa espécie dentro de propriedades rurais que possuem o agente homem interferindo de forma ativa, não segue um padrão como observado na maioria das áreas conservadas, pois vários fatores (necessidade para reforma e construção, fonte de renda por meio da venda de suas sementes, empecilho para aumento de área produtiva) influem diretamente na abundância de sua população. Apesar disso, a grande questão é saber como está a estrutura da regeneração natural dessa espécie em propriedades rurais.

Na Área 2 (PPR), araucária está na décima nona posição das espécies que possuem maior potencial de regeneração natural, ou seja, 174 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe I, 7 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe II e 16 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe III; há uma queda bastante acentuada de indivíduos da Classe I para II e um pequeno acréscimo para a Classe III. Considerando que a chance de estabelecimento dos indivíduos da Classe III no sistema é maior, é possível afirmar que em curto prazo, apenas 16 ind.ha<sup>-1</sup>, em média, serão recrutados pela floresta, sendo que atualmente há 85 ind.ha<sup>-1</sup>. É possível supor que a longo prazo ocorrerá um decréscimo da população de indivíduos adultos dessa espécie nos locais avaliados, em vista do pouco número de representantes que possuem chances de ingressar. Porém, para confirmar essa suposição, será necessário dados de remedições periódicas.

Analisando os resultados de outros estudos, Sampaio e Guarino (2007), citados anteriormente, concluíram que nas áreas estudadas, a população de araucária é abundante,

porém não declararam essa abundância em termos de densidade absoluta; Vefago (2017) analisando a regeneração natural em diferentes tipos de áreas (com presença/ausência de gado) no Planalto Sul Catarinense, concluiu que as angiospermas apresentaram maior representatividade do que a araucária, porém, também não relatou valores em densidade absoluta. Mauhs (2002) concluiu ao avaliar a regeneração natural em áreas com intervenção antrópica, que a araucária dificilmente restabelecerá uma população adulta no interior da floresta, corroborando com os resultados encontrados nesse estudo.

Apesar de não ter sido realizada a análise fitossociológica da regeneração natural para as áreas de clareira, é imprescindível fazer um comparativo entre as áreas com relação a regeneração natural de *A. angustifolia*. Como já discutido, a Área 1 (FLONA) apresentou apenas três indivíduos de araucária amostrados: um na Classe I e dois na Classe III; na Área 2 (PPR) foram encontrados 14 indivíduos: oito na Classe I, um na Classe II e cinco na Classe III; para a Área 2 (Clareira), apesar da menor área amostral (Tabela 2) para cada classe, foram encontrados 18 indivíduos, sendo 16 deles na Classe I.

Apesar de possuir área amostral inferior, o número de regenerantes de araucária na Área 2 (Clareira) é superior ao encontrado para as outras áreas. Então, os resultados apresentados podem indicar que o manejo florestal seletivo sustentável de indivíduos arbóreos favoreceu a regeneração natural dessa espécie, podendo ser sugerido a hipótese de que intervenções de impacto reduzido como o manejo florestal seletivo precisam ser realizadas na floresta para a manutenção da espécie. É de extrema importância a elucidação dessa hipótese por meio de pesquisas de longo prazo para compreensão de como se comporta a regeneração e o estabelecimento dessa espécie e assim, ter condições de obter respostas conclusivas sobre o futuro de uma das únicas coníferas nativas do Brasil, que possui grande importância ecológica e econômica para a região Sul do país.

*C. dinisii* e *N. grandiflora* foram as espécies com segundo e terceiro maior valor de importância para as espécies estabelecidas. Em estudo realizado na FLONA de Irati, Roik (2012) relatou que *C. dinisii* sofreu ao longo de nove anos de monitoramento expressiva variação nos seus parâmetros fitossociológicos. Já *N. grandiflora* ficou entre as quatro espécies com maior valor de importância, porém, seus valores de densidade e dominância foram reduzindo ao longo dos anos de monitoramento. Hanisch et al. (2010) e Albuquerque et al. (2011) encontraram *C. dinisii* como uma das espécies com maior valor de importância para áreas de Faxinal, sendo a primeira em Santa Catarina e a segunda no Paraná. Watzlawick et al. (2011) ao analisarem a estrutura da vegetação

arbórea da FOM em Sistema Faxinal, encontraram essa espécie como a que mais se destacou na comunidade com 28,5% do valor de importância. *N. grandiflora* possui elevados valores de importância na estrutura fitossociológica na Floresta com Araucária da região de São João do Triunfo, sendo a segunda espécie mais abundante e frequente (SANQUETTA et al., 2002).

As espécies *C. dinisii* e *N. grandiflora* fazem parte do grupo ecológico das pioneiras e secundárias iniciais, respectivamente, o que pode explicar sua ocorrência de forma representativa principalmente em fragmentos com algum grau de antropização e corrobora com os resultados encontrados por Roik (2012) em área conservada, onde a instabilidade e a redução dos valores de importância dessas espécies podem indicar a progressão dessa floresta conservada para estágios sucessionais mais avançados. Ainda, sobre *C. dinisii*, conhecida como pimenteira, cabe ressaltar que esta espécie não possui nenhuma característica que justifique seu uso, podendo ser um dos motivos pelo qual sua população seja representativa nesse tipo de ambiente.

Vale destacar a presença da espécie exótica *H. dulcis*. A densidade absoluta de indivíduos estabelecidos foi de 10 ind.ha<sup>-1</sup> e de regenerantes foi de 109 ind.ha<sup>-1</sup> para a Classe I, 14 ind.ha<sup>-1</sup> e 28 ind.ha<sup>-1</sup> para as Classes II e III, respectivamente. Em estudo de invasão biológica da espécie realizado em fragmentos florestais na região do Alto Uruguai, Lazzarin et al. (2015) concluíram que *H. dulcis* é uma importante espécie invasora da Floresta Ombrófila Mista em ambientes em estágio inicial de sucessão. Assim, essa situação requer atenção especial, pois observações feitas *in loco* mostram a presença maciça de indivíduos dessa espécie localizados no interior de fragmentos florestais na região em estudo.

Para verificar se houve similaridade florística entre o estrato regenerante e o estrato arbóreo na Área 2 (PPR), foi calculado o índice de similaridade de Jaccard e criado um Dendrograma (Figura 14), sendo as parcelas da regeneração natural identificadas por “R” e as parcelas referentes ao estrato arbóreo, representadas pela letra “A”.

Para a definição dos grupos, traçou-se uma linha de corte ou *linha fenon* paralela ao eixo horizontal (LONGHI, 1997; SOUZA et al., 2006; RODE, 2008) que interceptou seis ramos de ligações, assim as 46 parcelas avaliadas foram divididas em seis grupos (Grupo 1, 2, 3, 4, 5 e 6) distintos de acordo com sua composição florística.

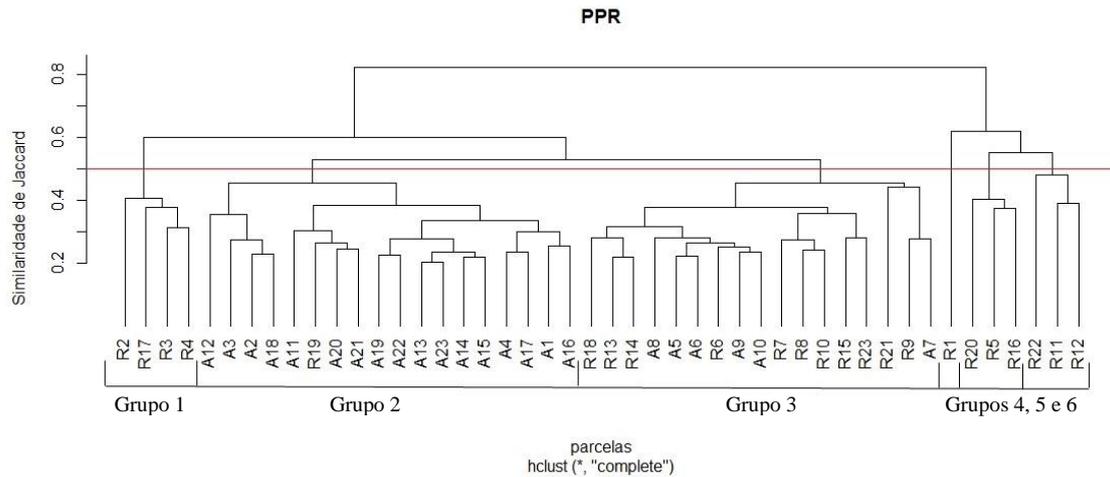


FIGURA 14: Dendrograma obtido pelo índice de similaridade de Jaccard, Área 2 (PPR).

O Grupo 1 foi constituído por quatro parcelas, o Grupo 2 por 18 parcelas, o Grupo 3 por 17 parcelas, o 4 por apenas uma parcela e os Grupos 5 e 6 por três parcelas cada.

Os Grupos 1, 4, 5 e 6 foram formados exclusivamente por parcelas da regeneração natural e estas não são similares entre si; o Grupo 2, foi formado exclusivamente por parcelas do estrato arbóreo e no Grupo 3 foi onde ocorreu similaridade florística entre o estrato arbóreo e regenerante apenas das parcelas 6, 7, 8, 9 e 10, ou seja, nessas parcelas ocorre similaridade florística entre a regeneração natural e o estrato arbóreo. De forma geral, esses resultados sugerem também uma mudança a longo prazo na florística e estrutura dos fragmentos florestais em pequenas propriedades rurais.

## 6.5 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

Todas as áreas assumiram distribuição diamétrica em forma de exponencial negativa ou J-invertido (Figura 15), onde a ocorrência de indivíduos decai com o aumento da classe diamétrica, curva essa característica de florestas naturais multiâneas. As duas classes de diâmetro que compreendem os indivíduos da regeneração natural, são as classes de 2,5 e 7,5 cm de diâmetro, que compreende os diâmetros de 0,1 a 9,99 cm. As demais classes são referentes aos indivíduos estabelecidos.

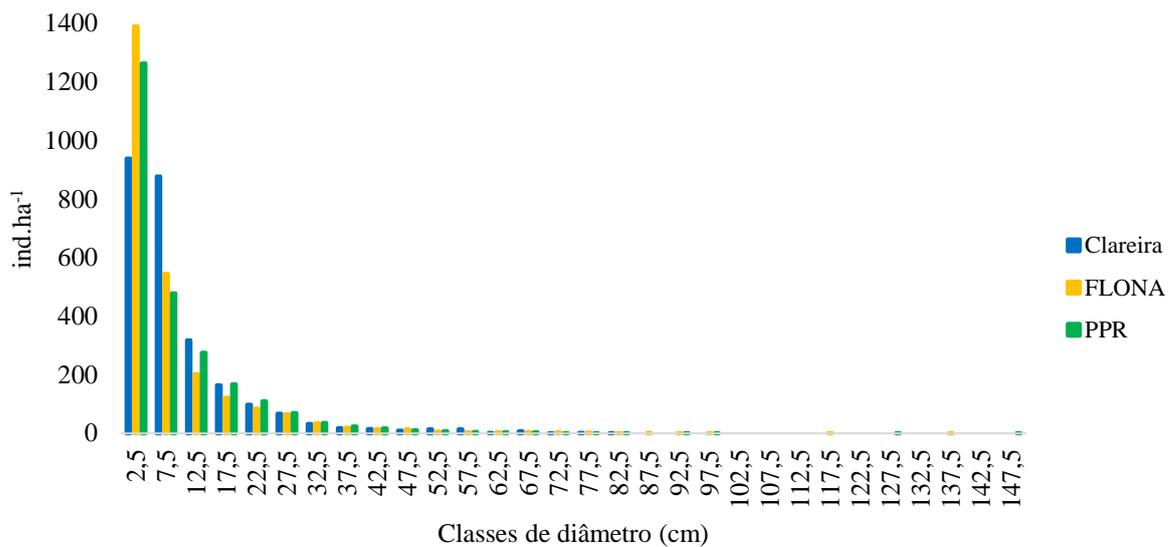


FIGURA 15: Distribuição diamétrica da Área 1 (FLONA) e Área 2 (Clareira e PPR) em fragmentos de FOM, Fernandes Pinheiro, PR.

O maior número de indivíduos por hectare na menor classe de diâmetro foi encontrado na Área 1 (FLONA), ocorrendo queda desse número para a classe de diâmetro seguinte, com uma taxa de decréscimo de 61%. O abrupto decréscimo do número de indivíduos da classe de diâmetro de 2,5 cm para a de 7,5 cm também ocorreu para a Área 2 (PPR), com taxa de decréscimo de 62%. Já para as áreas de clareira, o decréscimo entre as primeiras classes de diâmetro foi de apenas 7%. Da segunda para terceira classe de diâmetro (espécies estabelecidas) as taxas de decréscimo para as Clareiras, FLONA e RL foram de 64%, 63% e 42%, respectivamente.

A redução do tamanho populacional de uma classe para outra pode ser explicada por Scoti et al. (2011) que afirmaram que esse padrão de distribuição indica que há grande produção de propágulos, permitindo que indivíduos ingressem no banco de plântulas, mas com poucos, de fato, conseguindo avançar para as classes seguintes atingindo tamanhos maiores, sendo as fases iniciais de estabelecimento (menores classes) as mais críticas dos ciclos de vida dos indivíduos, na qual ocorrem as mais altas taxas de mortalidade (MANTOVANI, 1989).

## 6.6 ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

### 6.6.1 Análise de agrupamento

Para verificar a similaridade em termos de composição florística entre os estratos regenerantes, foi realizada a análise de agrupamento para a Área 1 (FLONA) e 2 (PPR). Assim, com base na matriz de densidade relativa das espécies por parcela, estas foram agrupadas sugerindo três grupos pela análise de agrupamento utilizando o método de Ligação Ward e a Distância Euclidiana Quadrada como medida de similaridade formando um Dendrograma (Figura 16). Outras matrizes de dados foram utilizadas, mas não apresentaram significância estatística quando processada a Análise Discriminante.

Para a definição dos grupos, traçou-se uma linha de corte ou *linha fenon* paralela ao eixo horizontal (LONGHI, 1997; SOUZA et al., 2006; RODE, 2008) que interceptou três ramos de ligações. Assim, as 36 parcelas avaliadas foram divididas em três grupos distintos de acordo com sua composição florística e densidade relativa.

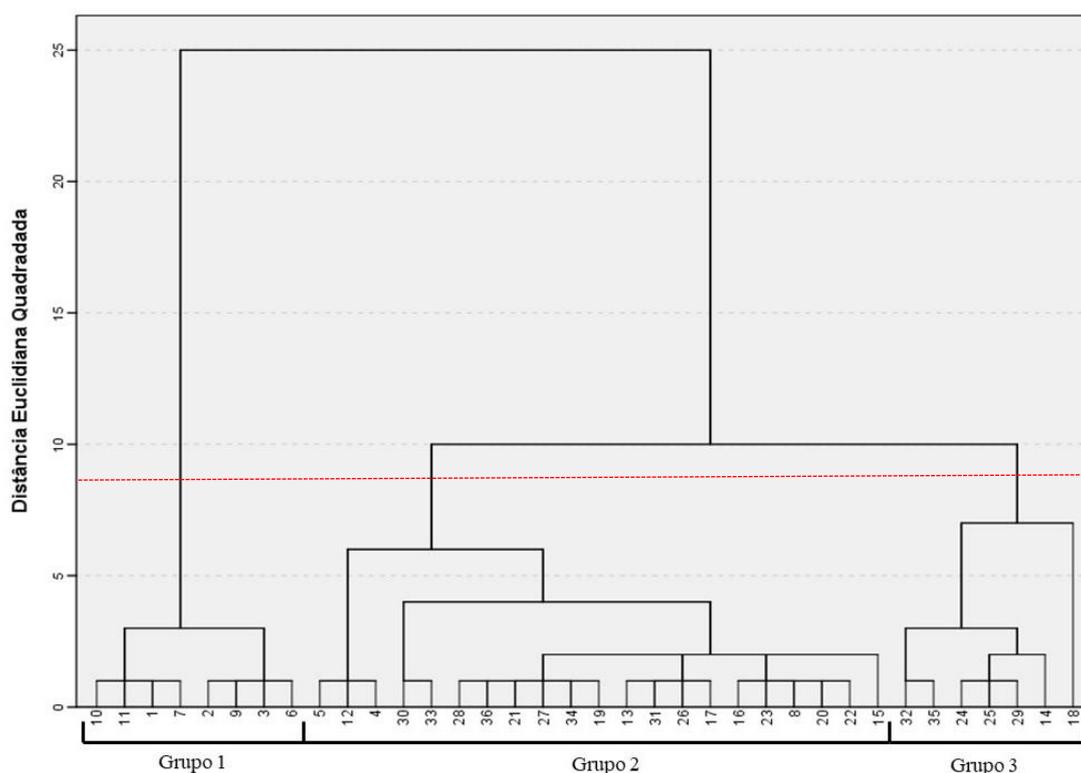


FIGURA 16 - Dendrograma obtido pelo Método de Ligação Ward e Distância Euclidiana Quadrada como medida de similaridade, Área 1 (FLONA) e Área 2 (PPR).

Os Grupos 1, 2 e 3 foram constituídos por 8, 21 e 7 parcelas, representando respectivamente, 22,3, 58,3 e 19,4% da área amostrada (Tabela 19).

Devido à grande heterogeneidade das áreas estudadas, a análise de agrupamento formou três grupos distintos entre si de acordo com sua composição florística e densidade relativa. Essa heterogeneidade se deve principalmente ao histórico de uso da terra, ocorrendo desde áreas conservadas até áreas degradadas, possuindo diferentes intensidades de intervenções antrópicas, estabelecendo assim, composições florísticas, estruturas horizontais e estágios sucessionais distintos.

TABELA 19 – Parcelas agrupadas pela Análise de agrupamento.

Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
Parcela	Local	Parcela	Local	Parcela	Local
10	FLONA	5	FLONA	32	Prop. 8
11	FLONA	12	FLONA	35	Prop. 9 (c/ animal)
1	FLONA	4	FLONA	24	Prop. 5 (c/ animal)
7	FLONA	30	Prop. 7	25	Prop. 5 (c/ animal)
2	FLONA	33	Prop. 8	29	Prop. 6 (c/ animal)
9	FLONA	28	Prop. 6 (c/ animal)	14	Prop. 1 (c/ animal)
3	FLONA	36	Prop. 9	18	Prop. 3 (c/ animal)
6	FLONA	21	Prop. 4		
		27	Prop. 6		
		34	Prop. 8		
		19	Prop. 3		
		13	FLONA		
		31	Prop. 7		
		26	Prop. 6		
		17	Prop. 2		
		16	Prop. 2		
		23	Prop. 4		
		8	FLONA		
		20	Prop. 4		
		22	Prop. 4		
		15	Prop. 2 (c/ animal)		

Em uma análise inicial, pode-se identificar um padrão de distribuição das parcelas dentro dos grupos. Das 13 parcelas que foram amostradas na Área 1 (FLONA), oito formaram o Grupo 1. O Grupo 2 foi constituído por cinco parcelas da Área 1 (FLONA) e 16 parcelas amostradas na Área 2 (PPR), sendo que em duas delas ocorrem animais de pastoreio. O Grupo 3 foi formado por sete parcelas da Área 2 (PPR), onde seis delas possuem animais de pastoreio. Generalizando, o Grupo 1 foi formado principalmente pelas parcelas da Área 1 (FLONA), o Grupo 2 foi formado pelas parcelas

da Área 2 (PPR) e o Grupo 3, pelas parcelas da Área 2 (PPR) que possuem animais de pastoreio.

### 6.6.2 Análise discriminante

Após a definição dos grupos pela análise de agrupamento (*Cluster*), foi realizada a análise discriminante. Essa análise permitiu: verificar quais variáveis (espécies) são importantes para a discriminação de cada grupo e estimar a probabilidade de classificações corretas. Para o sucesso na realização da Análise Discriminante, o pressuposto de que haja homogeneidade entre as matrizes de covariância deve ser considerado. Por meio da estatística de Box, considerando a matriz de dados de densidade relativa, o pressuposto foi atendido com significância zero, ou seja, as matrizes de covariância são homogêneas.

Segundo a análise de agrupamento, existem três grupos dentro da amostra de estudo. Ao primeiro grupo, pertencem oito parcelas; ao segundo grupo, 21 e ao terceiro, sete, totalizando 36 parcelas. A primeira análise discriminante indica que houve 94,4% de classificações corretas, indicando uma boa precisão da técnica de agrupamento, porém não em 100% dos casos. O Grupo 1 e 2 apresentaram 100% de classificações corretas, já o Grupo 3 apresentou classificação correta de 71,4%, possuindo duas parcelas mal classificadas, sendo estas, pertencentes a outro grupo. Esses dados podem ser observados na Tabela 20.

TABELA 20 - Matrizes de classificação para Análise Discriminante de três grupos.

Grupo atual	Número de casos	Pertinência ao grupo previsto		
		1	2	3
1	8	8 (100%)	0	0
2	21	0	21 (100%)	0
3	7	0	2 (28,6%)	5 (71,4%)
NÚMERO DE CASOS		8	23	5
Percentual de casos corretamente classificados: 94,4%				

Na Figura 17, é possível observar no mapa territorial a sobreposição de parcelas do Grupo 3 na área ocupada pelo Grupo 2, estando seus centroides em uma distância próxima. De acordo com os dados, as parcelas mal classificadas são a 14 e 18, que pertencem, de acordo com a análise discriminante, ao Grupo 2.

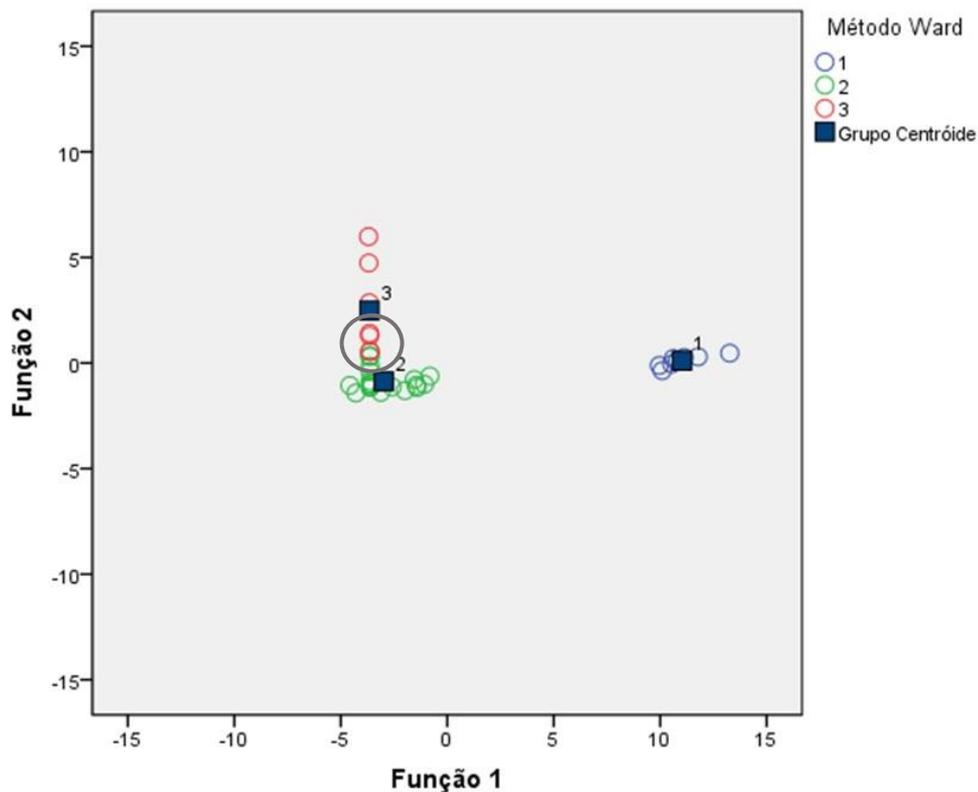


FIGURA 17: Mapa territorial dos grupos com seus respectivos centroides.

Assim, com as parcelas 14 e 18 reclassificadas, uma nova análise discriminante foi realizada com o intuito de verificar a possibilidade de 100% de precisão na classificação das parcelas dentro dos grupos. Dessa forma, procedeu-se as análises.

Para determinar o nível de precisão das funções discriminantes, nessa segunda etapa da análise discriminante, na Tabela 21 é demonstrado a classificação das parcelas obtida por estas funções. Esta tabela tem como função verificar a probabilidade de classificações errôneas, porém, nesta etapa, as funções atingiram a precisão de classificação onde 100% das parcelas foram classificadas de forma correta.

TABELA 21 - Matrizes de classificação para Análise Discriminante de três grupos.

Grupo atual	Número de casos	Pertinência ao grupo previsto		
		1	2	3
1	8	8 (100%)	0	0
2	23	0	23 (100%)	0
3	5	0	0	5 (100%)
NÚMERO DE CASOS		8	23	5
Percentual de casos corretamente classificados: 100%				

De acordo com o mapa territorial (Figura 18), verifica-se a ocupação dos grupos de acordo com as duas funções discriminantes. Os centroides estão bem separados não havendo a sobreposição de nenhuma parcela em grupos diferentes aos quais originalmente pertence.

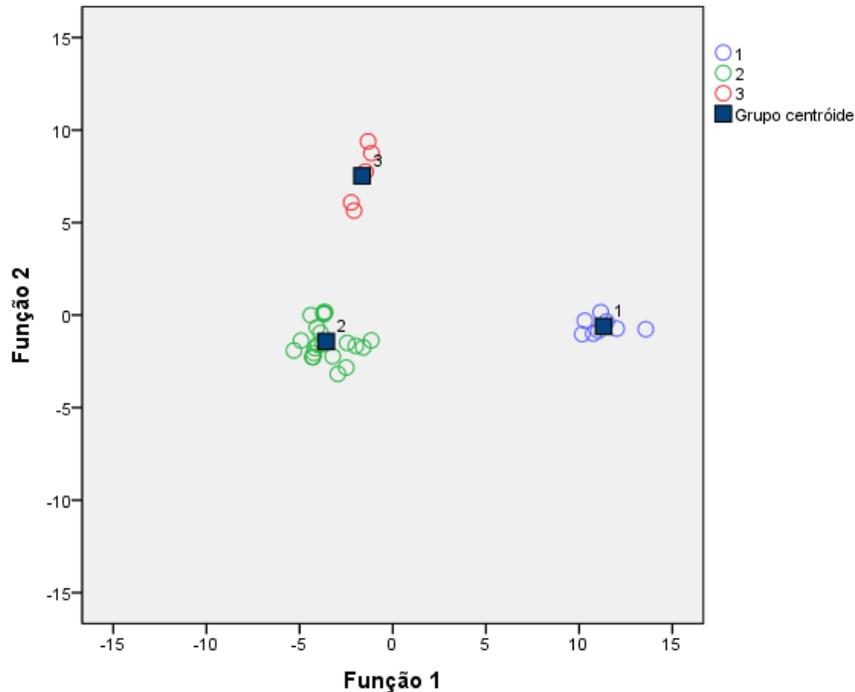


FIGURA 18: Mapa territorial dos grupos com seus respectivos centroides.

Assim, foram obtidos três grupos: o Grupo 1 formado por oito parcelas, o Grupo 2, com 23 e o Grupo 3 com cinco parcelas:

- Grupo 1: 1, 2, 3, 6, 7, 9, 10 e 11 (100% FLONA);
- Grupo 2: 4, 5, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 34 e 36 (14% FLONA e 86% PPR);
- Grupo 3: 24, 25, 29, 32 e 35 (100% PPR).

Para identificação das espécies com poder de discriminar os grupos, foi utilizado o procedimento *STEPWISE* que seleciona a primeira variável com o maior poder de discriminação que, após, é pareada com as demais variáveis, uma a uma, para a identificação da segunda espécie discriminante, e assim sucessivamente; no fim todas são ordenadas de acordo com sua capacidade de discriminação. O critério de seleção é a

comparação dos menores valores de Lambda de Wilks ( $\lambda^*$ ) e os maiores valores da estatística F (HAIR et al., 2009).

Assim, após 10 passos (*steps*), 10 espécies foram selecionadas. *Coussarea/Rudgea* foi a primeira espécie a ser selecionada na análise, possuindo, então, o maior poder de discriminação (Tabela 22).

TABELA 22 - Estatística do teste de seleção de variáveis discriminantes, em ordem de entrada após 10 *steps*.

STEP	Variável	Lambda de Wilks ( $\lambda^*$ )	F	Significância ( <i>p</i> -nível)
1	<i>Coussarea/Rudgea</i>	0,140	101,207	0,000
2	<i>Curitiba prismatica</i>	0,040	64,499	0,000
3	<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	0,023	57,771	0,000
4	<i>Banara tomentosa</i>	0,017	49,986	0,000
5	<i>Ocotea odorifera</i>	0,013	45,236	0,000
6	<i>Clethra scabra</i>	0,008	47,221	0,000
7	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,006	45,784	0,000
8	<i>Nectandra megapotamica</i>	0,004	47,995	0,000
9	<i>Jacaranda micranta</i>	0,003	48,460	0,000
10	<i>Myrceugenia euosma</i>	0,002	48,988	0,000

Essas dez espécies são as que melhor caracterizam a vegetação estudada e são consideradas importantes, possuindo alto poder de separação dos grupos. As espécies que não foram selecionadas após dez passos (*steps*), segundo Longhi (1997), apresentam importância limitada na separação dos grupos, possuindo baixo poder de discriminação.

Com as variáveis de maior importância discriminadas, procedeu-se com a determinação dos coeficientes da Função Discriminante Linear de Fisher (Tabela 23) de cada grupo, importantes na análise da contribuição das variáveis.

TABELA 23 - Coeficientes da Função Discriminante Linear de Fisher obtidos para as variáveis selecionadas por grupo.

Variável	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<i>Coussarea/Rudgea</i>	<b>3,872</b>	0,201	0,859
<i>Curitiba prismatica</i>	0,874	0,183	<b>1,634</b>
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	3,979	0,623	<b>6,598</b>
<i>Banara tomentosa</i>	1,344	0,254	<b>2,080</b>
<i>Ocotea odorifera</i>	<b>-2,360</b>	-0,40	-0,308
<i>Clethra scabra</i>	<b>21,260</b>	1,099	4,109
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	<b>10,55</b>	0,671	3,475
<i>Nectandra megapotamica</i>	<b>9,118</b>	0,653	2,685
<i>Jacaranda micranta</i>	<b>-4,979</b>	-0,108	-0,289
<i>Myrceugenia euosma</i>	-1,359	0,006	<b>-1,447</b>
Constante	-124,784	-2,250	-53,130

As variáveis que possuem coeficientes mais altos para cada função (em negrito, analisando na horizontal), são consideradas as espécies com maior peso em cada grupo. Dessa forma, *Coussarea/Rudgea*, *O. odorifera*, *C. scabra*, *S. romanzoffiana*, *N. megapotamica* e *J. micrantha* foram as espécie mais importantes para discriminar o Grupo 1; *C. prismatica*, *G. klotzschiana*, *B. tomentosa* e *M. euosma* foram as espécies mais importantes para discriminar o Grupo 3. Nenhuma das espécies selecionadas pela análise foi importante para discriminar o Grupo 2. Vale ressaltar que para a classificação o sinal deve ser ignorado (LONGHI, 1997).

Analisando os dados dos grupos formados, o Grupo 1 obteve como principal espécie discriminante *Coussarea/Rudgea*, fato que se deve a estrutura florística das parcelas que formam esse grupo, onde há um menor número de espécies e indivíduos amostrados sendo grande parte deles representantes da espécie que discriminou o grupo; o Grupo 3 possui como espécie discriminante *C. prismatica* e agrupou principalmente as parcelas que possuem animal de pastoreio livre onde o número de espécies e indivíduos amostrados foi reduzido o que aumentou a densidade relativa da espécie discriminante. O Grupo 2 foi formado por cinco parcelas amostradas na Área 1 (FLONA) e as demais parcelas da Área 2 (PPR) não possuindo nenhuma espécie discriminante, pois todas as espécies selecionadas pela análise estão presentes com maior ou menor densidade relativa em pelo menos uma das parcelas, ou seja, foi justamente o fato de não possuir uma espécie dominante que configurou o grupo.

Na Tabela 24 são apresentados os centróides ou pontos médios de cada grupo para as duas funções discriminantes. Esses pontos foram plotados no mapa territorial (Figura 18) considerando as funções discriminantes 1 e 2.

TABELA 24 - Centroides das Funções Discriminantes Canônicas avaliados para os três grupos florísticos encontrados.

Grupos	Função 1	Função 2
1	11,310	-0,609
2	-3,575	-1,425
3	-1,649	7,529

Santos da Silva et al. (2004) utilizaram as mesmas técnicas utilizadas nesse estudo para distinguir grupos ecológicos de espécies florestais, onde a análise de agrupamento formou três grupos e a análise discriminante teve como objetivo verificar a pertinência dos grupos formados. Araujo et al. (2010) utilizaram a análise de agrupamento para verificar a existência de grupos na vegetação; com o objetivo de verificar a formação

de grupos florísticos utilizando técnicas de análise de agrupamento e discriminante para o estrato arbóreo na FLONA de Irati, Lisboa et al. (2018) encontraram três grupos em que a análise discriminante confirmou os agrupamentos obtidos.

## 7. CONCLUSÕES

- As áreas avaliadas apresentaram um total de 2.755 indivíduos regenerantes distribuídos em 118 espécies pertencentes a 42 famílias botânicas. A maior abundância de indivíduos e riqueza de espécies foram encontradas na Família Myrtaceae.
- Os fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais apresentaram o maior número de espécies, seguido do fragmento florestal da FLONA de Irati e áreas Clareira. De acordo com a curva de rarefação, os fragmentos florestais das pequenas propriedades rurais, apresentaram maior riqueza de espécies.
- Os fragmentos florestais de pequenas propriedades apresentaram o maior índice de diversidade de Shannon. O teste de Hutchenson mostrou que há diferença significativa com relação a diversidade da regeneração natural entre as áreas estudadas.
- *Coussarea/Rudgea* foi a espécie com maior potencial de regeneração natural para o fragmento florestal da FLONA de Irati; *O. odorifera* foi a segunda espécie com maior potencial de regeneração natural. Apesar de ser a espécie mais importante para o componente arbóreo, *A. angustifolia* apresentou poucos indivíduos amostrados para o estrato regenerante.
- *C. prismatica* foi a espécie com maior potencial de regeneração natural para os fragmentos florestais de pequenas propriedades rurais; *A. edulis* foi a segunda espécie com maior potencial de regeneração natural. Com relação a *A. angustifolia*, o estrato regenerante foi pouco representativo.
- Não houve similaridade florística entre a regeneração natural e estrato arbóreo para o fragmento florestal da FLONA de Irati e os fragmentos florestais das pequenas propriedades rurais.
- Com relação ao número de indivíduos amostrados, apesar de ter a menor área amostral, as áreas de Clareira tiveram maior representatividade da *A. angustifolia*, principalmente na Classe I, o que sugere que a abertura de clareiras favoreceu a germinação e desenvolvimento da espécie.
- A distribuição diamétrica foi em J-invertido para todas as áreas estudadas, sendo essa curva característica de florestas naturais.
- De acordo com a análise multivariada, não existe similaridade florística entre as áreas estudadas, onde a análise de agrupamento formou três grupos. Após a realocação de duas parcelas, a análise discriminante apontou que todas as parcelas foram classificadas de forma correta dentro dos grupos.

- O conhecimento e análise dos dados obtidos pelo presente estudo, é o primeiro passo para a compreensão dos processos que regem a dinâmica da regeneração natural em áreas preservadas e com algum grau de antropização. A continuação desse estudo se torna importante para formação de um banco de dados que poderá ser utilizado no auxílio da tomada de decisões para o desenvolvimento e implantação de ações que buscam a renovação da floresta, como manejo sustentável da floresta nativa visando respeito ao ciclo natural desta fitofisionomia, além de ser uma importante base de dados para silvicultura de espécies nativas e recuperação de áreas degradadas.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A floresta é formada por eventos completamente estocásticos, além dos determinísticos, e os desafios enfrentados por regenerantes desde a sua dispersão como semente até seu estabelecimento no sistema são diversos. Usando esse ponto de vista, é possível analisar pequenos eventos que podem influenciar na estrutura florestal no futuro:

- A produção de sementes é um fator determinante para o sucesso de todo esse processo e depende, de forma geral, de condições ambientais adequadas, nas quais um período chuvoso atípico na época de floração de determinadas espécies pode comprometer a produção de sementes e conseqüentemente a entrada de indivíduos no sistema por determinado tempo;

- A abertura de clareiras na floresta de forma natural, seja pela morte de um indivíduo senil ou a simples queda de um grande galho, funciona como gatilho para que se dinamize todo o processo de regeneração natural e desenvolvimento de plântulas. Nesta situação, o banco de sementes é ativado e algumas sementes germinam por encontrar condições ideais, outras continuam esperando seu momento e outras perdem sua viabilidade; algumas plântulas que já haviam no local morrem pelo impacto da queda do galho ou pela nova condição ambiental e outras plântulas se desenvolvem por estarem apenas esperando a chance de receber mais luz;

- Após esse processo, a passagem de um grupo de herbívoros com preferências alimentares pode acabar com as chances de estabelecimento por um período de tempo de determinada espécie que teve abundante produção de sementes e encontrou condições ambientais perfeitas para sua germinação e desenvolvimento inicial por conta da abertura de uma clareira.

Todas essas situações regem a formação de uma floresta com todos os seus componentes. Uma chuva prolongada em um período atípico ou um herbívoro podem alterar a composição e estrutura de uma floresta. Assim, a frase inicial de Primavesi ganha todo sentido na sua aplicação: “A natureza em seus caprichos e mistérios, condensa em pequenas coisas o poder de dirigir as grandes; nas sutis a potência de dominar as mais grosseiras; nas coisas simples, a capacidade de reger as complexas”.

Os resultados encontrados nesse estudo são exploratórios e dizem respeito apenas ao período de avaliação desse estudo (2017-2018). Várias suposições e hipóteses foram levantadas, porém, para confirmá-las é necessário um monitoramento de longo prazo visando acompanhar a evolução dos regenerantes para se ter respostas mais

conclusivas. Não se sabe se a descontinuidade do fluxo de regenerantes da Área 1 (FLONA) é repetido durante os anos ou é apenas uma situação efêmera em vista da estocasticidade que rege esse tipo de ambiente. O mesmo vale para as outras observações, é pontual ou tende a progredir no mesmo padrão ao longo dos anos?

Para a Área 2 (PPR), foi encontrada diferentes situações, onde a heterogeneidade das propriedades colocou essa situação como a mais biodiversa em termos de espécies florestais e com elevado número de indivíduos por hectare. Porém, se analisada cada propriedade separadamente, várias delas possuem suas áreas de floresta bastante degradadas, empobrecidas e com poucos regenerantes, ou seja, vários fragmentos estão comprometidos. Isso deve ser levado em consideração com relação a pergunta feita na introdução: a legislação continua cumprindo com o objetivo de proteger os fragmentos de FOM que restaram? Se for levado em consideração apenas o seu estoque de regenerantes, na maioria dos casos, para a região de estudo, a resposta é não.

Esse e vários outros estudos já mostraram a situação preocupante da regeneração natural da araucária. É necessário valorar a floresta dentro de propriedades rurais para que esses fragmentos não continuem sendo vistos como um empecilho aos olhos dos proprietários e voltamos ao desafio que Canalez et al. (2006) citaram: é preciso responder aos detentores de tais áreas qual o tratamento a dar para suas florestas.

Inicialmente, a pesquisa científica em manejo florestal seletivo sustentável, mostrou o aumento do número de indivíduos regenerantes de araucária e de várias outras espécies nas áreas de clareira. Então, a afirmativa feita por vários estudiosos do assunto de que o manejo florestal sustentável é capaz de renovar e dinamizar a floresta, garantindo um fluxo contínuo de regenerantes para a fase adulta é correta para a situação de fragmentação da FOM? Para responder essa pergunta e ter resultados conclusivos, é necessário dar continuidade na pesquisa como um todo, para então oferecer a sociedade a resposta dessa pergunta, se é possível ou não obter ganho econômico por meio do manejo florestal sustentável com o intuito de conservar a floresta e melhorar a qualidade de vida de proprietários rurais. Os resultados desse estudo são apenas o primeiro passo para a compreensão dos processos que regem a dinâmica da regeneração natural na região, e seus resultados mostram, inicialmente, que o manejo florestal seletivo sustentável favorece o surgimento do banco plântulas e que esse se caracteriza como estoque da futura floresta.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, P. Mapeamento dos remanescentes vegetais arbóreos do estado do Paraná e elaboração de um sistema de informações geográficas para fins de análise ambiental do estado. 2013. 127 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

APG IV – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP IV. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, 1-20; 2016.

ARAÚJO, M. M.; CHAMI, L.; LONGHI, S. J.; AVILA, A. L.; BRENA, D. A. Análise de agrupamento em remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 1-18, jan.-mar. 2010.

AUSTREGÉSILO, S. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A.; SOUZA, A. L.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, E. S. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p.227-232, mar./abr. 2004.

BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; CURCIO, G. R. Fitosociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 35-45, 2004.

BARTON, A. M. Neotropical pioneer and shade-tolerant tree species: do they partition treefall gaps? **Tropical Ecology**, v. 25, p. 196-202, 1984.

BEGON, M. TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

BRITZ, R. M. Aspectos ambientais a serem considerados na restauração da Floresta com Araucária no Estado do Paraná. **Pesq. Flor. bras.**, Colombo, n.55, p.37-43, jul./dez. 2007.

BRUCE, R. G. H. The application of quantitative method of classification to strategic ecological survey in Britain. IN: KLIJN, F. (ed) **Ecossistem classification for environmental management**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1994. p. 173-182.

CAIN, S. A. The species-area curve. *The American Midland Naturalist* 19:573-581.

CALDATO, S. L.; FLOSS, P. A.; CROCE, D. M.; LONGHI, S. J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 27-28, 1996.

CAMPOS, J. C.C. & LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3. Ed. Viçosa, MG, Ed. Da UFV, 2013. 470 p.

CANALEZ, G. G. DALLA-CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Dinâmica da estrutura da comunidade de Lauráceas no período 1995-2004 em uma Floresta de Araucária no Sul do estado do Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 4, p. 357-367, 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira** / Paulo Ernani Ramalho Carvalho; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. – Colombo: EMBRAPACNPF; Brasília: EMBRAPA- SPI, 1994. 640 p.: il. Color (35p. com 140 fotografias), 4 mapas.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de Florestas Naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1.; 1997, Curitiba. **Anais... Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1997. p. 43-55. (Documentos, 34).**

CATHARINO, E. L. M.; BERNACCI, L. C., FRANCO, G. A. D. C.; DURIGAN, G. METZGER, J. P. Aspectos da composição e diversidade do componente arbóreo das florestas da Reserva Florestal do Morro Grande, Cotia, SP. **Bio Neotropica**, vol. 6, n.2, May./Aug. 2006

CHAMI, L; B. Vegetação e mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS. 2008. p. 121. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

CHAZDON, R. L.; FETCHER, N. Photosynthetic light environments in a lowland tropical forest in Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 72, p. 553-564, 1984.

CONDIT, R.; HUBBELL, S. P.; LAFRANKIE, J. V.; SUKUMAR, R.; MANOKARAN, R.; FOSTER, R. B.; ASHTON, P. S. Species-area and species-individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. **Journal of Ecology**, London, v. 84, p. 549-562, 1996.

COSTA, L. VOLTOLINI, J. C. Impacto do pisoteio do gado sobre floresta ripária no vale do Paraíba, Tremembé, SP. **Revista Biociências**, v. 19, n. 1; p. 93-103, 2013.

COSTA, T. V.; VENZKE, T. S. L. Regeneração natural em Mata de Restinga em área de pecuária extensiva no município de Pelotas, extremo sul do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 339-345, 2016.

COWELL, R. K. 2016. **Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9.1. User's Guide and application published at: {<http://viceroy.colorado.edu/estimates>}.

COWELL, R. K.; MAO, M C. X.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, v. 85. 2004.

DALMASO, C. A.; INOUE, M. T.; OLIVEIRA-FILHO, P. C.; MARCELINO, V. R. Padrões espaciais na regeneração de *Ocotea odorifera* na Floresta Nacional de Irati, PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 2, p. 301-312, abr./jun. 2013.

DANIEL, O.; JANKAUSKIS, J. Avaliação de metodologia para o estudo do estoque de sementes do solo. **SÉRIE IPEF**, Piracicaba, v. 41-42, p. 18-26, 1989.

DENSLOW, J. S. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. **Biotropica**, v. 23, n. 3, p. 225-234, 1991.

Diário oficial da União – **Lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção** – Portaria Nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Acessado em 07 de junho de 2017. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>>

DURIGAN, M. E. **Florística, dinâmica e análise proteica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR**. 1999. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

FERNANDES PINHEIRO. **Plano Diretor de Uso e Ocupação do Solo Municipal de Fernandes Pinheiro**. Fernandes Pinheiro, 2006.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. 1. ed. Lavras: UFLA, 2008. 662p.

FIGUEIREDO FILHO, A. Relatório técnico: **Comparação da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista e uma vegetação arbórea estabelecida sob um plantio de *Araucaria angustifolia* no Centro Sul do estado do Paraná**, 2011. 36 p. Não publicado.

FINOL, H. Nuevos parâmetros a considerar-se em el analisis estructural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezuelana**, Mérida, v. 14, n. 21, p. 24-42, 1971

GARWOOD, N. C. Tropical Soil Seed Banks: a Review. In: **LECK, M. A.; PARKER, T. V.; SIMPSON, R. L. eds. Ecology of soil seed banks**. New York: Academic Press. 1989. P. 49-210.

GANDOLFI, S. 2000. História Natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil). Tese (Doutorado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GUARCIA-GUZMAN, G. & BENITEZ-MALVIDO, J. Effect of litter on the incidence of leaf-fungal pathogens and herbivory in seedlings of the tropical tree *Nectandra ambigens*. **Journal of Tropical Ecology** 19: 171-177, 2003.

GUARATINI, M. T. G.; GOMES, E. P. C.; TAMASHIRO, J. Y.; RODRIGUES, R. R. Composição Florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, SP. **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n.2, p. 323-337, abr.-jun. 2008.

GUARIGUATA, M. R.; DUPUY, J. M. Forest regeneration in abandoned logging roads in lowland Costa Rica. **Biotropica**, v. 29, p. 15-28, 1997.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6 ed. Tradução: A. S. Sant'Anna, Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1977. 892 p.

HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. da; FERREIRA, T. S.; SOUZA, S. T. de; GOMES, J. P.; SILVA, K. M. da, SANTOS, K. F. dos; LINKE, C. PAULINO, P. S. Influência de variáveis ambientais sobre o padrão estrutural e florístico do componente arbóreo, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana em Lages, SC. **Ciência Florestal**. 2015, v. 22, n. 1, p. 79-90.

HANISCH, A. L.; VOGT, G. A.; MARQUES, A. C.; BONA, L. C.; BOSSE, D. D. Estrutura e composição florística de cinco áreas de Caíva no Planalto Norte de Santa Catarina. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 303-310, nov./dez. 2010.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.; CUNHA, U. S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: Ed. UFPR, 1998. 162p.

HUBBEL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in tropical dry forest. **Science**, v. 223, p. 1299-1309, 1979.

HUTCHENSON, K. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. **Journal of Theoretical Biology**, Michigan. V. 29, n. 1, p. 151-154, 1970.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Classificação Climática**. <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>. Acesso em 30 nov. de 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão territorial do Brasil e limites territoriais**. 2010. <https://ww2.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=410773#>. Acesso em 30 nov. 2017

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p. Série: Manuais Técnicos em Geociências, n. 1.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ano. Acessado em 21 de outubro de 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2187-flona-de-irati.html?highlight=WyJmbG9uYSIsImRliwiaXJhGkiLCJmbG9UYSBkZSIsImZsb25HiGRlIGlyYXRpIiwZGUgaXJhdGkiXQ==>

INOUE, M. T. **Regeneração Natural**: seus problemas e perspectivas para as Florestas Brasileiras. Curitiba: FUPEF, 1979. 22 p. (Série Técnica, 1).

IUCN (2017). **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2017. Acessado em 07 de junho de 2017. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

JURINITZ, C. F. **Ecologia das populações de duas espécies arbóreas em fragmentos florestais no Planalto Atlântico Paulista**. 2010. 82 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

KELLERMANN, B. **Monitoramento da regeneração natural em fragmento de Floresta Ombrófila Mista e morfoanatomia de plântulas e tirodendros de *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex Malme (Asteraceae)**. 2011. 140 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais, 1991, Atibaia. **Anais...** Atibaia-SP: Editora, 1991. p. 197-215.

KLEIN, R. M. Importância sociológica das mirtáceas nas florestas rio-grandenses. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 1984, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, 1984. p. 367-375

KOZERA, C.; DITTRICH, V. A. O.; SILVA, S. M. Composição florística da Floresta Ombrófila montana do Parque Municipal do Barigui, Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan./abr. 2006

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

LARPKERN, P.; MOE, S. R. TOTLAND, O. Bamboo dominance reduces tree regeneration in a disturbed tropical forest. **Oecologia**, Berlin, v. 165, n. 1, p. 165-168. 2011.

LAZZARIN, L. C.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; SOUZA, K.; PERIN, J. E.; CRUZ, A. P. Invasão biológica por *Hovenia dulcis* Thunb. em fragmentos florestais na região do Alto Uruguai, Brasil. **Revista Árvore**, v. 39, n. 6, p. 1007-1017, 2015.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: **Geografia do Brasil: Região Sul.** v.2. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

LISBOA, G. S.; LONGHI, S. J.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MIRANDA, D. L. C.; STEPKA, T. F.; CERQUEIRA, C. L.; FRANÇA, L. C. J.; SERPE, E. L. Grupos florísticos em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na FLONA de Irati, PR. **Rev. Cient. Elet. de Eng. Flo. da FAEF**, vol. 31; n. 2; 2018.

LONGUI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo - RS.** 1997. 215p. Tese (Doutorado Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MACHADO, S. A.; BARTOSZEK, A. C. P. S.; OLIVEIRA, E. B. Estudo da estrutura diamétrica para *Araucaria angustifolia* em florestas naturais na região sul do Brasil. **Revista Floresta**, v. 16, n. 1-2, p. 59-70, 1998.

MACHADO, S. A.; DERCI AUGUSTYNCZIK, A. L.; MENDES NASCIMENTO, R. G.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R.; PEREIRA MIGUEL, E.; TÉO, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Agraria**, vol. 10, n. 2, marzo-abril, 2009.

MANTOVANI, W. Dinâmica das populações. In: Simpósio sobre Mata Ciliar, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas – SP: Editora, 1989. p. 120-129

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Viçosa: Editora da Universidade – UFV. 2001. 146 p.

MAUHS, J. **Fitossociologia e regeneração natural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista exposto a perturbações antrópicas**. 2002. 65 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS.

MAZON, J. A. **Composição florística e fitossociológica de Floresta Ombrófila Mista em áreas sob manejo silvipastoril e sucessão secundária**. 2014. 158p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR.

MAZZA, C. A. da S. **Caracterização ambiental da paisagem da microrregião colonial de Irati e zoneamento ambiental da Floresta Nacional de Irati, PR**. 2006. 147 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.

MAZZA, C. A. S.; SANTOS, J. E.; MAZZA, M. C. M.; POVOA, P. P.; RACHWAL, M. F. G. Caracterização ambiental dos componentes estruturais da paisagem do Município de Irati, Paraná. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 45p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Florestas, 25).

MELO, F. P. L. de; AGUIAR NETO, A. V. de; SIMABUKURO, E. A. & TABARELLI, M. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. In: Ferreira, a. G. & Borghetti, F. (Ed.) **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 237-250.

MENEGATTI, R. D.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; NETO, J. F.; CORREIA, J.; MUNARETTI, A. M.; BERRI, P. V. Relação etnobotânica dos proprietários rurais do município de Urupema, SC, com recursos florestais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 725 – 734, out./dez. 2014.

MMA (2001). **Resolução CONAMA nº 278**. Acessado em 07 de junho de 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=276>

MMA. Biodiversidade Brasileira. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Brasília – DF 2002

MMA. Bioma Mata Atlântica. Acessado em 23 de novembro de 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>

NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estruturas da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mistas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 331-342. 2005.

NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estruturas e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2011.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 9-25, 2001.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988. 434 p.

PELLISSARI, A. L.; FIGUEIREDO FILHO, A.; SANQUETTA, C. R.; EBLING, A. A.; ROVEDA, M. CYSNEIROS, V. C. Estrutura espacial arbórea de um remanescente

natural de Floresta Ombrófila Mista. *BIOFIX Scientific Journal*, v. 1, n. 1, p. 27-32, jul./dez. 2016.

PILLAR, V. D. Sampling sufficiency in ecological surveys. *Abstracta Botanica*, Grandaerde, v. 22, p. 37-48, 1998.

PINHEIRO, A. L. **Estudos de características dendrológicas, anatômicas e taxonômicas de Meliaceae na microrregião de Viçosa, Minas Gerais**. 1986. 192 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

POGGIANI, F. **Estrutura, funcionamento e classificação das florestas: implicação ecológica das florestas plantadas**. Piracicaba, ESALQ, 1989, p. 1-14 (Documentos Florestais, 3), 1989.

POLISEL, R. T.; IVANAUKAS, N. M.; ASSIS, M. C.; SHEPHERD, G. J.; YAMAMOTO, K. Structure of the understory community in four stretches of *Araucaria* forest in the state of São Paulo, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 28 (1): 86-101. 2014.

RAMBO, B. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Livraria Sebach, 1956. 456 p.

REGAZZI, A. J. Análise multivariada, notas de aula INF 766, Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000.

RODE, R. **Avaliação florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Mista e de uma vegetação arbórea estabelecida sob um povoamento de *Araucaria angustifolia* de 60 anos**. 2008. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

ROIK, M. **Dinâmica (2002-2011) e modelagem do incremento diamétrico em fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Irati, Paraná**. 2012. 141 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR.

RUIZ, E. C. Z. **Biomassa e Flora Epifítica de copas de *Araucaria angustifolia***. 2017. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, PR.

SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v. 31, n. 6; p. 1035-1046, 2007.

SAQUETTA, C. R. et al. Estrutura vertical de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do Paraná. *Revista Floresta*, v. 32, n.2, p. 267-276, 2002.

SANQUETTA, C. R. et al. Recrutamento, mortalidade e recrutamento em duas Florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze) no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 5, n. 1, p. 101-112, 2003.

SANQUETTA, C. R.; MATTEI, E. Manejo racional da floresta de araucária. *Meio Ambiente Santa Catarina*, Florianópolis, v. 2, p. 58, 2002.

- SANTOS, G. N.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FARIAS, K. J.; MACHADO, F. D.; DUARTE, E.; FERNANDES, C.; VIEIRA, F.; AMARAL, R. S.; AGUIAR, V.; WALTER, F. F.; MORE, B.; REIS, M. A. Regeneração natural em uma floresta com araucária: inferências sobre o processo de construção da comunidade de espécies arbóreas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 483-494, abr.-jun., 2018
- SANTOS DA SILVA, J. H. da; CARACIOLO, R. L. F.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SANTOS, E. S.; MEUNIER, I. M. J. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, vol. 28, núm. 3; p. 387-396, 2004.
- SCHAAF, L. B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006
- SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasil. Bot.**, v. 31, n. 1, p. 179-187, jan./mar. 2008.
- SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. Ausência de estabilização da curva de acumulação de espécies em florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 101-111, 2012.
- SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. **Manejo sustentado de florestas inequidâneas**. Santa Maria: CEPEF, 2000. 195 p.
- SCHUPP, E. W. Annual variation in seedfall, postdispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. **Ecology**, v. 71, n.2, p.504-515, 1990
- SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. Modelo de produção para floresta nativa como base para o manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p. 112-137, 1996.
- SCCOTI, M. S.; ARAUJO, M. M.; WENDLER, C. F.; LONGHI, S. J. Mecanismos de regeneração natural em remanescentes de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 459-472, 2011.
- SCHUPP, E. W.; HOWE, H. F.; AUGSPURGER, C. K.; LEVEY, D. J. Arrival and survival in tropical treefall gaps. **Ecology**, v. 70, p. 562-564, 1989.
- SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; AGUIAR, M. D.; NEGRINI, M.; NETO, J. F.; HESS, A. F. Relações florísticas e fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Mista montana secundária em Lages, Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 193-206, jan./mar., 2012.
- SOLON, J. L. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- SOUZA, R. P. M.; SOUZA, V. C.; POLISEL, R. T.; IVANAUSKAS, N. M. Estrutura e aspectos da regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Hoehnea** 39 (3): 387-407, 2012.

SOUZA, C. C.; ROSA, A. D.; SOUZA, K.; CRUZ, A. P.; GONÇALVES, D. A.; PSHEIDT, F.; LOEBENS, R.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C. Potencial regenerativo de uma floresta ecotonal na região do Alto Uruguai em Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 345-356, jan. - mar., 2018.

SWAIANE, M. D.; LIEBERMAN, D. Note on the calculation of mortality rates. **Journal Tropical Ecology**, Cambridge, v.p. 2-3, 1987.

TEO, S. J.; FIORENTIN, L. D.; SCHNEIDER, C. R.; DA COSTA, R. H.; BATISTA, S. Estrutura da regeneração natural sujeita à pecuária extensiva na região de Caçador-SC. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 199-207, 2014.

VEFAGO, M. B. **Dinâmica do componente regenerante arbóreo em fragmentos florestais no Planalto Sul Catarinense**. 2017. 49p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

VIBRANS, A. C.; SEVGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. **Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): Volume III - Floresta Ombrófila Mista**. Blumenau: Editora FURB, 2013, 225p.

VICENTE-SILVA, J.; BERGAMIN, R. S.; ZANINI, K. J.; PILLAR, V. D.; MÜLLER, S. C. Assembly patterns and functional diversity of tree species in a successional gradient of Araucaria forest in Southern Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 14, n. 2, p. 67 – 73, 2016.

VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de Mata Atlântica: uma análise fitossociológica**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 123 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WATZLAWICK, L. F.; ALBUQUERQUE, J. M.; REDIN, C. G.; LONGHI, R. V.; LONGHI, S. L. Estrutura, diversidade e distribuição espacial da vegetação arbórea na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, Rebouças (PR). **Ambiência**, Guarapuava (PR), v. 7; n.3; p. 415-427, set./dez. 2011.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Hoboken, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1989.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER, J. C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 336p.

ZAMA, M. Y.; BOVOLENTA, Y. R.; CARVALHO, E. S.; RODRIGUES, D. R.; ARAUJO, C. G.; SORACE, M. A. F.; LUZ, D. G. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas no Parque Estadual Mata São Francisco, PR, Brasil. *Hoehnea* 39(3): 369-378, I tab., 2 fig., 2012.

ZAPPI, D. 2003. Revision of *Rudgea* (Rubiaceae) in Southeastern and Southern Brazil. **Kew Bulletin** 58: 513-596.