



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS

Leandro Correa Pinho

**Composição, estrutura e potencial madeireiro em um fragmento de Floresta Ombrófila  
Mista no município de Curitibanos**

Curitibanos - SC

2024

Leandro Correa Pinho

**Composição, estrutura e potencial madeireiro em um fragmento de Floresta Ombrófila  
Mista no município de Curitiba**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Manejo e Conservação de Ecossistemas Agrícolas e Naturais.

Orientador: Prof. Alexandre Siminski, Dr.

Coorientador: Prof. Vinicius Costa Cysneiros, Dr.

Curitiba - SC

2024

Pinho, Leandro Correa

Composição, estrutura e potencial madeireiro em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Curitiba / Leandro Correa Pinho ; orientador, Alexandre Siminski, coorientador, Vinicius Costa Cysneiros, 2024.

111 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitiba, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Curitiba, 2024.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2. Mata Atlântica. 3. Ecossistema ameaçado. 4. Espécies madeireiras. 5. Manejo florestal. I. Siminski, Alexandre. II. Cysneiros, Vinicius Costa. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais. IV. Título.

Leandro Correa Pinho

**Composição, estrutura e potencial madeireiro em um fragmento de Floresta Ombrófila  
Mista no município de Curitiba**

O presente trabalho em nível de Mestre foi avaliado e aprovado, em 26 de abril de 2024, pela banca  
examinadora composta pelos seguintes membros:

Mário Dobner Júnior, Dr.  
Florestal Gateados Ltda.

Daisy Christiane Zambiasi, Dra.  
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e da Economia Verde de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado  
para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Assinatura digital

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Assinatura digital

Prof.(a) Alexandre Siminski, Dr.(a)  
Orientador(a)

Curitiba, 2024.

*Dedico inicialmente a mim, para um eu que merece reconhecimento;  
Dedico filosofia e psicologia que me deu forças e significado em meio ao pleno caos;  
Dedico a todos os amigos e colegas que de alguma forma fizeram parte dessa  
conquista, com ajudas diretas e indiretas, com conversas e momentos de acolhimento;  
Dedico a minha família que deu apoio e condições para que eu concluísse mais essa  
etapa da vida;*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao professor Alexandre Siminski pela orientação;

Agradeço ao professor Vinicius Costa Cysneiros pela coorientação, todo apoio e suporte na coleta, processamento dos dados e todos os ensinamentos;

Agradeço ao professor Mauricio Sedrez dos Reis pelos valorosos conselhos e ensinamentos;

Agradeço a UNIEDU e ao estado de Santa Catarina pela viabilização da bolsa;

Agradeço ao PPGEAN pela oportunidade e toda a vivência nesses 24 meses;

Agradeço ao Núcleo de Estudos em Dendrometria, Inventário e Manejo Florestal (NEDIM – UFSC), pelo apoio e ajuda nos campos;

Agradeço ao Núcleo de Estudos em SocioAgroBiodiversidade (NESBIO – UFSC) pelas diversas trocas e experiências;

Aos professores e demais colaboradores da UFSC pelo compartilhamento do conhecimento e de experiências profissionais;

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina e ao Estado Brasileiro por proporcionar o acesso à educação pública, gratuita e de qualidade.

Todo ponto de vista é a vista de um ponto. Para entender como alguém lê, é necessário saber como são seus olhos e qual é sua visão de mundo. Isso faz da leitura sempre uma releitura (BOFF, 1997, p. 9).

## RESUMO

O Brasil passou por ciclos econômicos que exploraram diversos recursos naturais, causando impactos negativos na biodiversidade e nos ecossistemas. No bioma Mata Atlântica, mais especificamente na Floresta Ombrófila Mista, ocorreu exploração intensiva, especialmente da araucária e imbuia, o que resultou em fragmentação e declínio da floresta, levando à necessidade de estratégias de controle. Assim foram implementadas legislações para conservação dos recursos naturais que buscam limitar a exploração de recursos florestais, mas ainda há desafios na conservação efetiva da Mata Atlântica. Dentre as possibilidades de incentivo a conservação está o Manejo Florestal Sustentável, sendo uma abordagem técnica para administrar a vegetação natural de forma a obter benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando os mecanismos de sustentação dos ecossistemas. Desta forma, o objetivo desse estudo é avaliar o potencial madeireiro de um fragmento da Floresta Ombrófila Mista para subsidiar uma proposta de manejo florestal sustentável. O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, na Área Experimental Florestal da UFSC em Curitiba-SC, onde foram instaladas nove unidades amostrais de 2000 m<sup>2</sup> cada, abrangendo 22% da área total. Foi realizado inventário florestal e fitossociológico, sendo coletados dados qualitativos e quantitativos. A composição florística e estrutura foram caracterizadas pela análise da riqueza, diversidade e contribuição de espécies, utilizando índices ecológicos, parâmetros fitossociológicos e classificação das espécies em usos madeireiros. Para avaliar a similaridade entre as unidades amostrais, foi realizada uma análise de agrupamento e análise de componentes principais, com base na diversidade de espécies e nos parâmetros dendrométricos. Por fim, foi realizada uma oficina técnica para apresentação dos resultados e elaboração coletiva para estruturação de uma Unidade Demonstrativa de Manejo Florestal. Foi constatado suficiência amostral pela estabilização das curvas de rarefação. Como resultado do inventário foram amostrados 1063 indivíduos de 50 diferentes espécies, gerando estimativas de diversidade ( $H'$ ) de 3,132 e de equabilidade ( $J$ ) de 0,80. Para os parâmetros dendrométricos foram encontrados média de DAP:  $20,8 \pm 0,8$  cm, para altura total:  $11,6 \pm 0,2$  m, para altura de fuste:  $6,2 \pm 0,2$  m, n<sup>o</sup> de indivíduos:  $591 \pm 85$  ind./ha, área basal:  $29,8 \pm 4,1$  m<sup>2</sup>.ha e volume de fuste:  $177,6 \pm 29,4$  m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Em relação à estrutura horizontal *Lithraea brasiliensis*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Araucaria angustifolia* foram as espécies com maior valor de importância. Foram classificadas 36 espécies com potencial madeireiro, sendo 7 espécies de alta qualidade comercial, 13 de média qualidade e 16 espécies de baixa qualidade. A análise de agrupamento e ordenamento apontou dois grupos distintos, o G1 com maior diversidade e o G2 com maior estoque madeireiro. Os presentes resultados estão de acordo com as médias encontradas por outros estudos realizados na Floresta Ombrófila Mista, entretanto quando comparadas com áreas mais preservadas os parâmetros dendrométricos e a diversidade são inferiores. Para o local em análise recomenda-se a estruturação de unidades demonstrativas com manejo árvore a árvore, seguindo as diretrizes da exploração de impacto reduzido. Conclui-se que o local apresenta potencial madeireiro atual e futuro, podendo ser um importante local demonstrativo de práticas de manejo florestal sustentável, entretanto outros estudos complementares devem ser realizados para geração de dados mais robustos.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica; Ecossistema ameaçado; Espécies madeireiras; Manejo florestal.



## ABSTRACT

Brazil has gone through economic cycles that exploited various natural resources, causing negative impacts on biodiversity and ecosystems. In the Atlantic Forest biome, more specifically in the Mixed Ombrophilous Forest, there was intensive exploitation, especially of araucaria and imbuia, resulting in fragmentation and decline of the forest, leading to the need for control strategies. Thus, legislations for the conservation of natural resources were implemented to limit the exploitation of forest resources, but there are still challenges in the effective conservation of the Atlantic Forest. Among the possibilities for encouraging conservation is Sustainable Forest Management, which is a technical approach to managing natural vegetation to obtain economic, social, and environmental benefits, respecting the sustaining mechanisms of ecosystems. Thus, the objective of this study is to evaluate the timber potential of a fragment of the Mixed Ombrophilous Forest to support a proposal for sustainable forest management. The study was conducted in a fragment of the Mixed Ombrophilous Forest, at the Forest Experimental Area of UFSC in Curitiba-SC, where nine sample units of 2000 m<sup>2</sup> each were installed, covering 22% of the total area. A forest and phytosociological inventory was conducted, collecting qualitative and quantitative data. The floristic composition and structure were characterized by analyzing richness, diversity, and species contribution, using ecological indices, phytosociological parameters, and classification of species by timber uses. To assess the similarity between sample units, a clustering analysis and principal component analysis were performed based on species diversity and dendrometric parameters. Finally, a technical workshop was held to present the results and collectively develop a proposal for structuring a Demonstrative Forest Management Unit. Sampling sufficiency was confirmed by the stabilization of rarefaction curves. As a result of the inventory, 1063 individuals of 50 different species were sampled, generating diversity estimates ( $H'$ ) of 3.132 and evenness ( $J$ ) of 0.80. For the dendrometric parameters, the average DAP was  $20.8 \pm 0.8$  cm, total height was  $11.6 \pm 0.2$  m, bole height was  $6.2 \pm 0.2$  m, number of individuals was  $591 \pm 85$  ind./ha, basal area was  $29.8 \pm 4.1$  m<sup>2</sup>/ha, and bole volume was  $177.6 \pm 29.4$  m<sup>3</sup>/ha. In terms of horizontal structure, *Lithraea brasiliensis*, *Campomanesia xanthocarpa*, and *Araucaria angustifolia* were the species with the highest importance value. Thirty-six species with timber potential were classified, with 7 species of high commercial quality, 13 of medium quality, and 16 of low quality. The clustering and ordination analysis pointed to two distinct groups: G1 with higher diversity and G2 with higher timber stock. The present results are in line with the averages found by other studies conducted in the Mixed Ombrophilous Forest; however, when compared with more preserved areas, the dendrometric parameters and diversity are lower. For the location under analysis, it is recommended to structure demonstrative units with tree-by-tree management, following the guidelines for reduced-impact logging. It is concluded that the site has current and future timber potential, and could be an important demonstrative site for sustainable forest management practices; however, further complementary studies should be conducted to generate more robust data.

**Keywords:** Atlantic Forest; Threatened ecosystem; Timber species; Forest management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de Manejo da Floresta Ombrófila Mista (em amarelo), na Fazenda Experimental Florestal (AEF), da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba-SC. ....	38
Figura 2 - Localização das unidades amostrais e usos da terra na Fazenda Experimental Florestal (AEF), da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba-SC.....	40
Figura 3 - Configuração das unidades amostrais (2000 m <sup>2</sup> ) instaladas a campo para realização do inventário florestal.....	41
Figura 4 - Instalação e demarcação das unidades amostrais permanentes no fragmento florestal da Área Experimental Florestal (AEF-UFSC). ....	42
Figura 5 - Sistematização da instalação das Unidades Amostrais, com as referidas distâncias do ponto central (Cruzeta) até os pontos determinados (Balizas: P1, P2 e P3).....	42
Figura 6 - Medição da circunferência, marcação da altura de medição e identificação das árvores amostradas com placas metálicas de numeração. ....	43
Figura 7 - Esquema das subunidades amostrais usadas para mensuração da altura total e de fuste. ....	45
Figura 8 - Tipos de alturas mensuradas para folhosas e para a espécie araucária. ....	45
Figura 9 - Curvas de rarefação de espécies, com 1000 aleatorizações sem reposição e intervalo de confiança de 95%, utilizando em indivíduos amostrados em nove unidades amostrais (UA), na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba -SC. ....	55
Figura 10 - Relação entre altura total mensurada e diâmetro à altura do peito (DAP) (A), distribuição de frequência dos resíduos (B) e dispersão dos resíduos (C), do modelo linear m1 para as espécies folhosas. ....	59
Figura 11 - Relação entre altura de fuste mensurada e diâmetro à altura do peito (DAP) (A), distribuição de frequência dos resíduos (B) e dispersão dos resíduos (C), do modelo não linear m6 para espécies folhosas.....	59
Figura 12 - Distribuição do Número médio de Fustes (A) e Volume médio (B) por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica das 9 unidades amostrais mensuradas, associadas a qualidade de fuste. ....	62
Figura 13 - Distribuição do Número médio de Fustes (A) e Volume médio (B) por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica das 9 unidades amostrais mensuradas, associadas a qualidade comercial para o uso madeireiro. ....	65
Figura 14 - Agrupamento das Unidades Amostrais e diagrama de ordenação produzido por Análise de Componentes Principais (PCA), onde a coloração verde representa um grupo de maior diversidade (G1) e o marrom o de maior estoque (G2), para um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, da Área Experimental Florestal, UFSC Curitiba.....	66
Figura 15 - Localização e arranjo das unidades amostrais, usos da terra e curvas de nível na do fragmento de Floresta Ombrófila Mista, da Área Experimental Florestal, UFSC Curitiba. ....	66

Figura 16 - Curvas de rarefação de espécies, com 1000 aleatorizações sem reposição e intervalo de confiança de 95%, utilizando em indivíduos amostrados em dois diferentes grupos, G1 e G2, na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.....	67
Figura 17 - Distribuição do Número médio de Fustes por hectare pelo centro de classe diamétrica dos Grupos 1 e 2, associadas a qualidade de fuste para o uso madeireiro.....	72
Figura 18 - Distribuição do Volume médio de Fustes por hectare pelas classes diamétricas dos Grupos 1 (A) e 2 (B), associadas a qualidade de fuste para o uso madeireiro. ....	73
Figura 19 - Distribuição do Número médio de Fustes por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica dos Grupos 1 (A) e 2 (B), associadas a qualidade comercial da madeira. ....	74
Figura 20 - Distribuição do Volume médio de Fustes por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica dos Grupos 1 (A) e 2 (B) (G1 e G2), associadas a qualidade comercial da madeira. ....	75
Figura 21 - Oficina realizada para estruturação da proposta da criação da Área Demonstrativa de Manejo de Florestas Naturais da Área Experimental Florestal. ....	91

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros de qualidade utilizados para classificar os indivíduos mensurados no fragmento florestal da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC. ....	44
Quadro 2 - Parâmetros fitossociológicos com suas descrições e formulações. ....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classes de diâmetro para distribuição diamétrica de espécies arbóreas com DAP $\geq$ 10 cm, para área de Manejo Florestal, da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, com amplitude de 10 cm.....	50
Tabela 2 - Modelos testados para a estimativa da altura total e do fuste em função do diâmetro a altura do peito (DAP), para todas as espécies de folhosas amostradas na área de Manejo Florestal, da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.....	51
Tabela 3 - Equações para estimativa do volume de fuste para araucária e para as espécies de folhosas.....	54
Tabela 4 – Riqueza de espécies (S), número de indivíduos amostrados por UA (n°), Índices de diversidade Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J) para as unidades amostrais mensuradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. ....	56
Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos absolutos e relativos da estrutura horizontal das espécies amostradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, em ordem decrescente de valor de importância. ....	57
Tabela 6 - Estatísticas de ajuste dos melhores modelos testados para estimativa da altura total e de fuste para a espécie folhosas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. ....	58
Tabela 7 - Valores médios das variáveis dendrométricas e de estoque, com seus respectivos Desvios Padrão (DV), Coeficiente de Variação (CV), Erro absoluto (EA) e Limite Inferior (Lim. Inf.) e Limite Superior (Lim. Sup.), encontrados para o fragmento Floresta Ombrófila Mista da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. ....	60
Tabela 8 - Estimativas de volume por qualidade de fuste para cada unidade amostral mensurada no fragmento Floresta Ombrófila Mista da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.....	61
Tabela 9 - Número de indivíduos, potencial uso como produto florestal não madeireiro (PFNM), densidade básica (Db), qualidade comercial da madeira (QC) e seus potenciais usos madeireiros para cada espécie amostrada no fragmento florestal dá na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos - SC.....	63
Tabela 10 - Parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal do Grupo 1 (G1), amostradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos- SC. ....	68
Tabela 11 - Estimadores fitossociológicos da estrutura horizontal do Grupo 2(G2), espécies amostradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.....	69
Tabela 12 - Lista das espécies com número de indivíduos, diâmetro e altura média dos indivíduos, área basal, média do volume individual de cada espécie e contribuição no estoque volumétrico em cada grupo e total no fragmento de nativa da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC. ....	70

Tabela 13 - Volume médio das qualidades comerciais e qualidade de fuste por grupo (G1 e G2), para as espécies mensuradas no fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos.....	75
Tabela 14 - Volume médio das qualidades de fuste para as espécies mensuradas, associado com a qualidade comercial de cada espécie, no grupo 1 (G1), do fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. ....	76
Tabela 15 - Volume médio das qualidades de fuste para as espécies mensuradas, associado com a qualidade comercial de cada espécie, no grupo 2 (G2), do fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos. ....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEF	Área Experimental Florestal
AIC	Akaike Information Criterion
APP	Área de Preservação Permanente
Aup	Autorização Ambiental de Pesquisa
CAP	Circunferência a altura do peito
CF	Código Florestal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAP	Diâmetro a altura do peito
FCM	Fator De Correção de Meyer
FOD	Floresta Ombrófila Densa
FOM	Floresta Ombrófila Mista
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
Hf	Altura de Fuste
Ht	Altura Total
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IFFSC	Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina
IFN	Inventario Florestal Nacional
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
ITTO	International Tropical Timber Organization
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MFS	Manejo Florestal Sustentável
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
PCA	Principal Component Analysis
PRA	Programa de Regularização Ambiental
RL	Reserva Legal
SC	Santa Catarina
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
UA	Unidade Amostral
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
3.1	FLORESTA OMBROFILA MISTA .....	22
3.2	LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E A MATA ATLÂNTICA.....	25
<b>3.2.1</b>	<b>Manejo Florestal na Mata Atlântica</b> .....	<b>28</b>
3.3	MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS .....	32
<b>3.3.1</b>	<b>Manejo de florestas naturais pelo mundo</b> .....	<b>35</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
4.1	ÁREA DE ESTUDO .....	38
<b>4.1.1</b>	<b>Localização e clima</b> .....	<b>38</b>
4.2	AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA.....	39
4.3	INVENTÁRIO FLORESTAL .....	39
<b>4.3.1</b>	<b>Inventário florestal 100% (censo)</b> .....	<b>39</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Amostragem e alocação de Unidades Amostrais</b> .....	<b>39</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Instalação das Unidades Amostrais</b> .....	<b>41</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Coleta dos dados</b> .....	<b>43</b>
4.3.4.1	<i>Mensuração da circunferência</i> .....	43
4.3.4.2	<i>Identificação dos indivíduos</i> .....	44
4.3.4.3	<i>Avaliação qualitativa dos indivíduos</i> .....	44
4.3.4.4	<i>Mensuração das alturas</i> .....	44
4.4	FLORÍSTICA .....	46
<b>4.4.1</b>	<b>Riqueza e suficiência amostral</b> .....	<b>46</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Diversidade de espécies</b> .....	<b>46</b>
4.4.2.1	<i>Índice de Diversidade de Shannon</i> .....	46
4.4.2.2	<i>Índice de Equabilidade de Pielou</i> .....	47
4.4.2.3	<i>Classes de usos madeireiros das espécies</i> .....	47
4.5	AGRUPAMENTO E ORDENAMENTO DAS UNIDADES AMOSTRAIS.....	48
4.6	ESTRUTURA DA FLORESTA.....	49



4.6.1	<b>Parâmetros fitossociológicos</b> .....	49
4.6.2	<b>Distribuição diamétrica</b> .....	50
4.7	<b>ESTOQUE DA FLORESTA</b> .....	51
4.7.1	<b>Modelos hipsométricos</b> .....	51
4.7.1.1	<i>Ajuste de modelos lineares e não lineares</i> .....	51
4.7.1.2	<i>Seleção do melhor modelo</i> .....	51
4.7.1.3	<i>Estimativa de volume</i> .....	53
5	<b>RESULTADOS</b> .....	55
5.1	<b>ESTRUTURA E DIVERSIDADE</b> .....	55
5.1.1	<b>Suficiência amostral</b> .....	55
5.1.2	<b>Diversidade de espécies</b> .....	55
5.1.3	<b>Estrutura horizontal</b> .....	56
5.2	<b>ESTIMATIVAS DENDROMÉTRICAS</b> .....	58
5.2.1	<b>Hipsometria</b> .....	58
5.2.2	<b>Estoque de volume</b> .....	60
5.2.2.1	<i>Censo</i> .....	60
5.2.2.2	<i>Unidades amostrais</i> .....	60
5.2.3	<b>Estoque de volume por classe diamétrica e qualidades</b> .....	61
5.3	<b>CLASSES DE USOS E ESPÉCIES</b> .....	62
5.3.1	<b>Estoque por classe diamétrica e qualidade comercial</b> .....	64
5.4	<b>AGRUPAMENTO DAS UNIDADES AMOSTRAIS</b> .....	65
5.4.1	<b>Similaridade das unidades amostrais</b> .....	65
5.4.2	<b>Estrutura e diversidade dos grupos</b> .....	67
5.4.2.1	<i>Suficiência amostral dos grupos</i> .....	67
5.4.2.2	<i>Estrutura horizontal dos grupos</i> .....	67
5.4.3	<b>Estoque potencial madeireiro</b> .....	70
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	79
6.1	<b>ESTRUTURA E DIVERSIDADE</b> .....	79
6.2	<b>ESTIMATIVAS DENDROMÉTRICAS</b> .....	82
6.3	<b>CLASSES DE USOS E ESPÉCIES</b> .....	86
6.4	<b>AGRUPAMENTO DAS UNIDADES AMOSTRAIS</b> .....	88
7	<b>PROPOSTA DE MANEJO PARA A ÁREA DE ESTUDO</b> .....	90
7.1	<b>OFICINA</b> .....	90
7.2	<b>UNIDADE DEMONSTRATIVA DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL</b> 92	92

<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>96</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos 520 anos, o Brasil foi marcado por ciclos econômicos exploratórios dos recursos naturais, como o pau-brasil, ouro, cana-de-açúcar, café, borracha, assim como outras espécies madeireiras (PRADO JÚNIOR, 1972; CHEROBIM, 1983; CABRAL; CESCO, 2008; FURTADO, 2007). As consequências negativas principais desse processo são o impacto sobre a biodiversidade, ecossistemas e sistemas socioeconômicos associados. Como resposta, ao longo das décadas foram estabelecidas e implementadas diversas legislações como estratégias para controle do uso dos recursos naturais (CARVALHO, 2016; MOURA, 2016; SILVA; BATISTELLA; MORAN, 2017; CESCO; ATALLAH, 2019; STEVANATO; COLAVITE; PAROLIN, 2022).

Mesmo com todas as legislações vigentes, ainda vivemos uma diminuição da diversidade do bioma Mata Atlântica, com muitas perdas de habitat nos últimos 50 a 70 anos, o que sugere uma “dívida de extinção” de espécies nativas, ainda a ser paga nas próximas décadas (LIMA *et al.*, 2024). As espécies arbóreas nativas desempenham um papel crucial na conservação e preservação da biodiversidade, sendo adaptadas aos ambientes locais e muitas vezes desempenhando funções específicas nos ecossistemas (ALMEIDA, 2016; FURQUIM *et al.*, 2018; DELAVAUX *et al.*, 2023). A manutenção dessas espécies é fundamental para assegurar o equilíbrio ecológico, a resiliência dos ecossistemas florestais e a garantia de serviços ecossistêmicos (ALMEIDA, 2016; LIANG *et al.*, 2016; VIBRANS *et al.* 2022). Para isso, o uso dessas espécies requer abordagens técnicas e científicas que garantam a sustentabilidade dos recursos e não prejudiquem a capacidade de regeneração de florestas (FANTINI; SIMINSKI; GAIO, 2016; ANDRAE *et al.*, 2018; BRITTO *et al.*, 2019; PÉLLICO NETTO, 2020).

No Brasil, uma das estratégias do uso legal de recursos florestais madeireiros nativos é o Manejo Florestal Sustentável, que na Lei 12.651/2012, Art. 3º, inciso VII, é entendido como administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, sendo respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços (BRASIL, 2012). Sendo assim, ao contrário da exploração predatória, o manejo florestal sustentável de espécies nativas visa equilibrar a utilização de recursos florestais com a conservação dos habitats naturais, surgindo no centro das propostas de sustentabilidade ambiental, como uma prática essencial para conservar a biodiversidade,

produzir bens e serviços e ao mesmo tempo garantir a saúde a longo prazo dos ecossistemas (PÉLLICO NETTO, 2020; RODRIGUES, 2020).

O manejo florestal é utilizado principalmente em Florestas Nacionais e áreas certificadas no bioma amazônico, possuindo hoje mais de 1,3 milhões de ha em áreas de concessão e aproximadamente 1 milhão de ha em área sob manejo certificado fora de concessões (VALDIONES *et al.*, 2022; SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2023). Entretanto, é possível que maior parte da madeira oriunda da região Norte do país ainda seja de origem ilegal, através de planos de manejo “inflacionados” que são usadas para “lavar” as madeiras ilegais ou cortes de vegetação nativa sem nenhum tipo de autorização, decorrentes principalmente pela dificuldade e precariedade da fiscalização (BOURSCHEIT, 2021; VALDIONES *et al.*, 2022). No bioma Mata Atlântica, o MFS não é permitido, sua previsão legal foi vetada conforme Lei da Mata Atlântica nº 11.428/2006. Apesar do avanço de conhecimento no MFS, avaliações dos últimos 40 anos apontam para aspectos que ainda merecem atenção (ANDRAE *et al.*, 2018; BRITTO *et al.*, 2019; PÉLLICO NETTO, 2020), o que demanda aperfeiçoamentos contínuos das técnicas e pesquisas associadas.

A base para propostas de MFS são os dados do inventário florestal, pois a avaliação de mudanças e do crescimento constituem as ferramentas fundamentais para o manejo sustentável, fornecendo informações detalhadas sobre a composição, estrutura e saúde da vegetação da área que se almeja manejar (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997). Através do inventário é possível avaliar a biodiversidade, realizar estimativas confiáveis de estoque de madeira/biomassa/carbono, planejar os possíveis usos de uma floresta, monitorar e compreender os ecossistemas florestais, entre outros (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997; VIBRANS *et al.*, 2010; VIBRANS *et al.* 2022).

Desse modo, o presente trabalho é parte de um projeto conjunto da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), que visa subsidiar uma proposta de manejo de um fragmento da Floresta Ombrófila Mista, na Área Experimental Florestal da UFSC, em Curitibanos – SC. A colaboração inicial deste estudo é a instalação de unidades amostrais permanentes e a realização do primeiro inventário florestal, que servirá como base para outros estudos que serão realizados na área. Como escopo desse estudo, são detalhadas as técnicas empregadas no inventário florestal para que possam servir como modelo para levantamentos em pequenas e médias propriedades, demonstrando os resultados encontrados que poderão servir também como referência para novas medições e os potenciais usos futuros da área.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o potencial madeireiro de um fragmento de floresta secundária da fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista, visando subsidiar uma proposta de pesquisa em manejo florestal sustentável na Mata Atlântica.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar a composição florística e estrutura horizontal de um fragmento florestal da FOM;
- Caracterizar o estoque madeireiro potencial considerando a classificação das espécies em diferentes classes de uso e qualidade da madeira;
- Elaborar coletivamente uma proposta de pesquisa em manejo florestal que otimize o uso dos recursos naturais do fragmento avaliado, gerando subsídios científicos e técnicos para o manejo florestal no contexto da Mata Atlântica.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 FLORESTA OMBROFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), também denominada mata de araucárias, ocorre em regiões de alta pluviosidade, com chuvas bem distribuídas durante o ano, em altitude média de 800 m a 1200 m, sendo fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e pela ocorrência regular de geadas (MATTOS *et al.* 2010). A FOM possui ocorrência em grande parte dos planaltos meridionais dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e, ainda, apresenta-se em agrupamentos esparsos de São Paulo até o sul de Minas Gerais (MARTINS *et al.*, 2012; VIBRANS *et al.*, 2013). Essa formação florestal cobria originalmente cerca de 45% do território do estado de Santa Catarina, sendo que nos dias atuais se encontra altamente fragmentada (VIBRANS *et al.*, 2013).

Como a outra nomeação anteriormente citada sugere, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze é a espécie dominante nessa formação florestal, a qual ocorre conjuntamente com outros grupos de angiospermas basais, conferindo a esta formação um aspecto fitofisionômico característico (CORDEIRO; RODRIGUES, 2007; MARTINS *et al.*, 2012). A família Araucariaceae, representada no Brasil pela *A. angustifolia*, é a família de coníferas mais antiga ainda existente, com início do seu desenvolvimento marcado entre as Eras Paleozóica e Mesozóica, possuindo hoje distribuição predominantemente meridional, com a maioria dos seus representantes modernos ocupando florestas úmidas de locais submetidos a clima mesotérmico subtropical ou temperado (BERTOLDO; PAISANI; OLIVEIRA, 2014). Assim, devido a características de espécies de grande importância estrutural e ambiental como *A. angustifolia*, que é muito seletiva em relação à temperatura e umidade, a FOM é considerada uma das formações florestais mais sensíveis a variações climáticas (BERTOLDO; PAISANI; OLIVEIRA, 2014).

As espécies *A. angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, caracterizam a FOM por sua grande densidade, porém, além dessas espécies-chaves, outras se destacam de forma associativa na floresta, principalmente representadas pelas famílias Lauraceae e Myrtaceae, além de um número significativo de epífitas, lianas, líquens, musgos e agrupamentos de algumas espécies de pteridófitas nas áreas mais úmidas (IBGE, 2012; BERTOLDO; PAISANI; OLIVEIRA, 2014). Klein (1966), já salientava a importância das Lauraceae no sub-bosque das florestas de araucárias, indicando que o táxon poderia ocupar de 50 a 80% do estrato inferior das florestas de araucárias. Leite (1994), utilizando a diversidade dos parâmetros ambientais, sugere a possibilidade de identificar dois grupos distintos de

comunidade associado à araucárias e Lauráceas, onde o primeiro grupo fisionômico, a araucária possui menor densidade sendo distribuída de forma esparsa por sobre um bosque contínuo, no qual 70 a 90% das árvores são das espécies *Ocotea porosa*, *Nectandra lanceolata* e *N. megapotamica*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Sloanea monosperma* e *S. lasiocoma*, *Campomanesia xanthocarpa* e *Ilex paraguariensis*. No segundo grupo, Leite (1994) sugere que a araucária forma um estrato superior bastante denso sobre um estrato de 60 a 80% de folhosas, principalmente das seguintes espécies: *Ocotea pulchella*, *Nectandra lanceolata*, *Ocotea puberula*, *Nectandra grandiflora*, *Matayba elaeagnoides*, *Podocarpus lambertii*, *Cinnamodendron dinisii*, *Campomanesia xantocarpa* e diversas outras espécies das famílias Myrtaceae e Aquifoliaceae.

Além das espécies supracitadas, outras espécies são comumente encontradas nas formações florestais da FOM e dentre elas estão *Ilex* spp., *Symplocos* spp. e *Drimys* sp., características da Floresta Ombrófila Mista. Também se destacam *Alchornea* spp., *Hyeronima* spp. e *Sloanea* spp., além de espécies representantes das formações campestres como as Poaceae e Asteraceae, que podem ocorrer entremeando às formações florestais (MARTINS-RAMOS *et al.*, 2011; IBGE, 2012; BERTOLDO; PAISANI; OLIVEIRA, 2014).

Porém, no final do século XX, menos de 3% da cobertura original da FOM remanesceram em fragmentos primários ou com mínimo efeito antrópico (IOB; VIERA, 2008). Assim, de acordo com a Resolução nº 10 do CONAMA de 1993, que define florestas secundárias como "resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer árvores remanescentes da vegetação primária", os remanescentes impactados pela extração de madeira, sendo ela por corte raso ou seletivo, podem ser considerados como vegetação secundária.

A intensa exploração das espécies nativas da FOM ocorreu principalmente pelas características das madeiras e favoreceu a expansão das fronteiras agrícolas, que gerou drástica conversão de áreas naturais em áreas de cultivo agrícola, florestal e pecuária (EISFELD, 2020). O autor cita ainda que a araucária foi uma das espécies explorada de forma massiva por apresentar boa trabalhabilidade, o que permite ser empregada em diversos usos, e possuir alta qualidade e valor comercial. Como consequência da intensa exploração, a araucária, mesmo que ainda bastante presente na paisagem, é considerada " criticamente Ameaçada" de extinção no Estado de Santa Catarina (CONSEMA, 2014) e na Lista Vermelha da IUCN (THOMAS, 2013), e consta como "Em Perigo" na Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção do Brasil (MMA, 2014). Além disso, Lima *et al.*

(2024) indicam que potencialmente existem muitas mais espécies ameaçadas que ainda são desconsideradas, tornando o cenário atual para o Bioma Mata Atlântica muito mais vulnerável, com destaque a FOM que ainda apresenta menor proporção no número de espécies ameaçadas.

Como consequência da exploração predatória, desde o final do século XX, é vetado a utilização comercial madeireira de araucária provenientes de populações naturais, (Portaria n. 37, IBAMA, 1992; Resolução CONAMA n. 278, 2001). Entretanto, após mais de duas décadas das proibições de corte e utilização da araucária, a situação da espécie continua preocupante: redução da área natural, redução da área plantada, insuficiente regeneração natural da espécie nas áreas remanescentes fragmentadas e antagonismo ocorrido entre os interesses dos produtores rurais e a espécie (GASPER *et al.*, 2017; EISFELD, 2020).

No Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC), Vibrans *et al.*, 2013, demonstram o declínio dos atributos dendrométricos das populações naturais da FOM, com efeitos acentuados nas populações de araucária. A comparação das estimativas obtidas por Péllico Netto (1984) com as obtidas no IFFSC a partir das medições de 2007/2008, apresenta uma redução no volume médio de  $119 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para  $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Os resultados demonstram que durante as décadas de 1980 e 1990 continuaram ocorrendo exploração da araucária, exaurindo ainda mais o estoque das florestas. Esta constatação é confirmada por Gasper *et al.* (2017), que relatam vestígios de corte seletivo em mais de 80% das unidades amostrais inventariadas em 2007/2008 no âmbito do IFFSC. Em 1984, 15% das unidades amostrais (7 em 45) apresentavam estoque volumétrico maiores que  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; 7% das unidades amostrais (3 em 45) apresentavam estoque superior a  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e; uma unidade amostral apresentou estoque acima de  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (PÉLLICO NETTO, 1984). Em 2007/2008, apenas 2% (3 entre 143) apresentavam volume de madeira de araucária superiores a  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (VIBRANS *et al.*, 2013). Apesar da legislação vigente, quando comparados os dados obtidos em 1984 e 2007/2008 é possível evidenciar que os remanescentes nativos ainda estão sob pressão.

Da mesma forma, em estudo recente, foi constatado que dentre todas as espécies madeireiras ameaçadas no Brasil, a araucária apresentou o maior volume comercializado entre 2012 e 2016, com um total de 3,2 milhões de  $\text{m}^3$  no período (BRANDES *et al.*, 2020). Estes resultados indicam dois aspectos importantes: o primeiro diz respeito à demanda, ou seja, mesmo implicando em crimes ambientais, características da madeira sustentam a sua procura e; o segundo, deixa muito claro que a legislação restringindo o seu uso, por si só, não tem sido eficiente para preservar a espécie (WENDLING; ZANETTE, 2017). Desse modo, se faz necessário novas discussões para concepção e implementação de novas estratégias que visem



a manutenção desses recursos com vista em assegurar a perpetuidade desses remanescentes e gerar renda, principalmente, a pequenas propriedades rurais (FANTINI; SIMINSKI, 2007).

No estado de Santa Catarina há mais de 1,3 milhão de hectares de remanescentes da FOM, equivalente a >30% da cobertura original desta tipologia no estado, em sua grande maioria, secundários e fortemente fragmentos, e sem considerar a área de campo nativo (VIBRANS *et al.*, 2013). Portanto, a perpetuidade de espécies de alto valor econômico e ambiental está intimamente ligada aos interesses dos proprietários das terras onde esses fragmentos estão inseridos, que ainda são vistos por muitos proprietários como obstáculos ao uso do solo, sendo necessário aprofundamento em estudos voltados as dinâmicas desses fragmentos e as potencialidades de uso, para que sejam vistos como aliados ao produtor rural (WENDLING; ZANETTE, 2017). No entanto, na atual conjuntura, o futuro destes fragmentos é incerto, mesmo com todo o aparato legal existente.

### 3.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E A MATA ATLÂNTICA

As leis que limitam o uso de árvores já existem desde o período colonial, onde o reino de Portugal estabeleceu em 1605, o Regimento do Pau-Brasil, como era denominada a lei, que tinha por objetivo limitar a exploração do pau-brasil de modo a restringir a oferta do produto na Europa para manter os valores elevados do produto, para isso toda exploração do pau-brasil dependeria de autorização da coroa e caso fosse descumprida tal regimento as penas iriam de multas a penas mais severas como perda da terra ou até a morte, dependendo do tamanho da área explorada indevidamente (SIQUEIRA, 2009; CARVALHO, 2016; GARVÃO; BAIA, 2018).

Em 1799 foi estabelecido o Regimento de Conservação das Matas do Brasil, que tinha como objetivo sistematizar os cortes das madeiras, principalmente as mais nobres posteriormente denominadas como “madeiras de lei”, impondo rígidas regras para corte das mesmas, pois devido aos conflitos na Europa, Portugal, começou a valorizar mais as madeiras brasileiras principalmente para construção naval, sendo que entre os séculos XVI e XVIII, as árvores passaram a ser consideradas como patrimônio nacional e instrumento de manobra de política externa (CESCO; ATALLAH, 2019; LIMA, 2023).

Com a Proclamação da República em 1889, as terras devolutas passaram a ser administradas pelos governos estaduais, o que dificultou a implementação de uma política federal de proteção florestal ampla. Porém, em 1900, já havia uma proposta para um código florestal federal, mas foram principalmente os governos estaduais que legislaram sobre o tema durante a Primeira República (CARVALHO, 2016). Mesmo que a primeira constituição

federal de 1891 não apresentasse nenhuma responsabilidade sobre os governos quanto aos recursos naturais, posteriormente foram publicados vários decretos voltados a área ambiental e mais especificamente a área florestal, e dentre eles pode ser destacada a criação do Serviço Florestal do Brasil, pelo Decreto legislativo n.º 4.421, de 28 de dezembro de 1921, sendo está a primeira instituição brasileira responsável pela gestão de florestas (STEVANATO; COLAVITE; PAROLIN, 2022).

Assim, é considerado que as legislações florestais tiveram seu início a partir da década de 1930, com a criação do primeiro Código Florestal (CF), pelo Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934 (CARVALHO, 2016; MOURA, 2016). Todavia tais legislações tiveram evolução principalmente por pressões de organizações externas e multilaterais (Banco Mundial, sistema ONU, e movimento ambientalista de ONGs) e em função de grandes acontecimentos internacionais ocorridos a partir da segunda metade do século XX que influenciaram nas políticas ambientais em todo mundo (MOURA, 2016). O objetivo do Código Florestal Brasileiro de 1934 era, predominantemente, promover a racionalização da atividade produtiva no setor florestal, sendo inserido em um amplo projeto de modernização nacional e, mesmo que possa ser considerado uma legislação superficial em alguns aspectos, ele refletia, igualmente, a dinâmica cultural da sociedade brasileira, marcada por hierarquias e relações interligadas (CARVALHO, 2016).

Porém, com a modernização da agricultura e conseqüentemente a expansão das fronteiras agrícolas, o que intensificou o desmatamento para mudanças do uso do solo, se fez necessário uma nova legislação que efetivamente protegesse as florestas. Assim em 1961, durante o governo de João Goulart, foi requerida a implementação de uma nova legislação florestal, que efetivamente só veio ocorrer em 1965, durante o governo militar do presidente Humberto de Allencar Castelo Branco, com a promulgação da Lei Federal n.º 4.771, que instaurou o “novo” Código Florestal de 65 (STEVANATO; COLAVITE; PAROLIN, 2022). Essa Lei tinha objetivos além do proteger apenas florestas, mas também trazia preocupações acerca de outros elementos naturais como a água, sendo a legitimação da classificação de ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APPs) e de RESERVA LEGAL (RL), um dos principais marcos e avanços desse Código Florestal, porém, gerando grande discussões judiciais pela falta de clareza de suas definições, sendo esse problema sanado apenas em 2001 com a Medida Provisória n.º 2.166-67/2001 (RIBEIRO, 2011).

Embora tamanha importância nacional dos Códigos Florestais de 34 e 65, ambos não apresentavam medidas efetivas, o descumprimento das leis acarretava apenas em infrações, e devido a precária fiscalização, dificilmente a lei era aplicada, mesmo com várias mudanças e

reformas das leis, o único avanço observado para a época era o desmatamento. Somente com a criação de Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605/1998), que efetivamente se iniciou a aplicação do CF de 65, padronizando as punições e responsabilizando pessoas jurídicas, o que permitiu que grandes empresas pudessem ser responsabilizadas por seus danos ambientais, além de permitir que diversas infrações apontadas pelo novo código se tornassem crimes (PASQUALETTO, 2011).

No contexto da Mata Atlântica, outro acontecimento Legal de extrema importância se deu com a promulgação da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, mais especificamente com o Art. 225 que reconhece o Bioma como patrimônio nacional e indica que sua preservação deve ser assegurada por lei, onde lê-se:

§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988, Art. 225).

Além disso, com a publicação do primeiro relatório sobre o estado da cobertura florestal natural do bioma Mata Atlântica em 1990, que revelava a permanência de apenas 8,8% da Mata Atlântica de forma altamente fragmentada, gerou forte movimento na comunidade ambientalista, autoridades públicas, políticos e organizações, fazendo o Governo Federal emitir o Decreto nº 99.547 de 1990, que proibia o corte e a exploração dos remanescentes da Mata Atlântica, porém, sem estabelecer garantias para proteger remanescentes florestais perturbados e áreas em processo de sucessão secundária (SILVA; BATISTELLA; MORAN, 2017).

Dessa forma, em 1993, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), composto por parlamentares, especialistas ambientais, organizações governamentais e não governamentais, uniu esforços para criar uma proposta que atendesse às necessidades urgentes do bioma. Esses esforços resultaram na aprovação do Decreto Federal nº 750 de 1993, que reconheceu remanescentes florestais perturbados e áreas sucessionais secundárias em estágios iniciais e avançados como integrantes do bioma vegetação, conferindo-lhes proteção legal (SILVA; BATISTELLA; MORAN, 2017). Apesar disso, somente em 2006 por meio da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, denominada Lei da Mata Atlântica e também da regulamentação do Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008, que um regime jurídico exclusivo para o bioma é estabelecido na legislação nacional, sendo, portanto, extremamente importante para a Mata Atlântica, atualizando o Decreto Federal nº 750 e

incorporando novos instrumentos, como incentivos monetários para projetos de restauração da Mata Atlântica, com o objetivo de promover a conservação deste bioma (SILVA; BATISTELLA; MORAN, 2017; RIBEIRO, 2022).

Uma das últimas e mais significantes discussões envolvendo legislações ambientais foi a elaboração e implementação do novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651, em maio de 2012 (GARVÃO; BAIA, 2018). Essa legislação gerou e gera diversos debates, principalmente críticas de ambientalistas, que defendem que o novo CF de 2012 é um retrocesso ambiental que afrouxa as regras (STEVANATO; COLAVITE; PAROLIN, 2022). Uma das partes que mais gera impasses em diversas esferas da sociedade são as áreas consolidadas, que são definidas pelo CF como “área de imóvel rural com ocupação antrópica pré-existente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio” (BRASIL, 2012; RIBEIRO, 2022). Apesar de lei de caráter geral (Código Florestal) não sobrepor leis de caráter especial (Lei da Mata Atlântica), que normalmente são mais restritivas, nesse caso em especial, a aplicação do conceito de área consolidada se sobressai a Lei da Mata Atlântica, prevalecendo a lei mais branda com aplicação de anistia dos desmatamentos realizados anteriormente a 2008.

As políticas ambientais no Brasil, de modo geral, têm buscado abordar questões específicas em contextos determinados. As leis que propuseram medidas mais abrangentes muitas vezes careceram de ações concretas para efetivamente implementar as diretrizes nelas estabelecidas. Um exemplo é o Código Florestal de 1965 (Lei Federal 4.771/65), cujo propósito era a proteção de áreas vulneráveis, a preservação da flora nativa e o estímulo ao uso sustentável dos recursos naturais. Entretanto, nos anos seguintes, é possível observar um aumento significativo no desmatamento, indicando uma desconectividade entre as intenções declaradas na lei e sua efetiva implementação (RIBEIRO, 2022).

### **3.2.1 Manejo Florestal na Mata Atlântica**

A Lei 11.428 de 2006 (Lei da Mata Atlântica) trata o manejo florestal como “exploração sustentável” sendo definida como:

“exploração sustentável: exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável” (BRASIL, 2006, Art. 3º, inciso V).

A Lei 12.651 de 2012 (Código Florestal Brasileiro), define manejo florestal como:

“manejo sustentável: administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços” (BRASIL, 2012, Art. 3º, inciso VII).

A Lei da Mata Atlântica trata a definição de forma mais ampla e considera o ambiente como um todo, onde a exploração sustentável precisa manter a biodiversidade e os demais atributos ecológicos. Já no CF, trata do ambiente, porém, enfatiza o uso das espécies florestais em seus usos madeireiros ou não. De forma geral, ambas as legislações direcionam como objetivo do manejo/exploração sustentável para que o uso dos recursos não coloque em risco a continuidade deles, assegurando a diversidade ambiental e permanência dos recursos as gerações futuras.

Em questão de novos cortes de espécies nativas, a Lei da Mata Atlântica, define que as vegetações primária e secundária em avançado estágio de regeneração podem ser suprimidas em casos de utilidade pública, pesquisa científica e prática preservacionista mediante apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (Art. 20). Em relação à vegetação em estágio médio de regeneração, foi acrescentado como requisito de interesse social como exceção à proibição de desmatamento (Art. 14), e áreas florestais se compostos por mais de 60% de árvores nativas em relação às demais espécies ali existentes, podem ser suprimidos, desde que respeitada as áreas de APPs e RLs (Art. 28) (BRASIL, 2006).

Atualmente, a Lei da Mata Atlântica vetou todas as possibilidades de corte de espécies nativas, com ressalvas aos casos supracitados. O Art. 27 tratava sobre a possibilidade de manejo sustentável dos remanescentes do bioma, porém, o mesmo foi vetado de forma integral e tinha como definição e pressupostos:

“Art. 27. É permitida a exploração seletiva de espécies da flora nativa em área de vegetação secundária nos estágios inicial, médio ou avançado de regeneração do Bioma Mata Atlântica, obedecidos os seguintes pressupostos:

I - Exploração sustentável, de acordo com projeto técnica e cientificamente fundamentado;

II - Manutenção das condições necessárias para a reprodução e a sobrevivência das espécies nativas, inclusive a explorada;

- III - adoção de medidas para a minimização dos impactos ambientais, inclusive, se necessário, nas práticas de roçadas, bosqueamentos e infraestrutura;
- IV - Vedação da exploração de espécies distintas das autorizadas;
- V - Exploração não-prejudicial ao fluxo gênico e ao trânsito de animais da fauna silvestre entre fragmentos de vegetação primária ou secundária;
- VI - Coerência entre o prazo previsto para a exploração e o ciclo biológico das espécies manejadas;
- VII - apresentação de relatórios anuais de execução pelo responsável técnico.” (BRASIL, 2008, Art. 27).

A própria legislação já previa manejo das áreas desse bioma, desde que fossem seguidos criteriosos pressupostos técnicos que assegurassem a biodiversidade local, tanto da flora quanto da fauna. Além dos incisos criteriosos já citados, os parágrafos seguintes, do mesmo artigo, ainda trazem as responsabilidades técnicas como o parágrafo segundo que diz: “§ 2º A elaboração e a execução dos projetos de que trata o inciso I do caput deste artigo, observado o disposto nesta Lei, seguirão as especificações definidas pelo responsável técnico, que será corresponsável, nos termos da legislação em vigor, pelo seu fiel cumprimento.” Assim, o manejo dessas áreas só seria possível perante apresentação de responsabilidade técnica que validasse a sustentabilidade do projeto de manejo e firmasse o cumprimento fiel da legislação. E como descrito no parágrafo quarto: “§ 4º As atividades de que trata este artigo dependem de autorização do órgão estadual competente e, em caráter supletivo, do órgão federal competente.” Todas as atividades são dependentes de aprovação dos órgãos estaduais competentes, e quando necessário o órgão federal, não permitindo que qualquer projeto seja executado e ainda mapeando onde e como está sendo feito cada plano de manejo. Sendo que o inciso VII assegura a sustentabilidade dos projetos através do monitoramento, que é uma das principais ferramentas para entender e avaliar a recuperação da floresta e sua biodiversidade (BRASIL, 2006).

Dentre as justificativas para esse artigo ser vetado está, conforme Mensagem de veto nº 1.164 de 2006, a baixa porcentagem do bioma original e a alta fragmentação desse restante, que torna o bioma em questão o segundo mais ameaçado do mundo. A Mensagem de veto nº 1.164 de 22 de dezembro 2006 ainda salienta:

“Destaca-se, também, a insuficiência de conhecimentos científicos que possam garantir que o manejo comercial de espécies vegetais da Mata Atlântica seja realmente sustentável e não comprometa, ainda mais, o já ameaçado bioma. Além disso, a maioria das áreas remanescentes possuem extensão insuficiente para conter populações viáveis, capazes de garantir a sustentabilidade econômica do manejo comercial (BRASIL [Mensagem de veto], 2006, Razões do veto).

Pesquisas em manejo florestal vêm sendo desenvolvidas no Brasil há algumas décadas por instituições de ensino e pesquisa, com objetivo de desenvolver técnicas que maximizem o aproveitamento dos recursos naturais das florestas tropicais e minimizem os danos causados às mesmas (VERÍSSIMO, 2006; SCHMITZ, 2013; HESS *et al.* 2014; SANTOS, 2017; PIAZZA *et al.*, 2017; ZAMBIAZI, 2017; HESS; RICKEN; CIARNOSCH, 2018; FANTINI *et al.*,2019; RODRIGUES, 2020; SILVA, 2021). Na região sul do país destaca-se o Projeto Imbituvão no estado do Paraná e o Projeto Madeira Nativa em Santa Catarina. O projeto Imbituvão é coordenado pelo Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), é uma parceria iniciada entre a universidade Unicentro e a Universidade de Rothenburg na Alemanha, com a participação também do Instituto de Desenvolvimento Rural (antiga EMATER) e da Embrapa. O projeto envolve pesquisa, extensão e ensino, constituindo o tripé buscado pelas universidades e pela sociedade atual, assim como pelos órgãos de fomento à pesquisa, que esperam que as pesquisas sejam propostas visando a recuperação do meio ambiente, mas procurando conservá-lo e valorizá-lo pelo uso, gerando renda, desenvolvimento econômico e social da região. O Projeto Imbituvão está inserido nesse contexto, com foco principal a valorização da floresta com araucária, por meio da restauração, conservação e uso sustentável, visando gerar renda e melhorar a qualidade de vida dos proprietários dos fragmentos remanescentes (RÁDIO NÁJUA, 2022).

O Projeto Madeira Nativa é coordenado pelo Prof. Dr. Alfredo Celso Fantini, da Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com Fundação de Meio Ambiente de SC (atual IMA), com o objetivo de estudar sobre as florestas secundárias da Floresta Ombrófila Densa do estado em uma perspectiva de manejo madeireiro dessas formações. Em 2009, foi instalada uma unidade de pesquisa em Massaranduba-SC, com objetivo geral de compreender como diferentes intensidades de colheita de árvores e suas conseqüentes aberturas do dossel determinam a composição florística dos regenerantes e a dinâmica do processo de regeneração natural de florestas secundárias da Mata Atlântica manejadas para a colheita seletiva de árvores de espécies produtoras de madeira (FANTINI; SIMINSKI, 2016).

Entretanto, ainda é necessário um aumento no número desses estudos com novos cenários e técnicas de manejo, para que sejam geradas informações cada vez mais robustas que deem subsídios técnicos para os atuais e futuros tomadores de decisões (ANDRAE *et al.*, 2018; BRITTO *et al.*, 2019; PÉLLICO NETTO, 2020). Por outro lado, caso não ocorra uma fiscalização apropriada, somente o plano de manejo não assegura o cumprimento da lei, além

de que a falta de fiscalização da cadeia produtiva de espécies nativas, que facilita a obtenção de madeira de formas ilícitas, não torna atrativa a legalização do comércio (ZANCHETTI, 2020).

Assim, as políticas ambientais, especialmente as legislações, desempenham um papel essencial na regulação e supervisão das atividades da sociedade relacionadas aos recursos naturais (RIBEIRO, 2022). Nesse contexto, as legislações que abarcam a Mata Atlântica e a Floresta de araucárias, possuem grande importância socioambiental e econômica, pois não apenas definem diretrizes para a utilização e exploração dos recursos, mas também englobam momentos cruciais e debates fundamentais conduzidos pela sociedade (MOURA, 2016).

### 3.3 MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS

Péllico Netto (2020), indica que para melhor compreensão do manejo de florestas naturais, é importante que sejam esclarecidos e separados os conceitos preservacionistas dos conservacionistas. De acordo com o mesmo autor, “a preservação de florestas se aplica às áreas destinadas à intocabilidade de seus recursos naturais pelas suas características especiais de proteção da fauna e flora, ou de proteção de ecossistemas de rara beleza cênica, ou, ainda, que contenham espécies endêmicas”, por exemplo, as áreas de preservação definidas como Parques Nacionais e Estaduais, Reservas Ecológicas, Áreas de Preservação Permanente, entre outras. Assim, as demais áreas florestais se adequam no contexto de áreas de conservação, ou seja, que são passíveis de ser manejadas, como exemplo as Florestas Nacionais, as Reservas Extrativistas e demais áreas que se encontram no âmbito do domínio público e privado (BRASIL, 2000; PÉLLICO NETTO, 2020).

A ITTO (*International Tropical Timber Organization*) define manejo florestal sustentável como um processo para alcançar um ou mais objetivos de maneira claramente definida, relacionados à geração contínua de produtos e serviços florestais desejados, sem comprometer seus valores intrínsecos, produtividade futura, e sem causar impactos indesejáveis significativos no meio ambiente físico e social (ITTO, 1998). Pela norma brasileira que trata do manejo florestal sustentável de florestas nativas, a NBR 15789/2021, manejo florestal pode ser entendido como:

“2.25 Administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal” (ABNT, 2021, p.4)



Ou seja, o manejo pode ser definido de diversas formas, desde mais amplas a mais específicas, com diferentes palavras e terminologias, porém, em todas as situações compartilham de um mesmo objetivo que é alcançar múltiplos benefícios, incluindo proteção florestal, conservação da biodiversidade e geração de renda, sendo por isso uma excelente alternativa para assegurar a perpetuidade de novos ciclos madeireiros sem que cause impactos significativos no meio manejado (BRANDT; NOLTE; AGRAWAL, 2016; RODRIGUES, 2020). A sustentabilidade do manejo florestal segue duas premissas, sendo a primeira que os ecossistemas possuem potencial de renovação e a segunda consiste que as atividades sociais e econômicas devem ser modificadas para que mantenham o ecossistema local diverso, produtivo e equilibrado a longo prazo (RODRIGUES, 2020). Outro ponto importante a ser destacado é que, em áreas florestais, mesmo que manejadas para múltiplos propósitos, a produção de madeira constitui o foco dominante e outras funções se tornam igualmente relevantes, como a proteção do regime hídrico (PÉLLICO NETTO, 2020).

O Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, sendo um dos maiores produtores e consumidores de madeira nativa, com produção de aproximadamente 29,2 milhões de m<sup>3</sup> de madeira em toras em 2021 e 2022 e com potencial madeireiro de 4,5 bilhões de m<sup>3</sup> de madeira comercial disponível, o que faz também o setor madeireiro ser uma importante fonte de emprego e renda para trabalhadores da floresta e da indústria de transformação, gerando estímulos a economias locais (ITTO, 2022; RODRIGUES, 2020). Porém, hoje a maior concentração da produção de madeiras nativas no Brasil está na Amazonia, cerca de 90%, principalmente nos estados do Mato Grosso e Pará que representam juntos 71,4% da madeira nativa em toras extraídas no Brasil (IBGE, 2022). No ano de 2022, os produtos madeireiros de origem nativa correspondem a aproximadamente 63,1% da totalidade da extração vegetal brasileira, com uma redução de 0,8% em relação ao ano de 2021, gerando uma receita de R\$ 3,9 bilhões (IBGE, 2022). De 2020 para 2021, os produtos madeireiros tiveram um aumento de expressivo de 37,9%, indicando um retorno do mercado das espécies nativas no território brasileiro, qual vinha perdendo espaço para espécies exóticas plantadas no país (IBGE, 2022).

A participação do Brasil nas exportações de madeiras tropicais nativas ainda é muito baixa, sendo a maior parte da produção para uso interno no país. Essa falta de oferta de madeira de espécies nativas para a exportação se dá principalmente pela falta de oferta contínua e sustentável de madeiras, que visando produção a longo prazo, torna o manejo florestal a principal alternativa para garantir continuidade e sustentabilidade desses recursos

(RODRIGUES, 2020). Dessa forma, o Manejo Florestal Sustentável possibilita administração da floresta gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais, com a utilização de múltiplos recursos florestais madeireiros e não madeireiros, tal qual a utilização de outros bens e serviços florestais (SILVA *et al.*, 2021).

A maior parte das áreas florestais brasileiras já passaram por alguma intervenção na sua história, principalmente o bioma Mata Atlântica, que hoje quase a totalidade de seus remanescentes são florestas secundárias (IOB; VIERA, 2008). Entretanto, as florestas secundárias apresentam grande potencial para produção madeireira, potencial esse justificado pela extensão dos fragmentos remanescentes e por eles estarem distribuídos em todas as propriedades rurais, o que faz com que o manejo dessas áreas sejam recursos preciosos e ainda pouco utilizado na maior parte das propriedades e quando associadas com um retorno financeiro, podem ser vistas por produtores rurais como algo de grande valia sua preservação (FANTINI *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2023).

Em estudo realizado na Floresta Ombrófila Densa (FOD), Fantini e Siminski (2016), estimam que haja em torno de 30 milhões de m<sup>3</sup> de madeira, em toras, prontas para serem colhidas na FOD, e esse volume advém de florestas secundárias com potencial de 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para árvores com 30 a 35 anos. Os autores também estimam que após serrada esse estoque poderia gerar um montante de 10 bilhões de reais, demonstrando assim que espécies das florestas secundárias tem boa aceitação no mercado e atinge valores expressivos superando até mesmo espécies tradicionalmente comercializadas como o Pinus e Eucalipto. A precificação das espécies nativas ainda é fortemente influenciada pela comercialização ilegal desses recursos, e a partir do momento que houver implementação de políticas públicas e programas de manejo sustentável que regularizem a comercialização de espécies nativas a uma tendência de valorização desses produtos (PIRES; ZENI JUNIOR; GAULKE, 2012; FANTINI; SIMINSKI, 2016; ANDRAE *et al.*, 2018).

É neste contexto que o manejo florestal deve ser entendido como um elemento decisivo para perpetuar a sobrevivência de diversas espécies florestais, contribuindo para estimular a regeneração natural, aumentar a taxa de crescimento das árvores remanescentes e diminuir as taxas de mortalidade natural da floresta (SANQUETTA; MATTEI, 2006; LONGHI *et al.*, 2018). O manejo florestal pode ser atribuído a uma possibilidade de pensar em uma economia lucrativa sem retirar a sustentabilidade e preservação do meio ambiente (FANTINI *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2021). O conceito de conservação florestal não é incongruente com o manejo florestal, pois ao longo das últimas décadas no Brasil, se ganhou notoriedade a expressão “Conservar é Saber Usar” (PÉLLICO NETTO, 2020).

Assim, com a implementação da Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012), que institui o Programa de Regularização Ambiental (PRA), a conciliação entre restauração e renda se tornam cada vez mais relevantes (KRAINOVIC *et al.*, 2023). Oliveira, Durigan e Putz (2021), apresentam em seus resultados que as intervenções realizadas em áreas de restauração obtiveram impactos negativos irrelevantes, embora também possa danificar plantas jovens se não realizado de maneira correta, conjuntamente indicam que a remoção de árvores pode fornecer recursos madeireiros para uso pelo proprietário, promovendo assim a conservação da biodiversidade, e manter serviços ecossistêmicos como o sequestro de carbono. Dado que a restauração de florestas tropicais geralmente é onerosa, os benefícios econômicos das florestas restauradas, associadas ao manejo sustentável dos recursos, podem estimular a restauração em grande escala, e em razão disso aumentar os serviços ambientais e promover emprego e renda (BRANCALION *et al.*, 2012, 2019; OLIVEIRA; DURIGAN; PUTZ, 2021).

Por fim, como demonstrado anteriormente, o Brasil tem potencial muito maior que o atual na produção madeireira de espécies nativas, porém, ainda se faz necessário maior número de estudos que tenham objetivo de avaliar as potencialidades de nossas florestas, e dessa forma gerem subsídios para apoiar estratégias alternativas de manejo que incluam o potencial de utilização de espécies nativas do bioma Mata Atlântica por meio da extração regulamentada de madeira (FANTINI; SIMINSKI, 2016; BRITTO *et al.*, 2019; KRAINOVIC *et al.*, 2023). Mesmo com a grande relevância que os recursos madeireiros apresentam no bioma Mata Atlântica, ainda existe uma carência de estudos direcionados a sistemas de extração de madeira e quais impactos que essas ações causam no ambiente local e para espécies ameaçadas, sendo de suma importância trabalhos que visem aprofundamento no conhecimento técnico e entendimento dessas dinâmicas, e assim se possa superar entraves administrativos e paradigmas (ANDRAE *et al.*, 2018; BRITTO *et al.*, 2019).

### **3.3.1 Manejo de florestas naturais pelo mundo**

A concepção de manejo florestal sustentável que referência o mundo atualmente, remonta da Europa, no ano de 1713 e a ideia foi introduzida por Hans Carl von Carlowitz (1645 – 1714), um contador fiscal saxão, em Freiberg, Alemanha. Em seu trabalho “*Sylvicultura Oeconomica*”, Carlowitz apresentou instruções para o cultivo de espécies silvestres e introduziu o conceito de “*Nachhaltende Nutzung*” (uso sustentável), da floresta. Sua visão pressupôs que a quantidade de madeira a ser cortada deveria ser recuperada por

meio de projetos de reflorestamento planejados, e se tornou um importante princípio orientador para a silvicultura moderna (PÉLLICO NETTO, 2020).

As experiências já centenárias nos países da Europa e nos Estados Unidos revelam que as áreas florestais privadas produzem os mesmos produtos e serviços que as áreas florestais mantidas pelo poder público (PÉLLICO NETTO, 2020). Na Europa, em torno de 50% das florestas estão em propriedades privadas, e dessas, cerca de 59% são consideradas como propriedades florestais de pequena escala com extensões inferiores a 100 hectares (JUUTINEN *et al.*, 2022). Nesse contexto, a Áustria é um dos principais exemplos da importância do manejo em pequenas propriedades e políticas de manejo florestal sustentável, com cerca de 4 milhões de hectares do seu território coberto de florestas, onde desses, 15% não são considerados produtivos, e das áreas produtivas, 56% pertencem a pequenos proprietários, e mesmo com território muito pequeno quando comparado o Brasil, a Áustria ocupa um lugar de relevância no setor madeireiro, no ano de 2007 foram produzidos mais 11 milhões de m<sup>3</sup> de madeira serrada, sendo em torno de 1 milhão de m<sup>3</sup> a mais que a toda Amazônia para o mesmo período (ANDRAE *et al.*, 2018; JANDL *et al.*, 2018).

Atualmente, as florestas europeias cobrem 35% da área total, onde 75% destas florestas estão disponíveis para o uso madeireiro. As espécies de árvores exóticas são utilizadas de forma bastante marginal na silvicultura europeia, ocupando aproximadamente 3,1% da área florestal total (FOREST EUROPE, 2020). Em contrapartida, as áreas de florestas naturais são priorizadas para o manejo florestal, devido as características do continente europeu, que possuem 46% de florestas de coníferas e 37% de folhosas, e o restante são florestas mistas (FOREST EUROPE, 2020).

Na Ásia, além dos países como Índia e China serem reconhecidos como de grande produção e consumo de madeiras, outro país que possui grande destaque é a Malásia, produzindo cerca de 11,2 milhões de m<sup>3</sup> de toras em 2021, com o maior volume proveniente de florestas naturais no estado de Sarawak. A Malásia é conhecida por ter uma indústria florestal significativa, que desempenha um papel importante na economia do país, e sua produção florestal abrange várias atividades, incluindo a exploração de madeira, a produção de produtos de madeira e a gestão sustentável das florestas. As florestas da Malásia são geralmente consideradas bem geridas, e o governo local vem intensificando as polícias para o manejo florestal sustentável, sendo a maior parte de suas áreas manejadas com certificações internacionais, tendo grande parte da colheita florestal natural exportada como madeira compensada, madeira serrada e toras (ITTO, 2022).

Na América do Norte, o Canadá é conhecido por suas vastas extensões florestais, que desempenham um papel crucial no equilíbrio ecológico, na biodiversidade e na economia do país, para isso o manejo das florestas canadenses envolve uma série de práticas e políticas para garantir o uso sustentável dos recursos florestais, sendo o manejo florestal no país um processo dinâmico que se adapta as novas descobertas científicas, mudanças nas demandas do mercado e considerações ambientais. O país tem uma longa tradição de compromisso com a sustentabilidade em seus setores florestais, utilizando inventários nacionais para que sejam constantemente aprimoradas e melhor orientadas as decisões do manejo florestal sustentável. No ano de 2020, cerca de 710 mil hectares foram colhidos, gerando aproximadamente 141 milhões de m<sup>3</sup> de madeira em toras, valor ainda abaixo do estimado para o fornecimento sustentável do país que para o ano de 2020 foi de 215,3 milhões de m<sup>3</sup> (NATURAL RESOURCES CANADA, 2022).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

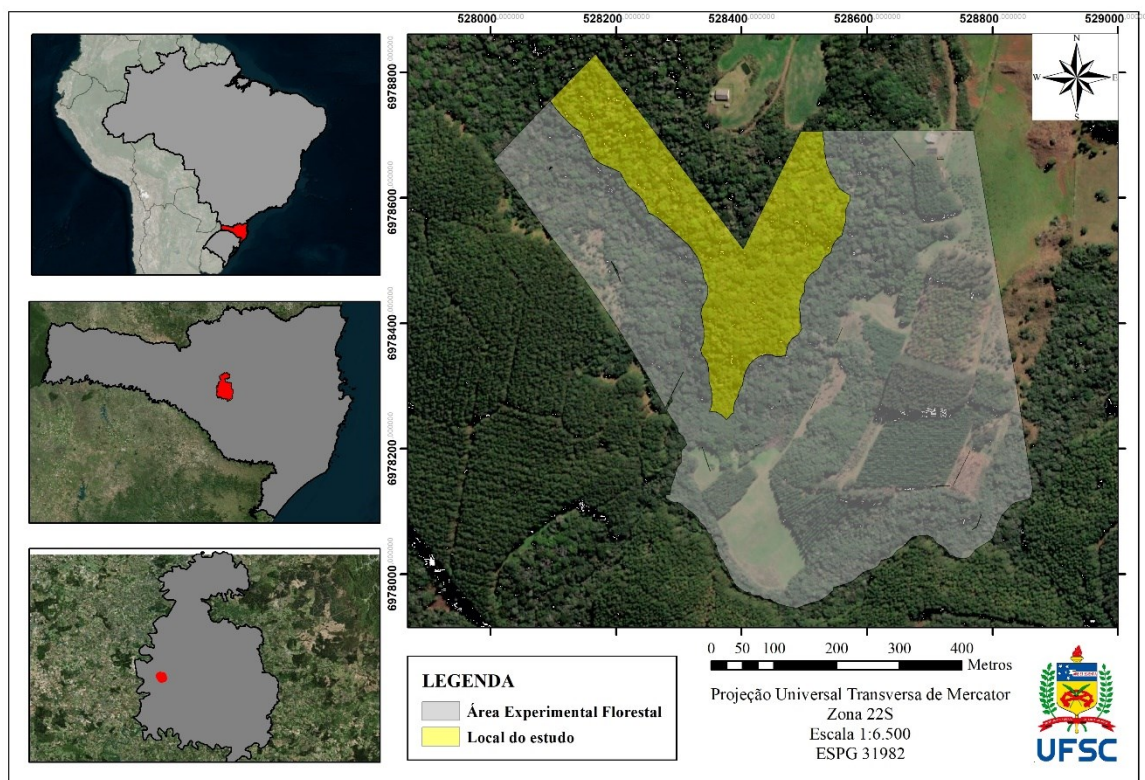
### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1 Localização e clima

O estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, localizado no município de Curitibanos, estado de Santa Catarina. O clima da região de Curitibanos é do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen, temperado mesotérmico úmido, sem estação seca, com verão ameno e invernos rigorosos com geadas severas. Temperatura média anual 16 a 17 °C, umidade relativa do ar (média) 80 a 82% e precipitação média anual 1.500 a 1.700 mm (EPAGRI, 2003).

A área de estudo pertence à Universidade Federal de Santa Catarina, denominada de Área Experimental Florestal (AEF) (Figura 1), está localizada na BR-470, Km 264, Localidade da Fazenda Forquilha, Curitibanos (-27.317239°, -50.712712°). A área está localizada a 17 km do centro do município e 1,4 km da rodovia BR-470, com acesso por uma via cascalhada, permitindo o tráfego mesmo em condições meteorológicas adversas.

Figura 1 - Localização da área de Manejo da Floresta Ombrófila Mista (em amarelo), na Fazenda Experimental Florestal (AEF), da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos-SC.



Fonte: elaborado pelo autor.

A Área Experimental Florestal (AEF) possui uma área total de 42 hectares, dos quais 13,9 hectares são ocupados por plantios experimentais. Áreas de preservação permanente, reserva legal e fragmentos da Floresta Ombrófila Mista representam aproximadamente 64% da área total (cerca de 27,1 hectares). A área alvo do presente estudo e da proposta de manejo corresponde a 8,3 ha.

## 4.2 AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA

Foi solicitado junto ao Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina- IMA, a Autorização Ambiental de Pesquisa - Aup, seguindo as orientações previstas pela Instrução Normativa nº 67 (IMA, 2015). A Aup foi registrada sob nº 1/2022/IMA/GEBIO, para execução do projeto Manejo Florestal Sustentável da Floresta Ombrófila Mista. A solicitação foi aprovada mediante ao OFÍCIO nº 321/2022/IMA/GEBIO.

## 4.3 INVENTÁRIO FLORESTAL

Para a realização do inventário florestal e fitossociológico, foi utilizado o método de amostragem de área fixa e avaliados aspectos de composição, estrutura e distribuição do estoque madeireiro.

### 4.3.1 Inventário florestal 100% (censo)

Devido ao fato da *A. angustifolia* estar na lista oficial de espécies ameaçada de extinção (THOMAS, 2013), optou-se pela realização do censo dos indivíduos em toda a área que se objetiva o manejo florestal, que equivalem 8,4 ha. Com uma equipe de 4 pessoas foi realizado caminhamento na área fazendo uma varredura do local. De todos os indivíduos de *A. angustifolia* com diâmetro a altura do peito  $\geq 30$  cm, foram mensurados o diâmetro, a altura total e de fuste, a qualidade do fuste, a sanidade, posição sociológica, coordenadas geográficas, além da identificação de cada indivíduo com placa metálica numerada e marcação com tinta no local de medição do DAP.

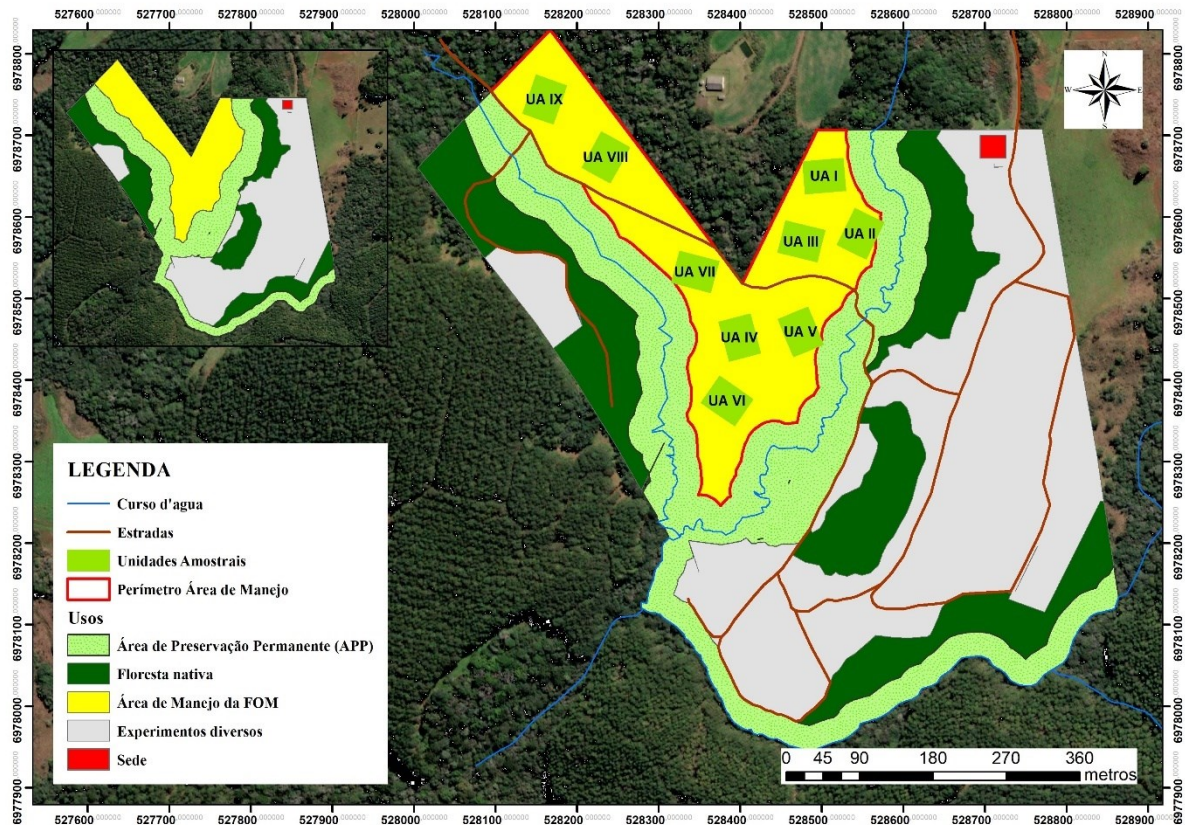
### 4.3.2 Amostragem e alocação de Unidades Amostrais

Devido à dificuldade de alocação de parcelas através dos processos de amostragens tradicionais (aleatório e sistemático), foi optado pela escolha arbitrária dos locais, tendo como base o espaço disponível e evitando sobreposições das unidades amostrais. Foram alocadas 9 unidades amostrais (UA), retangulares com área fixa de 2000 m<sup>2</sup> (50 x 40 m), totalizando 1,8 ha de área amostrada, representando 21,7% da área de estudo. Na Figura 2 está a localização e



distribuição das UA, sendo os pontos marcados referentes as coordenadas centrais de cada UA.

Figura 2 - Localização das unidades amostrais e usos da terra na Fazenda Experimental Florestal (AEF), da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos-SC.

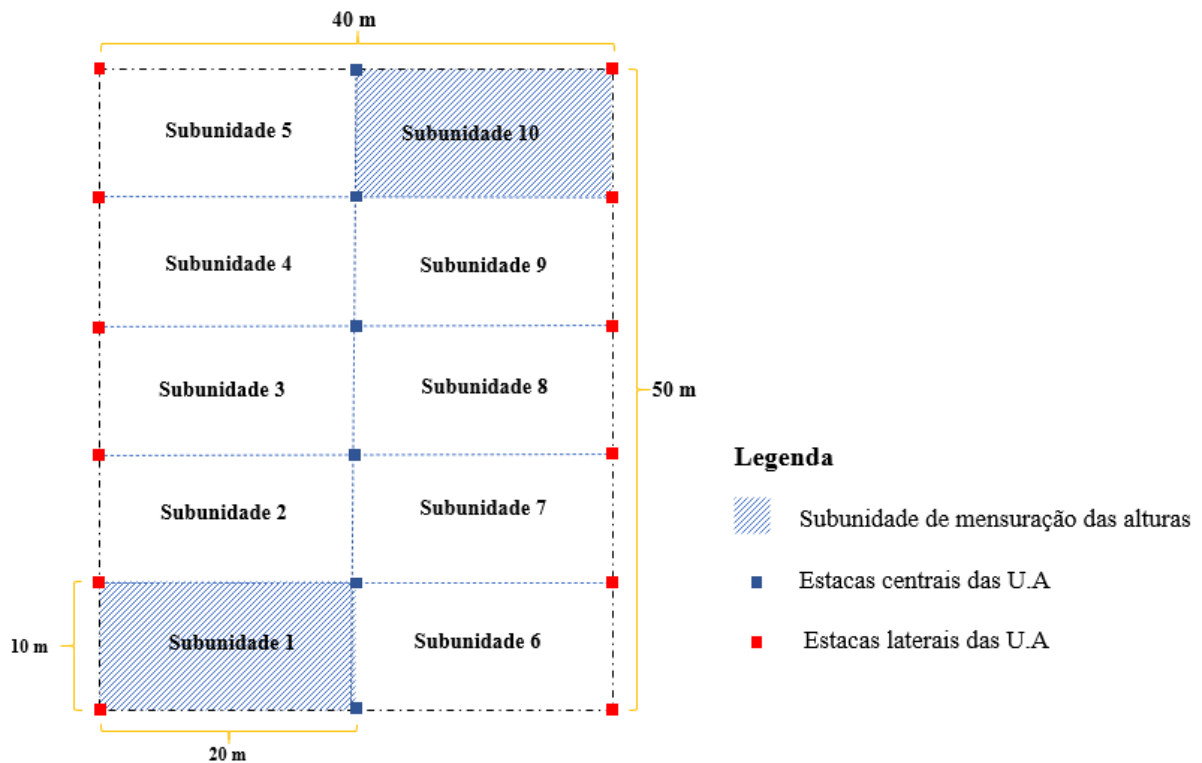


Fonte: elaborado pelo autor.

Cada UA foi subdividida em 10 subunidades de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m), com objetivo de facilitar a instalação das UA, possibilitando melhor visualização para balizamento dos vértices. Além disso, como almeja-se o manejo florestal dessa área, trata-se de um inventário florestal contínuo com remedições bianuais. Assim, essa subdivisão facilita a localização e futuras avaliações dos indivíduos mensurados. Na Figura 3 consta o modelo como foram instaladas as UA em campo.



Figura 3 - Configuração das unidades amostrais (2000 m<sup>2</sup>) instaladas a campo para realização do inventário florestal.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para alocação das parcelas foi elaborado um esquema pré-campo no software ArcGis, onde foram plotadas as parcelas em escala real com o intuito de se encontrar a melhor distribuição em campo, tendo em vista que o local avaliado possui perímetro irregular e se assemelha ao formato de “V”, como pode ser observado na Figura 2. Assim, após encontrada a melhor distribuição das UA para a área, foram gerados mapas que foram utilizados no aplicativo *AvenzaMaps* para localização em campo de forma offline.

### 4.3.3 Instalação das Unidades Amostrais

Para a instalação das UA foram utilizados cruzeta metálica, balizas topográficas, trena de fibra de vidro (50 metros), estacas de madeira e tinta *spray*. A cruzeta metálica utilizada (Figura 4A), é construída com uma haste de aço de 1,7 m e na sua extremidade superior possui dois tubos metálicos soldados, com ângulos de 90°, e uma linha no centro do tubo que auxiliam o operador na visada da baliza topográfica, assegurando assim maior precisão na localização dos vértices de cada unidade (Figura 4B e C).

Figura 4 - Instalação e demarcação das unidades amostrais permanentes no fragmento florestal da Área Experimental Florestal (AEF-UFSC).

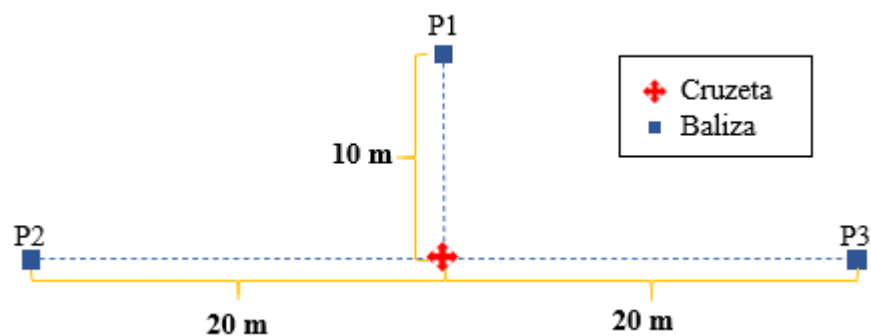


Legenda: A = imagem da cruzeta metálica utilizada; B = balizamento; C = determinação da distância do vértice; D = Demarcação utilizada no centro e vértices das unidades amostrais.

Fonte: elaborado pelo autor.

A cruzeta foi fixada no ponto central do vértice inferior da UA e, com o auxílio da trena, alocado uma baliza com 10 metros de distância na linha central e 20 metros para esquerda e direita. Na Figura 5 é demonstrado a sistematização da sequência realizada, onde após fixada a cruzeta, as balizas eram fixadas na ordem demonstrada (P1, P2 e P3), sendo realocada a baliza no P1 e repetido esse processo até finalizar a instalação da UA.

Figura 5 - Sistematização da instalação das Unidades Amostrais, com as referidas distancias do ponto central (Cruzeta) até os pontos determinados (Balizas: P1, P2 e P3).



Fonte: elaborado pelo autor.

Após realizada o esquadrejamento da UA, as balizas topográficas foram substituídas por estacas de madeira com sua extremidade pintada com tinta spray na coloração azul no

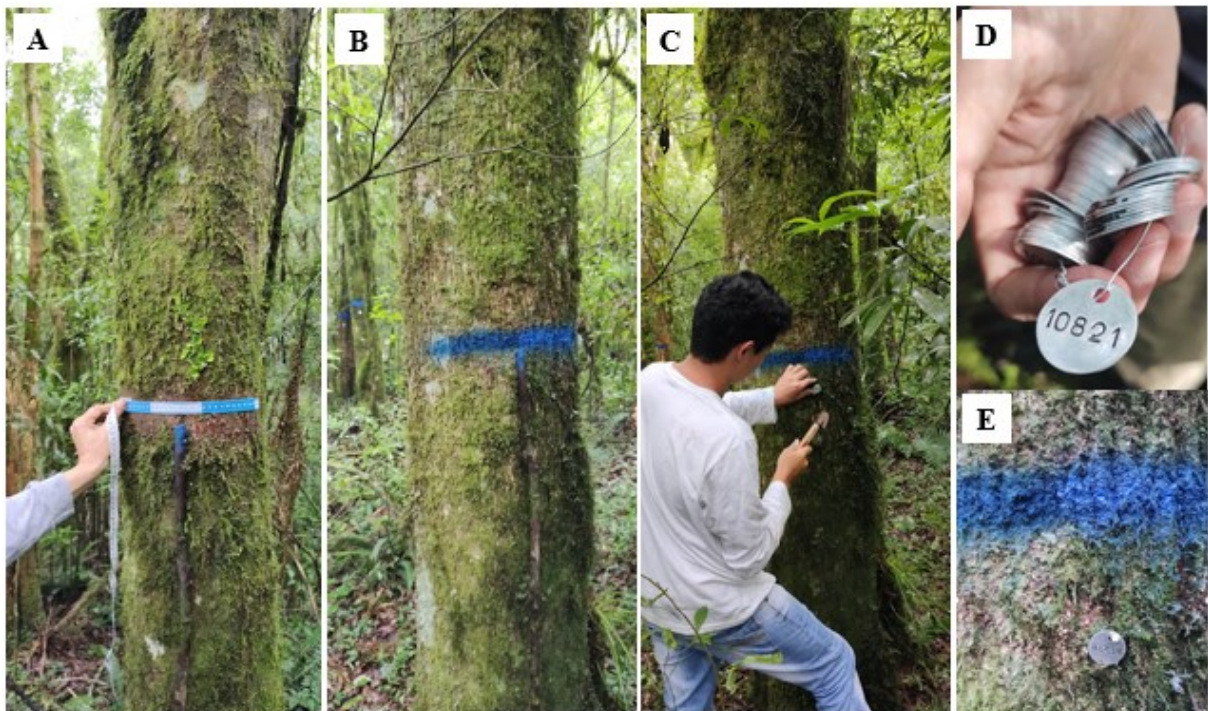
centro e vermelho nas laterais (Figura 3 e Figura 4D), para facilitar a posterior localização e mensuração dos indivíduos.

#### 4.3.4 Coleta dos dados

##### 4.3.4.1 Mensuração da circunferência

Após a instalação das unidades amostrais, foi iniciada a mensuração e identificação dos indivíduos. Na Figura 6 é demonstrado a sequência realizada nas medições, sendo que na Figura 6A é demonstrada o local da medição da circunferência do fuste utilizando uma fita métrica, com auxílio de um gabarito de 1,3 metros de altura para mensuração, quando possível, na altura padrão de circunferências a altura do peito. Os locais das medições foram marcados com tinta *spray*, para facilitar as remeidições futuras e garantir a precisão da informação gerada (Figura 6B).

Figura 6 - Medição da circunferência, marcação da altura de medição e identificação das árvores amostradas com placas metálicas de numeração.



Legenda: A = mensuração da circunferência a 1,3 m com auxílio de um gabarito; B = marcação com *spray* no local da mensuração; C = plaqueamento após mensuração e marcação do fuste; D = modelo das placas utilizadas; E = resultado final dos indivíduos avaliados.

Fonte: elaborado pelo autor.

Após realizada a mensuração, cada indivíduo recebeu uma plaqueta metálica numerada (Figura 6D), sendo fixada com o auxílio de prego e martelo (Figura 6C), logo abaixo do local onde foi realizado a mensuração da circunferência (Figura 6E).



#### 4.3.4.2 Identificação dos indivíduos

A identificação botânica foi realizada a campo por um especialista, porém, ainda assim foram coletados materiais vegetativos de todos os exemplares encontrados, para posterior registro e documentação das espécies amostradas. Algumas espécies pertencentes as famílias Lauraceae e Myrtaceae foram identificadas com auxílio de especialistas.

#### 4.3.4.3 Avaliação qualitativa dos indivíduos

Cada indivíduo teve suas qualidades de fuste, sanidade, posição sociológica e presença de lianas classificadas seguindo as definições descritas no Quadro 1. Os indivíduos considerados mortos não foram incluídos nas análises e cálculos realizados nesse estudo.

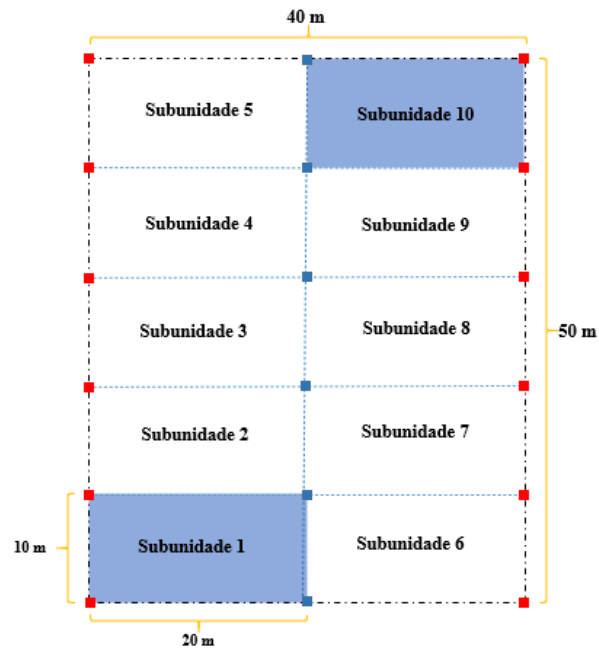
Quadro 1 - Parâmetros de qualidade utilizados para classificar os indivíduos mensurados no fragmento florestal da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba – SC.

Parâmetros	Qualidades	Definições
Qualidade de Fuste	1	Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis
	2	Fuste ligeiramente torto, porém, cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria
	3	Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria
	4	Fustes quebrados, rachados ou mortos
Sanidade do fuste	1	Sadio – sem defeitos aparentes
	2	Presença de cupins ou podridões
	3	Presença simultânea de cupins ou podridões ou ocos visíveis
	4	Morto
Posição Sociológica	1	Emergente
	2	Dominante
	3	Subdominante
	4	Dominada
Lianas	0	Sem presença de liana
	1	Com presença de liana
	2	Infestada

#### 4.3.4.4 Mensuração das alturas

Para sistematização das medições de altura, foram realizadas a mensuração de todos os indivíduos das subunidades amostrais 1 e 10 (Figura 7), sendo evitado indivíduos com bifurcação abaixo de 1,3 m, inclinação e tortuosidade acentuados. Além disso, os indivíduos considerados com posição sociológica emergente e todos os indivíduos de araucária também foram medidos, independente da sua localização nas parcelas.

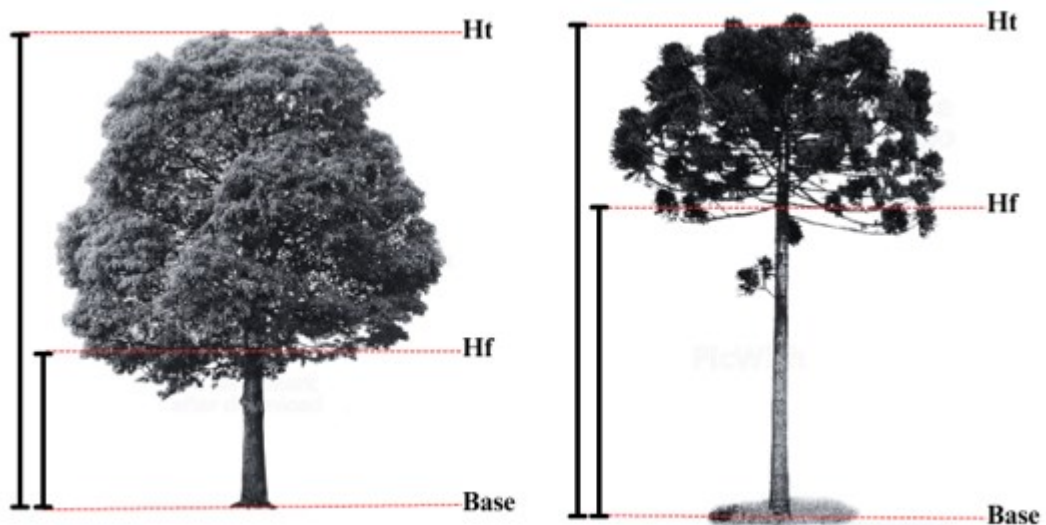
Figura 7 - Esquema das subunidades amostrais usadas para mensuração da altura total e de fuste.



Fonte: elaborado pelo autor.

Com o auxílio de um hipsômetro modelo VL4 Vertex Laser Haglof, foram medidas a altura total e altura de fuste de cada indivíduo, sendo considerado as definições descritas por Machado e Figueiredo Filho (2006), onde altura total ( $H_t$ ) é definida como a distância do solo (base da árvore) até o topo ao longo do seu eixo principal, e a altura de fuste ( $H_f$ ) definida como a diferença entre a altura total e altura de copa, ou seja, da base da árvore até o início da copa (Figura 8).

Figura 8 - Tipos de alturas mensuradas para folhosas e para a espécie araucária.



Legenda: Base = base da árvore a nível do solo;  $H_f$  = altura do fuste;  $H_t$  = Altura total da árvore.

Fonte: elaborado pelo autor.

## 4.4 FLORÍSTICA

### 4.4.1 Riqueza e suficiência amostral

O tamanho da amostra pode influenciar diretamente na estimativa da riqueza de espécies em florestas naturais. A rarefação é um método de interpolação estatística que atenua a riqueza ao mesmo número de indivíduos, permitindo a comparação da riqueza de espécies entre comunidades com tamanhos de amostra diferentes (GOTELLI; CHAO, 2013). Em outras palavras, a rarefação é uma técnica utilizada para comparar a riqueza de espécies entre comunidades quando o tamanho da amostra, o esforço amostral ou o número de indivíduos não são iguais (GOTELLI; CHAO, 2013). As curvas de rarefação foram construídas para todas as amostras em conjunto e posteriormente para cada grupo encontrado na análise de agrupamento, descrita abaixo no tópico 4.5 Agrupamento e Ordenamento das Unidades Amostrais. Para a elaboração e plotagem das curvas foram utilizados os pacotes iNEXT (HSIEH; MA; CHAO, 2016) e ggplot2 (WICKHAM, 2016) do software R (R CORE TEAM, 2023).

### 4.4.2 Diversidade de espécies

Para a análise da diversidade de espécies arbóreas foram calculados índices ecológicos, sendo eles: índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Índice de equabilidade de Pielou ( $J$ ). Para o cálculo dos índices foi utilizado o pacote “vegan” versão 2.6-4 (OKSANEN *et al.*, 2022) do software R (R CORE TEAM, 2023). A riqueza de espécies ( $S$ ) também foi avaliada, definida como a contagem do número de espécies presentes em uma unidade de área definida (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006).

#### 4.4.2.1 Índice de Diversidade de Shannon

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) é uma medida usada para avaliar a diversidade de uma amostra biológica, levando em conta o número de espécies presentes e a distribuição de indivíduos entre essas espécies, sendo um índice baseado na abundância proporcional das espécies na comunidade amostrada (FURTADO; VIEIRA, 2020). Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor a diversidade do local, por outro lado, um valor mais alto do índice de Shannon sugere uma maior diversidade na amostra (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005; THUKRAL *et al.* 2019). A fórmula utilizada para o cálculo do índice de Shannon está descrita abaixo:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

Onde:

$s$  = é o número de espécies na amostra;  $pi$  = a proporção de indivíduos de cada espécie em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies, ou seja, a densidade relativa de cada espécie;  $\ln$  = é logaritmo natural.

#### 4.4.2.2 Índice de Equabilidade de Pielou

Equabilidade ou índice de Pielou ( $J$ ) representa a distribuição do número de indivíduos em relação às espécies. Varia de 0 a 1, sendo que o valor 1 representa a situação em que todas as espécies possuem a mesma abundância, ou seja, a mesma quantidade de indivíduos (FELFILI; VENTUROLI, 2000). Por outro lado, valores próximos de 0 indicam a dominância (maior abundância) de uma ou poucas espécies.

$$J = \frac{H'}{H_{max}} \quad (2)$$

Onde:

$H'_{max} = \ln(S)$ ;  $S$  = é o número de espécies amostradas;  $H'$  = índice de diversidade

#### 4.4.2.3 Classes de usos madeireiros das espécies

A classificação das espécies quanto a qualidade comercial da madeira foi baseada no trabalho realizado por Zambiasi *et al.* (2021), que levou em consideração as informações disponíveis na literatura e a experiência e conhecimento dos proprietários dos locais de estudo. O trabalho de Zambiasi *et al.* (2021), foi realizado na fitofisionomia Floresta Ombrófila Densa, assim, além da referência supracitada, foram feitas pesquisas em outras literaturas para o complemento das informações (CARVALHO, 2003, 2006, 2008, 2010, 2014; SANTOS, 2008; LORENZI, 2009; CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011; GORSKI, 2021). As densidades utilizadas foram obtidas do trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2019). Desse modo, as espécies foram classificadas quanto a qualidade comercial como: Alta, Média, Baixa e Não Comerciais.

Baixa Qualidade: que inclui principalmente espécies de madeira macia, mas também pode abranger espécies com baixa trabalhabilidade e durabilidade natural, usadas em produtos menos valiosos, como paletes e caixas. A densidade da madeira dessas espécies varia de 0,36 a 0,65 g/cm<sup>3</sup>. Média Qualidade: são espécies que produzem madeira com durabilidade média

e fácil trabalhabilidade. São usadas em vigas, tábuas, pisos de madeira, móveis e outros produtos de maior valor. A densidade da madeira dessas espécies varia de 0,36 a 0,68 g/cm<sup>3</sup>. Alta qualidade: essas espécies apresentam madeira com maior durabilidade e facilidade de trabalho, alcançando os preços mais altos no mercado. A densidade da madeira dessas espécies varia de 0,43 a 0,78 g/cm<sup>3</sup>.

As espécies não comerciais não apresentam uso madeireiro e nem energético, geralmente associada com características de serem madeiras com densidade muito baixas, com baixa resistência mecânica e à agentes deteriorantes da madeira, vale salientar que essas espécies não comerciais estão classificadas unicamente aos usos madeireiros, podendo apresentar outras utilidades econômicas e ecológicas que não estão consideradas nesse estudo, por exemplo, o fornecimento de produtos florestais não madeireiros.

#### 4.5 AGRUPAMENTO E ORDENAMENTO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

Análises de agrupamento identificam padrões nos dados e estabelecem critérios para formar grupos de observações similares. Essas análises dividem um conjunto de dados em subconjuntos baseados em critérios de similaridade e dissimilaridade, sem precisar de informações anteriores sobre os dados (AHMED; SERAJ; ISLAM, 2020). O agrupamento nesse estudo foi gerado com o pacote R “factoextra” versão 1.0.7 (KASSAMBARA; MUNDT, 2022) utilizando o algoritmo de agrupamento K-Means, sendo que esse algoritmo depende do valor de “k”, que sempre precisa ser especificado para realizar qualquer análise de agrupamento. Após diversas simulações variando o valor de k, foi definido k = 2 para formação dos grupos.

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma técnica estatística multivariada que transforma um conjunto original de variáveis em um novo conjunto de variáveis, chamadas de componentes principais, mantendo a mesma dimensão. Essa abordagem pode ser empregada na ordenação e na formação de grupos de amostras. A análise agrupa os indivíduos com base em suas variações, categorizando-os de acordo com suas diferentes variabilidades dentro da população (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016). Isso implica que as amostras são organizadas conforme as variações nas características usadas para o agrupamento, refletindo o comportamento distinto em relação ao conjunto de características que define cada um. Em resumo, a técnica organiza os componentes de uma população com base nas diferenças e semelhanças em suas características (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016). Para a elaboração da PCA foi utilizado o



pacote para análise multivariada “FactoMineR” para análise multivariada (LÊ; JOSSE; HUSSON, 2008).

#### 4.6 ESTRUTURA DA FLORESTA

##### 4.6.1 Parâmetros fitossociológicos

Para descrição da estrutura horizontal da floresta e avaliação da contribuição das espécies, foram calculados os parâmetros fitossociológicos: Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR), Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), e Índice de Valor de Importância (IVI), conforme as formulações apresentadas no Quadro 2, contidas em: Felfili; Venturoli (2000); Freitas; Magalhães (2012); Chaves *et al.* (2013); Souza; Soares, (2013); Santos *et al.* (2017):

Quadro 2 - Parâmetros fitossociológicos com suas descrições e formulações.

Parâmetros	Descrição	Fórmula	Nº equação
<b>Densidade Absoluta</b>	Indica o número de indivíduos de uma espécie por unidade de área.	$DA: \frac{n}{Área}$	3
<b>Densidade Relativa</b>	Indica a participação de cada espécie em relação ao número total de árvores/indivíduos	$DR: \left(\frac{n}{N}\right) * 100$	4
<b>Dominância Absoluta</b>	É definida como a área basal total de uma determinada espécie por unidade de área, geralmente por um hectare	$DoA: \frac{gi}{Área}$ $gi: \sum \left(\frac{DAP^2 \cdot \pi}{40.000}\right)$	5 5.1
<b>Dominância Relativa</b>	Representa a porcentagem da área basal de uma determinada espécie em relação a área basal de todas as espécies amostradas.	$DoR: \left(\frac{gi}{G}\right) * 100$ $G = \sum gi$	6 6.1
<b>Frequência Absoluta</b>	Indica a proporção de ocorrência de uma espécie em uma determinada área.	$FA: \frac{pi}{P} * 100$	7
<b>Frequência Relativa</b>	É a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies	$FR: \left(\frac{FAi}{\sum FA}\right) * 100$	8
<b>Índice de Valor de Importância</b>	Caracteriza a importância de cada espécie na comunidade, sob a perspectiva horizontal, sendo a soma dos parâmetros anteriores: abundância, frequência e dominância relativas de cada espécie avaliada	$IVI = \frac{DR + FR + DoR}{3}$	9
<b>Índice de Valor de Cobertura</b>	A importância de uma espécie dentro do povoamento também pode ser estimada pelo número de árvores (densidade) e suas dimensões (dominância)	$IVC = \frac{DR + DoR}{2}$	10

Legenda:  $n$  = número de indivíduos de uma espécie;  $Área$  = área total amostrada em hectares;  $N$  = número total de indivíduos;  $gi$  = é a área basal total de uma determinada espécie ( $m^2$ );  $DAP$  = diâmetro a altura do peito (cm);

$G$  = área basal total ( $m^2 \cdot ha$ );  $p_i$  = número de unidades amostrais com presença da espécie;  $P$  = número total de unidades amostrais;  $F_{Ai}$  = Frequência absoluta de uma determinada espécie;  $\sum F_{Ai}$  = somatório das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

#### 4.6.2 Distribuição diamétrica

A compreensão da estrutura de uma floresta pode ser aprimorada ao analisarmos sua distribuição diamétrica, a qual é determinada pela quantidade de árvores por unidade de área e por intervalo de classe de diâmetro. A distribuição do diâmetro da população de uma espécie reflete um equilíbrio demográfico entre recrutamento, taxas de crescimento e mortalidade, e também é evidência de sua dinâmica demográfica e de distúrbios passados (CYSNEIROS *et al.*, 2023). Do ponto de vista da produção, a estrutura diamétrica de uma floresta viabiliza a caracterização do estoque de madeira disponível pré-exploração (LAMPRECHT, 1990), ao mesmo tempo em que fornece informações cruciais para futuras tomadas de decisões relacionadas à conservação e ao manejo florestal (OLIVEIRA, 2017). Assim, para descrever a estrutura das espécies amostradas foi realizada a distribuição das árvores em classes diamétricas com intervalos de 10 cm, conforme disposto na Tabela 1. Os gráficos foram elaborados com o pacote “ggplot2” (WICKHAM, 2016) no software R versão 4.3.2 (R CORE TEAM, 2023).

Tabela 1 - Classes de diâmetro para distribuição diamétrica de espécies arbóreas com DAP  $\geq$  10 cm, para área de Manejo Florestal, da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, com amplitude de 10 cm.

<b>Classe Diamétrica (cm)</b>	<b>Centro</b>
[10-20)	15
[20-30)	25
[30-40)	35
[40-50)	45
[50-60)	55
[60-70)	65
[70-80)	75
[80-90)	85
[90-100)	95
[100-110]	105

## 4.7 ESTOQUE DA FLORESTA

### 4.7.1 Modelos hipsométricos

Os ajustes dos modelos foram realizados para altura total e de fuste para todas as espécies de folhosas amostradas. Todas os indivíduos da espécie *A. angustifolia* tiveram suas alturas mensuradas, assim não foram ajustados modelos hipsométricos para essa espécie.

#### 4.7.1.1 Ajuste de modelos lineares e não lineares

Foram ajustados 9 modelos para estimativa da altura das árvores (Tabela 2), sendo 5 modelos lineares via o Método de Mínimos Quadrados (CHEIN, 2019) e 4 não lineares utilizando a função “nlsLM” do pacote “minpack.lm”, que utiliza o algoritmo Levenberg-Marquardt (ELZHOV *et al.*, 2023). Todos os modelos foram ajustados no software R versão 4.3.2 (R CORE TEAM, 2023).

Tabela 2 - Modelos testados para a estimativa da altura total e do fuste em função do diâmetro a altura do peito (DAP), para todas as espécies de folhosas amostradas na área de Manejo Florestal, da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba – SC.

Modelo	Autor	Modelo matemático	Tipo	Nº equação
m1	Linear Simples	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \varepsilon$		11
m2	Henricksen	$h = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \varepsilon$		12
m3	Trorey	$h = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon$	Linear	13
m4	Stoffels	$\ln h = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \varepsilon$		14
m5	Curtis	$\ln h = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{DAP} + \varepsilon$		15
m6	Modelo de Potência	$h = a \cdot DAP^b + \varepsilon$		16
m7	Exponencial de 3 parâmetros	$h = a - b \cdot e^{-c \cdot DAP} + \varepsilon$	Não	17
m8	Weibull	$h = a \cdot \left(1 - e^{-(b \cdot DAP)^c}\right) + \varepsilon$	Linear	18
m9	Gompertz	$h = a \cdot e^{(-b \cdot e^{(-c \cdot DAP)})} + \varepsilon$		19

Em que:  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, a, b, c$  = coeficientes de regressão;  $h$  = altura comercial ou de fuste (m);  $DAP$  = diâmetro a altura do peito (cm), medido a 1,3 m do solo;  $\ln$  = logaritmo neperiano;  $e$  = função exponencial; e  $\varepsilon$  = erro associado.

#### 4.7.1.2 Seleção do melhor modelo

Foram utilizados como critério de seleção dos melhores modelos a análise gráfica dos resíduos (normalidade e homocedasticidade), o erro padrão da estimativa absoluto ( $S_{yx}$ ) e em porcentagem ( $S_{yx}\%$ ) (equação 20) e o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  aj)

(equação 22). Esses parâmetros só foram considerados para os modelos com coeficientes significativos, considerando 5% como nível de significância (p-valor <0,05).

O erro padrão da estimativa absoluto ( $S_{yx}$ ) é uma estatística que mede a dispersão média entre os valores observados e estimados (CHEIN *et al.* 2019). Quanto mais baixo for o valor do  $S_{yx}$ , melhor o ajuste. O  $S_{yx}\%$  informa a qualidade do ajuste e o quanto, relativamente, o modelo erra em média ao estimar a variável dependente. O erro padrão é calculado pela seguinte fórmula:

$$S_{xy} \% = \frac{S_{xy}}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (20)$$

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{SQ_{resíduo}}{n-p}} \quad (20.1)$$

Onde:  $SQ_{resíduo}$  = soma dos quadrados dos resíduos;  $n$  = Número de dados observados;  $p$  = Número de coeficientes do modelo;  $\bar{X}$  = média dos dados observados.

No caso de ajustes cuja variável dependente sofre transformação logarítmica, têm suas estimativas sujeitas à discrepância logarítmica (SCHNEIDER, 1997), e portanto, as estimativas precisam ser corrigidas. A correção para essa discrepância foi realizada através da multiplicação da altura estimada pelo fator de correção de Meyer (FCM). O FCM é calculado pela seguinte equação:

$$FCM = e^{0,5 S_{xy}^2} \quad (21)$$

Onde:

$e$  = constante de Euler;  $S_{yx}$  = erro padrão da estimativa (m).

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) expressa a quantidade da variação total que é explicada pela regressão, ou quanto relativamente à variação total da variável a ser estimada é explicada pela regressão (CHEIN *et al.*, 2019). Devido a comparação de equações com número de coeficientes diferente, é necessário ajustar o  $R^2$  para todas as equações, evitando assim que à equação com mais coeficientes seja favorecida no momento da seleção. Para este cálculo foi utilizado a seguinte equação:

$$R^2_{ajustado} = 1 - \left\{ (1 - R^2) \left( \frac{n-1}{n-p-1} \right) \right\} \quad (22)$$

$$R^2 = 1 - \left( \frac{SQ_{residuo}}{SQ_{total}} \right) \quad (22.1)$$

Onde:

$n$  = número de dados utilizados no ajuste;  $p$  = número de coeficientes a serem estimados.

O AIC (Critério de Informação de Akaike) surgiu do trabalho de Hirotugu Akaike, na seleção de modelos estatísticos preditivos. Esse critério foi concebido a partir da minimização da informação de Kullback-Leibler, conforme proposto por Akaike em 1973. O AIC avalia a qualidade do ajuste de um modelo paramétrico, estimado por meio do método da máxima verossimilhança (MOURA, 2021). Para o cálculo do AIC foi utilizado a fórmula descrita abaixo:

$$AIC = -2 \log L(\theta) + 2k \quad (23)$$

Onde:

$L(\theta)$  é a função de máxima de verossimilhança e  $k$  é o número de parâmetros no modelo.

Além dos parâmetros supracitados, foi realizada análise gráfica dos resíduos, que para ajustes de regressão é um critério determinante na escolha de um modelo, mesmo que as estimativas de ajuste de precisão estejam apresentando valores aceitáveis (MACHADO *et al.*, 2010; SCHNEIDER, 1997). Baseando-se na dispersão dos pontos ao longo do eixo da variável independente evidencia-se de forma clara se o ajuste subestima ou superestima a variável dependente. Assim, quanto menor a amplitude e mais homogênea a distribuição dos resíduos ao longo do eixo, melhor o ajuste (MACHADO *et al.*, 2010).

#### 4.7.1.3 Estimativa de volume

Para esse estudo não foi possível a realização de cubagem rigorosa das espécies avaliadas, assim, para a estimativa do volume do fuste se utilizou a equação ajustada por Costa *et al.* (2022), para a espécie *A. angustifolia*, onde os autores selecionaram o modelo não linear Schumacher e Hall (1933), como o mais adequado. Para as demais espécies foi

utilizado o modelo genérico para a fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista, ajustada e selecionada por Vibrans *et al.* (2015). Na tabela 3 são apresentadas as equações utilizadas com seus respectivos coeficientes.

Tabela 3 - Equações para estimativa do volume de fuste para araucária e para as espécies de folhosas.

<b>Espécie</b>	<b>Modelo</b>	<b>Referência</b>	<b>Nº equação</b>
Araucária	$v = 0,000053 \times DAP^{2,129} \times Hf^{0,7267}$	Costa <i>et al.</i> (2022)	24
Folhosas	$\ln\left(\frac{v}{1000}\right) = -17,96 + 0,96 \times \ln(CAP^2) + 0,76 \times \ln(Hf)$	Vibrans <i>et al.</i> (2015)	25

Onde:  $v$  = volume;  $DAP$  = diâmetro a altura do peito (cm), medido a 1,3 m do solo;  $Hf$  = altura do fuste;  $CAP$  = circunferência a altura do peito (cm), medido a 1,3 m do solo;  $\ln$  = logaritmo neperiano.

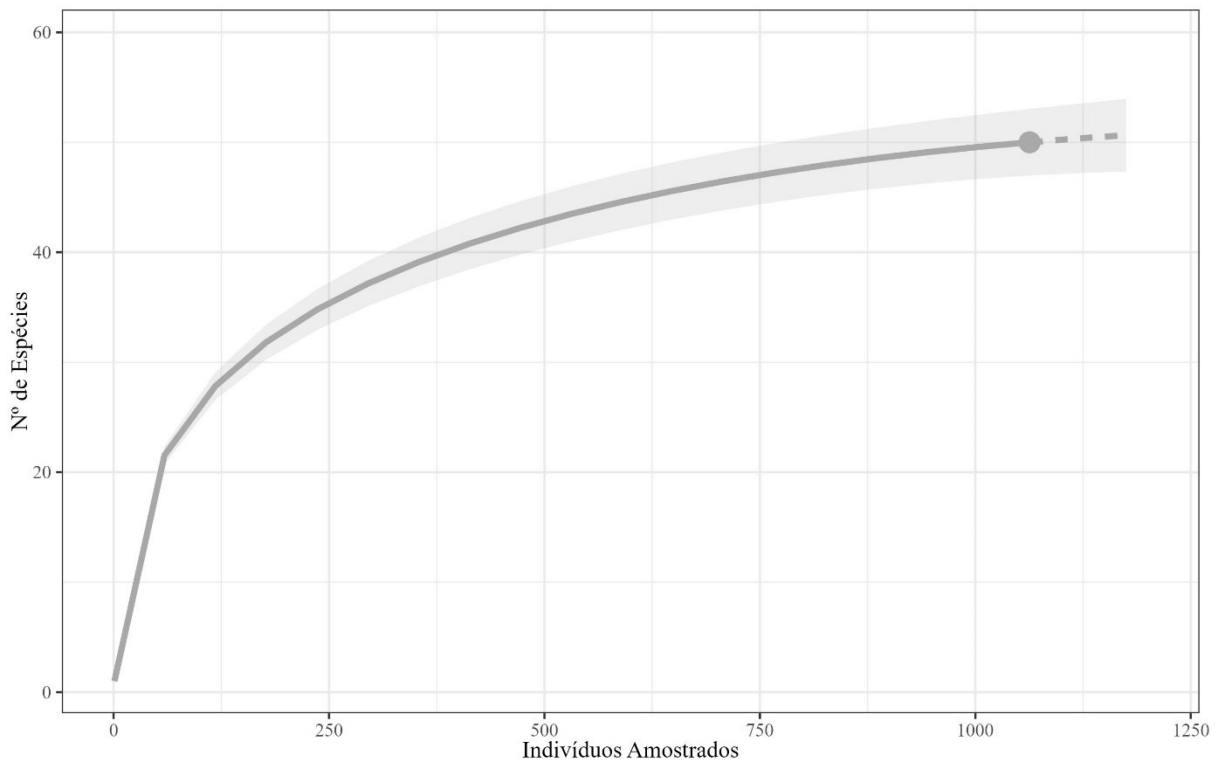
## 5 RESULTADOS

### 5.1 ESTRUTURA E DIVERSIDADE

#### 5.1.1 Suficiência amostral

Na Figura 9 é demonstrado a curva de rarefação para amostra total, sendo 1063 indivíduos amostrados em nove unidades amostrais. Observa-se que a curva tende a estabilização em uma assíntota horizontal a partir da amostragem de 1000 indivíduos, indicando que foi alcançada a suficiência amostral para a composição florística do componente arbóreo na área de estudo.

Figura 9 - Curvas de rarefação de espécies, com 1000 aleatorizações sem reposição e intervalo de confiança de 95%, utilizando em indivíduos amostrados em nove unidades amostrais (UA), na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos -SC.



Legenda: A linha sólida representa a interpolação do número de espécies observadas; a linha tracejada indica uma extrapolação do que seria esperado dado um aumento no número de indivíduos coletados; a área colorida representa o intervalo de confiança de 95%.

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 5.1.2 Diversidade de espécies

Para o fragmento foram amostradas 50 espécies, distribuídas em 29 famílias botânicas. O índice de diversidade Shannon ( $H'$ ) foi de 3,132 e o índice de equabilidade ( $J$ ) foi de 0,801. Na Tabela 4 consta a riqueza de espécies, o número de indivíduos amostrados,

os valores do Índices de diversidade Shannon e do índice equabilidade de Pielou, para cada unidade amostral mensurada.

A UA 5 apresentou maior riqueza com 27 espécies e maior número de indivíduos amostrados com 153, por outro lado a UA 8 possui menor riqueza com 16 espécies e menor número de indivíduos com 85. A UA 4 apresentou menor diversidade ( $H'$ ), com 2,255 e menor equabilidade com 0,730. Os maiores valores de diversidade foram encontrados na UA 2, com 2,663 e maior equabilidade para a UA 3 com 0,862, indicando ser a unidade amostral com menor dominância de espécies se comparada com a UA 4 que apresentou menor valor.

Tabela 4 – Riqueza de espécies (S), número de indivíduos amostrados por UA (n°), Índices de diversidade Shannon ( $H'$ ) e equabilidade de Pielou (J) para as unidades amostrais mensuradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos.

UA	S	n° (ind.)	Shannon ( $H'$ )	Pielou (J)
1	22	96	2,564	0,829
2	23	117	2,663	0,849
3	19	100	2,538	0,862
4	22	132	2,255	0,730
5	27	153	2,632	0,799
6	20	151	2,443	0,816
7	22	122	2,634	0,852
8	16	85	2,297	0,828
9	20	107	2,525	0,843

### 5.1.3 Estrutura horizontal

Para a estrutura horizontal geral do fragmento, detalhada na Tabela 5, a espécie *A. angustifolia* apresentou os maiores valores de Dominância Absoluta e Relativa, com 3,79  $m^2 \cdot ha^{-1}$  e 12,73%, respectivamente. Além disso, a mesma espécie foi, em conjunto com as espécies *Myrcia palustres* e *Allophylus edulis*, as únicas com Frequência de 100%, presentes em todas as unidades amostrais. A espécie *Campomanesia xanthocarpa* apresentou maior Densidade, indicando que é a espécie com o maior número de indivíduos por unidade de área, mesmo não tendo frequência de 100%. *Lithraea brasiliensis* foi a espécie mais importante na estrutura do fragmento, apresentando o maior Valor de Cobertura (9,67%) e o maior Valor de Importância (7,48%).



Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos absolutos e relativos da estrutura horizontal das espécies amostradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, em ordem decrescente de valor de importância.

Espécie	DA	DR (%)	DoA	DoR (%)	FA	FR (%)	VC (%)	IVI (%)
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	50	7,93	3,4	11,42	66,67	3,11	9,67	7,48
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	73,89	11,72	2,2	7,39	66,67	3,11	9,56	7,41
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	29,44	4,67	3,79	12,73	100	4,66	8,7	7,35
<i>Myrcia palustris</i> DC.	64,44	10,22	1,77	5,92	100	4,66	8,07	6,93
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	46,67	7,4	1,79	6,01	88,89	4,15	6,71	5,85
<i>Banara tomentosa</i> Clos	49,44	7,84	1,09	3,67	88,89	4,15	5,75	5,22
<i>Clethra scabra</i> Pers.	39,44	6,26	2,01	6,73	44,44	2,07	6,49	5,02
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	12,22	1,94	2,17	7,28	88,89	4,15	4,61	4,45
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	34,44	5,46	1,02	3,42	88,89	4,15	4,44	4,34
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	41,67	6,61	0,62	2,08	66,67	3,11	4,34	3,93
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	8,33	1,32	1,51	5,05	77,78	3,63	3,19	3,33
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	21,11	3,35	0,42	1,41	88,89	4,15	2,38	2,97
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	21,67	3,44	0,93	3,13	44,44	2,07	3,28	2,88
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	5	0,79	1,39	4,67	66,67	3,11	2,73	2,86
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Niederl.	15	2,38	0,37	1,26	100	4,66	1,82	2,77
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	10	1,59	0,73	2,44	77,78	3,63	2,01	2,55
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	20,56	3,26	0,28	0,94	55,56	2,59	2,1	2,27
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	12,78	2,03	0,75	2,5	44,44	2,07	2,26	2,2
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	8,89	1,41	0,37	1,24	44,44	2,07	1,33	1,58
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	6,67	1,06	0,2	0,68	55,56	2,59	0,87	1,44
<i>Myrceugenia cf. miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	5	0,79	0,1	0,32	55,56	2,59	0,56	1,23
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	3,33	0,53	0,12	0,39	55,56	2,59	0,46	1,17
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	4,44	0,7	0,18	0,61	44,44	2,07	0,66	1,13
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	7,22	1,15	0,15	0,49	33,33	1,55	0,82	1,06
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	3,33	0,53	0,24	0,79	33,33	1,55	0,66	0,96
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1,67	0,26	0,3	1	33,33	1,55	0,63	0,94
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	1,67	0,26	0,45	1,5	22,22	1,04	0,88	0,93
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	2,78	0,44	0,22	0,73	33,33	1,55	0,59	0,91
<i>Quillaja lancifolia</i> D.Don	2,78	0,44	0,15	0,49	33,33	1,55	0,46	0,83
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	4,44	0,7	0,13	0,45	22,22	1,04	0,58	0,73
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	1,67	0,26	0,05	0,15	33,33	1,55	0,21	0,66
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	1,11	0,18	0,2	0,66	22,22	1,04	0,42	0,62
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	3,33	0,53	0,04	0,14	22,22	1,04	0,34	0,57
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	1,67	0,26	0,04	0,13	22,22	1,04	0,2	0,48
<i>Ocotea</i> sp.	1,11	0,18	0,06	0,2	22,22	1,04	0,19	0,47
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	1,11	0,18	0,03	0,11	22,22	1,04	0,15	0,44
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1,11	0,18	0,02	0,06	22,22	1,04	0,12	0,42
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	1,11	0,18	0,02	0,05	22,22	1,04	0,11	0,42
<i>Aiouea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	0,56	0,09	0,19	0,64	11,11	0,52	0,37	0,42
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	1,67	0,26	0,07	0,22	11,11	0,52	0,24	0,33
<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1,11	0,18	0,07	0,22	11,11	0,52	0,2	0,31
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1,11	0,18	0,04	0,12	11,11	0,52	0,15	0,27
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	1,11	0,18	0,02	0,07	11,11	0,52	0,12	0,25
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	1,11	0,18	0,01	0,03	11,11	0,52	0,1	0,24

<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,56	0,09	0,03	0,11	11,11	0,52	0,1	0,24
<i>Maytenus boaria</i> Molina	0,56	0,09	0,03	0,1	11,11	0,52	0,09	0,24
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	0,56	0,09	0,03	0,1	11,11	0,52	0,09	0,23
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	0,56	0,09	0,01	0,05	11,11	0,52	0,07	0,22
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	0,56	0,09	0,01	0,03	11,11	0,52	0,06	0,21
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	0,56	0,09	0,01	0,03	11,11	0,52	0,06	0,21
<b>Total geral</b>	<b>630,56</b>	<b>100</b>	<b>29,81</b>	<b>100</b>	<b>2144,44</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Legenda: DA = Densidade absoluta; DR = Densidade relativa; DoA = Dominância absoluta; DoR = Dominância relativa; FA = Frequência absoluta; FR Frequência relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura.

## 5.2 ESTIMATIVAS DENDROMÉTRICAS

### 5.2.1 Hipsometria

Na Tabela 6 é demonstrado as estatísticas de ajuste dos melhores modelos testados para estimar a altura total e do fuste para a espécie araucária e para as folhosas mensuradas no inventário florestal. As estatísticas dos demais modelos testados estão no APÊNDICE A.

Tabela 6 - Estatísticas de ajuste dos melhores modelos testados para estimativa da altura total e de fuste para a espécies folhosas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos.

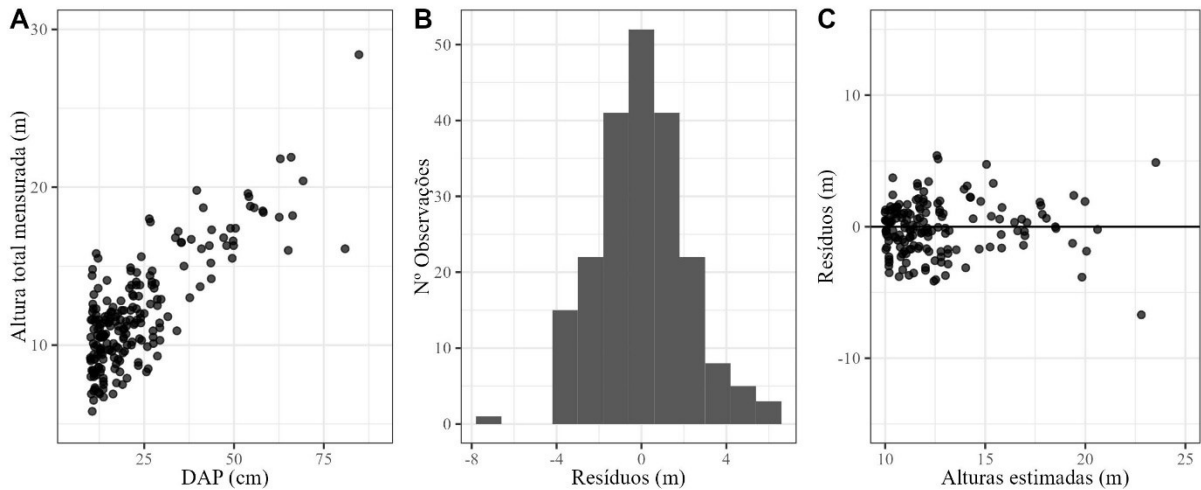
Modelo	Autor	Altura	Estimativas*		p-valor	AIC	R <sup>2</sup>	Syx (m)	Syx (%)
			a	b					
m1	Linear Simples	Ht	7,6384 (± 0,273)	0,1879 (± 0,010)	SG	914,28	0,629	2,114	17,66
m6	Modelo de Potência	Hf	2,5064 (± 0,389)	0,4157 (± 0,032)	SG	937,46	0,122	2,234	36,88

Legenda: Ht e Hf = altura total e altura de fuste, respectivamente; SG = Significante, p-valor inferior a 0,05; AIC= Critério de informação de Akaike corrigido; R<sup>2</sup>= Coeficiente de determinação; Syx= Erro padrão da estimativa (m). \*valor dos coeficientes estimados ± o erro.

Entre os modelos testados para estimativa da altura total (Ht), o modelo Linear Simples (m1) apresentou os melhores ajustes (Tabela 6). Considerando a altura de fuste (Hf), o melhor modelo foi o Modelo não linear de Potência (m6).

Na Figura 10 (A), é plotada a relação entre altura total e DAP, onde demonstra-se uma distribuição com tendência linear dos dados. Ainda na Figura 10 é demonstrado a distribuição de frequência dos resíduos (Figura 10 B), que indicam uma distribuição tendendo a normalidade. Além disso, o modelo selecionado para altura total não apresenta tendências nas estimativas (Figura 10 C).

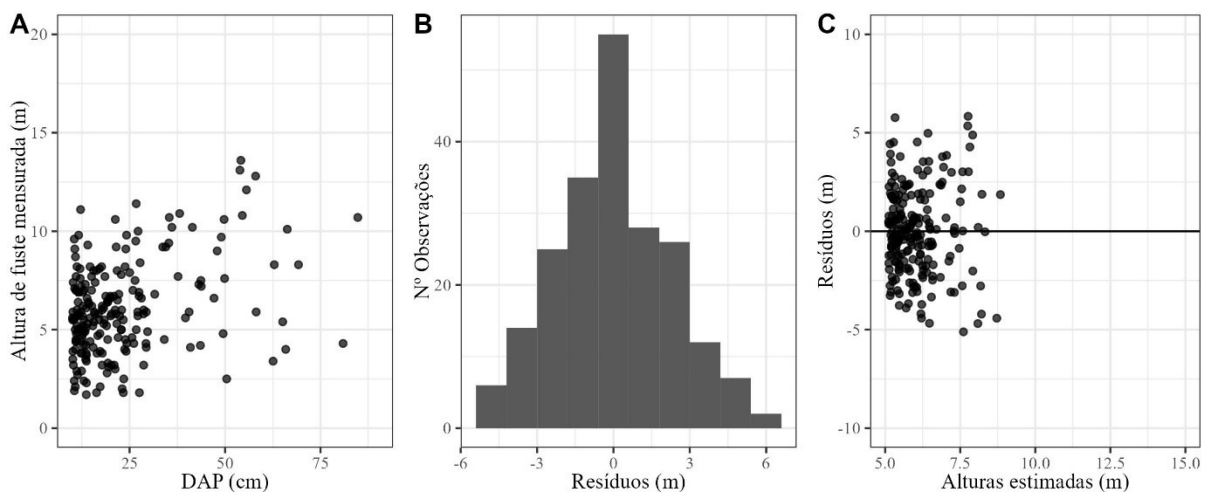
Figura 10 - Relação entre altura total mensurada e diâmetro à altura do peito (DAP) (A), distribuição de frequência dos resíduos (B) e dispersão dos resíduos (C), do modelo linear m1 para as espécies folhosas.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a altura do fuste, o modelo não linear Modelo de Potência (m6) apresentou as melhores estatísticas de ajuste, porém esse modelo apresentou um  $R^2$  baixo (0,122). Como é demonstrada na Figura 11 (C), os dados não apresentam uma tendência evidente, tendo uma grande variação na disposição dos pontos com uma formação bem dispersa, demonstrando uma fraca relação entre a altura de fuste e DAP para esse caso (Figura 11 A). Porém, mesmo com fraca correlação, os resíduos apresentam normalidade e não apresentam tendências nas estimativas (Figura 11 B e C).

Figura 11 - Relação entre altura de fuste mensurada e diâmetro à altura do peito (DAP) (A), distribuição de frequência dos resíduos (B) e dispersão dos resíduos (C), do modelo não linear m6 para espécies folhosas.



Fonte: elaborado pelo autor.

## 5.2.2 Estoque de volume

### 5.2.2.1 Censo

Foram amostrados 108 indivíduos da espécie *A. angustifolia* em 6,5 ha, com média de 44,6 cm de DAP, altura total média de 19,3 m e altura de fuste de 13,5 m. A área basal total de 17,9 m<sup>2</sup> e volume de fuste total de 134,7 m<sup>3</sup>.

### 5.2.2.2 Unidades amostrais

Na Tabela 7 estão apresentados o resumo das variáveis dendrométricas para as nove unidades amostrais avaliadas. A média geral do DAP foi de 20,8 cm, sendo a UA 2 com menor valor (19,3 cm) e a UA 8 com maior valor médio (23,1 cm). A UA 2 também apresentou os menores valores para altura total (Ht) com 11,1 m e altura de fuste (Hf) com 5,8 m, já os maiores valores foram encontrados nas UA 8 e 5 com 12 m para Ht e 6,6 m para Hf, respectivamente. O número de indivíduos, volume e área basal apresentaram valores altos de desvio padrão e coeficiente de variação, indicando que essas estimativas apresentam maior variação e heterogeneidade dos dados.

Tabela 7 - Valores médios das variáveis dendrométricas e de estoque, com seus respectivos Desvios Padrão (DV), Coeficiente de Variação (CV), Erro absoluto (EA) e Limite Inferior (Lim. Inf.) e Limite Superior (Lim. Sup.), encontrados para o fragmento Floresta Ombrófila Mista da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos.

UA.	DAP (cm)	Ht (m)	Hf (m)	Nº (N/ha)	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Vfuste (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
1	20,6	11,7	6,1	480	23,3	131,3
2	19,3	11,1	5,8	585	24,0	135,5
3	21,9	12,1	6,4	500	35,0	221,5
4	20,0	11,9	6,3	660	29,0	174,2
5	20,6	11,8	6,5	765	38,3	242,2
6	20,2	11,6	6,1	755	34,6	204,1
7	21,1	11,5	6,3	610	31,8	184,6
8	23,1	12,0	6,2	425	31,5	190,7
9	20,0	11,1	5,8	535	20,8	114,5
<b>Média</b>	<b>20,8</b>	<b>11,6</b>	<b>6,2</b>	<b>591</b>	<b>29,8</b>	<b>177,6</b>
<b>DP</b>	<b>1,16</b>	<b>0,34</b>	<b>0,27</b>	<b>125</b>	<b>5,98</b>	<b>43,20</b>
<b>CV (%)</b>	<b>5,59</b>	<b>2,92</b>	<b>4,33</b>	<b>19,75</b>	<b>20,05</b>	<b>24,32</b>
<b>EA (<math>\alpha=0,05</math>)</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>85</b>	<b>4,1</b>	<b>29,4</b>
<b>Lim. Inf.</b>	<b>20,0</b>	<b>11,4</b>	<b>6,0</b>	<b>506</b>	<b>25,7</b>	<b>148,2</b>
<b>Lim. Sup.</b>	<b>21,6</b>	<b>11,9</b>	<b>6,3</b>	<b>676</b>	<b>33,9</b>	<b>207,0</b>

Legenda: UA = Unidades amostrais; DAP = Diâmetro a altura do peito em centímetros; Ht = Altura total em metros; Hf = Altura de fuste em metros; Nº = número de indivíduos por hectare; G = Área basal total em metros quadrados por hectare; Vfuste = Volume de fuste em metros cúbicos por hectare.

### 5.2.3 Estoque de volume por classe diamétrica e qualidades

No volume de cada qualidade do fuste, na Tabela 8, é demonstrado que a qualidade 2 possui maior volume médio no fragmento, com  $72,6 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ . Porém, existe uma grande amplitude nos valores entre as unidades amostrais, variando de  $44,1 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  na UA 1 até  $105,4 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  na UA 8. A qualidade 1, de maior interesse comercial devido a maior possibilidade de uso e aproveitamento, apresentou segunda maior média de volume, com  $55,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e volume variando entre  $19,3 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  na UA 6 e  $87,2 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  na UA 3. A qualidade 3 apresentou a menor média geral dentre as qualidades com  $49,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , porém também possui maior amplitude entre os volumes, variando de  $16,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  na UA 9 até  $91,3 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  na UA5.

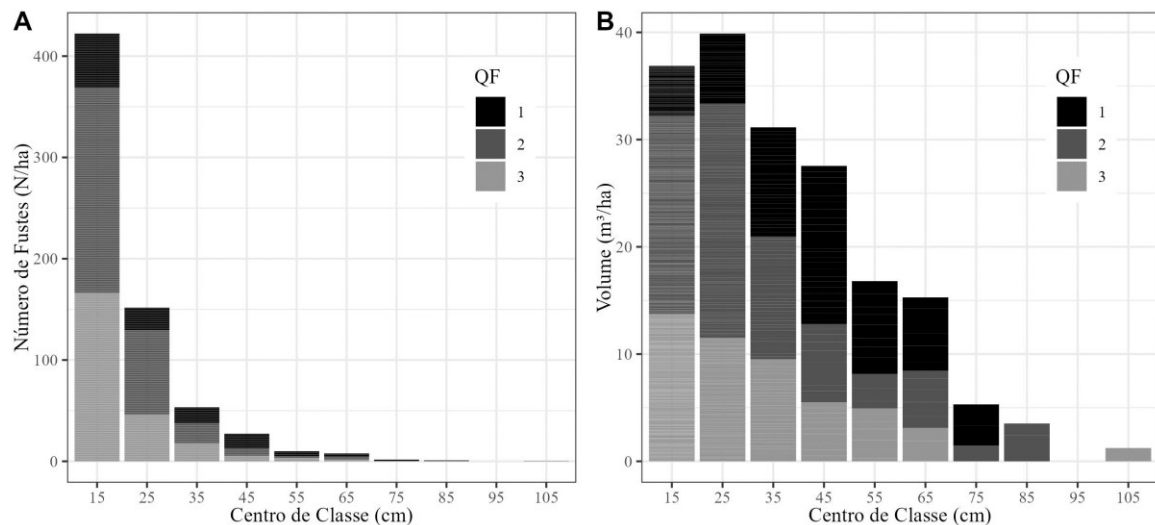
Tabela 8 - Estimativas de volume por qualidade de fuste para cada unidade amostral mensurada no fragmento Floresta Ombrófila Mista da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.

Unidade Amostral	Volume de fuste ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ )		
	QF1	QF2	QF3
1	57,8	44,1	29,3
2	42,6	52,0	40,8
3	87,2	83,5	50,7
4	61,7	61,9	50,6
5	75,4	75,5	91,3
6	19,3	96,0	88,7
7	55,8	85,3	43,5
8	51,5	105,4	33,8
9	47,9	49,5	16,5
<b>Média Geral</b>	<b>55,5</b> <b>(±13,2)</b>	<b>72,6</b> <b>(±14,8)</b>	<b>49,5</b> <b>(±17,3)</b>

Legenda: QF1 = Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; QF2 = Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; QF3 = Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

Observando-se a distribuição diamétrica para as nove unidades amostrais, o centro de classe de 15 cm apresenta maior número de fustes por hectare ( $422 \text{ fustes/ha}$ ), já os centros de classes 85 e 105 cm apresentam, em média, um fuste por ha (Figura 12A). O volume não apresentou mesma formação, sendo o centro de classe diamétrica 25 com maior volume (Figura 12B). Nesse fragmento avaliado não foram encontrados indivíduos na classe de 90 a 100 cm de diâmetro (centro de classe de 95 cm).

Figura 12 - Distribuição do Número médio de Fustes (A) e Volume médio (B) por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica das 9 unidades amostrais mensuradas, associadas a qualidade de fuste.



Legenda: QF = Qualidade do fuste: (1) Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; (2) Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; (3) Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

Fonte: elaborado pelo autor.

A qualidade 1, que é mais desejada comercialmente, encontra-se em menor proporção nas classes iniciais, mas a partir da classe 45 é a qualidade dominante, indicando que as maiores árvores apresentam boa qualidade, favorecendo o manejo florestal. Ao todo, a qualidade de fuste 1, apresenta um número de 115 fustes/ha, a qualidade 2 possui 319 fustes/ha, e a qualidade 3, que seria menos desejável para uso madeireiro, apresentou 241 fustes/ha. De forma geral, o número de fustes está concentrado nas classes de menores diâmetros, principalmente nos centros de classes de 15, 25 cm.

Para o volume, em relação a distribuição diamétrica (Figura 12B), é possível verificar que mesmo com um número de fustes inferior, a classe 25 apresenta maior volume ( $39,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Nas classes 85 e 105 mesmo possuindo cerca de um indivíduo por hectare, o volume da classe 85 é superior com  $3,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  quando comparadas a classe 105 que possui em média  $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . As classes 85 e 105 apresentaram apenas uma qualidade de fuste, a 2 e 3, respectivamente. Já a classe 75 não possui fuste de qualidade 3, e as demais classes possuem fustes de todas as qualidades.

### 5.3 CLASSES DE USOS E ESPÉCIES

Das espécies mensuradas no fragmento florestal, 36 apresentam uso madeireiro, sendo sete espécies classificadas como de alta qualidade madeireira, 13 espécies classificadas como de média qualidade madeireira e 16 espécies classificadas como de baixa qualidade

madeira (Tabela 9). Algumas espécies avaliadas possuem mais de um uso de sua madeira, sendo a construção civil e marcenaria os principais usos encontrados, com 17 e 14 espécies, respectivamente. Dos usos com menos espécies está a produção de palitos e confecção de pallets com duas espécies cada. Para as demais espécies não foram encontradas utilização madeira comercial, sendo 14 espécies não comerciais de 10 diferentes famílias.

Tabela 9 - Número de indivíduos, potencial uso como produto florestal não madeireiro (PFNM), densidade básica (Db), qualidade comercial da madeira (QC) e seus potenciais usos madeireiros para cada espécie amostrada no fragmento florestal dá na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos - SC.

Família	Espécie	Nº indiv.	PFNM	Db* (g/cm³)	QC	Usos
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	105		0,6855	Média	8;12;13
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	2	Sim	0,4964	Baixa	1;12
Annonaceae	<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	3	Sim	0,4001	Baixa	2;7
Apocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	1		0,7811	Alta	4;7;11
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	1		0,4659	NC	
	<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	9	Sim	0,4358	NC	
Araliaceae	<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	1		0,52	NC	
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	54	Sim	0,48	Alta	1;5;6;7;11
Asteraceae	<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	1		0,3574	Baixa	12;13
Canellaceae	<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	88	Sim	0,4991	NC	
Cardiopteridaceae	<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	1	Sim	0,7045	NC	
Celastraceae	<i>Maytenus boaria</i> Molina	1	Sim	0,5759	Alta	3;5
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	78		0,3743	Baixa	2;7;12
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	9		0,4741	Média	7;11;14
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	16		0,6365	Baixa	4;12
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	37	Sim	0,4349	Baixa	1;2;4;9
Fabaceae	<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	3		0,58	Baixa	2;7;9
	<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	39		0,5552	Média	2;10;14
Lauraceae	<i>Aiouea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	1	Sim	0,4662	Baixa	4
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	23		0,4293	Alta	4;6;11
	<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	2		0,4949	Média	4
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	3		0,3627	Média	4;3;7;11;14
	<i>Ocotea</i> sp.	2		0,5369	Alta	4;7;11
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	15		0,5369	Alta	4;7;12
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	2		0,4949	Baixa	4
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	2	Sim	0,6681	NC	
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	2	Sim	0,5	Média	1;3;5;7;8;11
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	3	Sim	0,6294	Baixa	11;12
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	149	Sim	0,6205	Baixa	1;8;12
	<i>Myrceugenia cf. miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	9	Sim	0,4682	NC	
	<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton &	13		0,5996	NC	

E.Lucas						
	<i>Myrcia oblongata</i> DC.	78		0,5996	NC	
	<i>Myrcia palustris</i> DC.	141		0,5248	NC	
	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	3	Sim	0,6521	Baixa	1;8
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	6		0,5136	NC	
Quillajaceae	<i>Quillaja lancifolia</i> D.Don	5		0,658	Média	3;4;7;12
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	2		0,5699	Baixa	1
	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	6		0,5699	Alta	4;6;13
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	5		0,6191	Média	3;4;6;7;8;11;13
Rutaceae	<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	12		0,4395	Média	1;4
	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	2		0,4395	Média	1;5
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	89		0,6546	NC	
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	38		0,6835	Média	4;11
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Niederl.	28		0,5314	Baixa	8
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	18		0,6255	Média	1;3;4;7;8;11;14
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	23		0,528	Média	4;12
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	2		0,3597	NC	
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	67		0,3947	Baixa	2;10;14
Symplocaceae	<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	10		0,3697	NC	
Winteraceae	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	6	Sim	0,3702	Baixa	2;3;14

Legenda: NC = Não Comercial; Usos: 1 = Cabos de ferramentas e cabos de utensílios domésticos; 2 = Caixotaria; 3 = Carpintaria; 4 = Construção civil; 5 = Instrumentos musicais; 6 = Laminação; 7 = Marcenaria; 8 = Mourões e palanques; 9 = Palitos; 10 = Pallet; 11 = Serraria (Caibros, tábuas, forros, pisos, vigas); 12 = Uso energético (lenha e carvão); 13 = Usos externos; 14 = Usos internos.

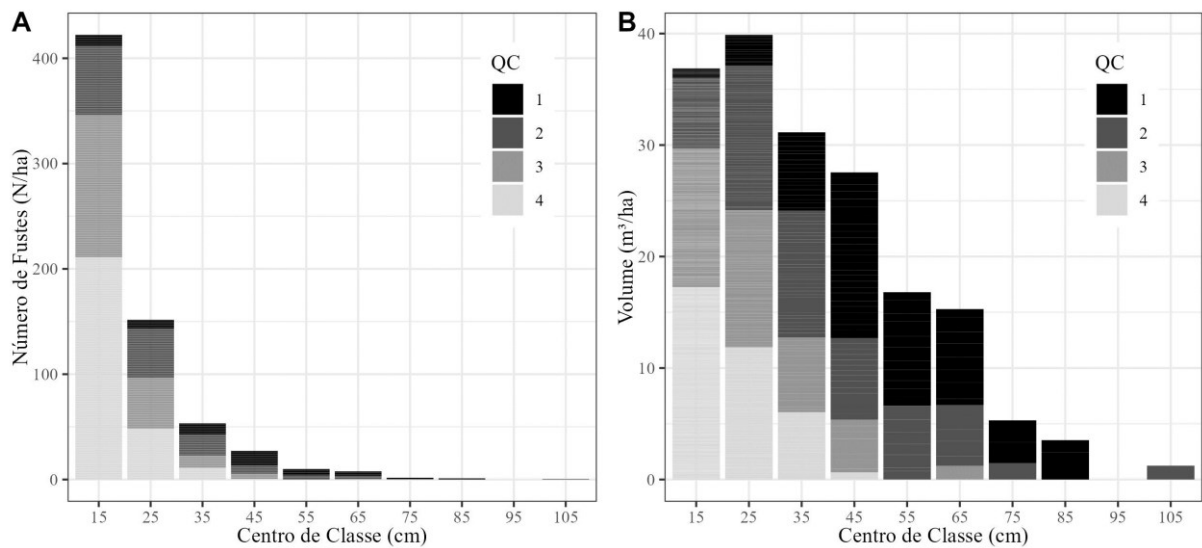
\*Densidades obtidas de Oliveira *et al.*, (2019).

### 5.3.1 Estoque por classe diamétrica e qualidade comercial

A Figura 13 demonstra a distribuição do número de fustes e o volume por classe diamétrica associada com a qualidade comercial (QC) para o uso madeiro. Na Figura 13A é indicado que, principalmente nas classes menores de 15 e 25, a principal composição são de espécies não comerciais que representam quase metade do número de fuste ( $\approx 50\%$  na classe 15 e  $31,9\%$  na classe 25) e quase metade do volume ( $\approx 46,8\%$  na classe 15 e  $\approx 29,8\%$  na classe 25). Já as espécies consideradas de alta qualidade comercial possuem poucos representantes nas mesmas classes iniciais ( $\approx 2,5\%$  na classe 15 e  $\approx 5,5\%$  na classe 25 para o número de fuste;  $\approx 2,2\%$  na classe 15 e  $\approx 6,9\%$  na classe 25 para o volume). As espécies não comerciais e de baixo valor comercial estão concentradas principalmente até a classe de 45 cm, e que as espécies de médio e alto valor comercial tem um aumento a partir da classe 45, permanecendo praticamente apenas espécies dessa qualidade nas classes superiores.



Figura 13 - Distribuição do Número médio de Fustes (A) e Volume médio (B) por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica das 9 unidades amostrais mensuradas, associadas a qualidade comercial para o uso madeireiro.



Legenda: QC = Qualidade comercial; (1); Alta qualidade comercial; (2) Média qualidade comercial; (3) Baixa qualidade comercial; (4) Não Comercial.

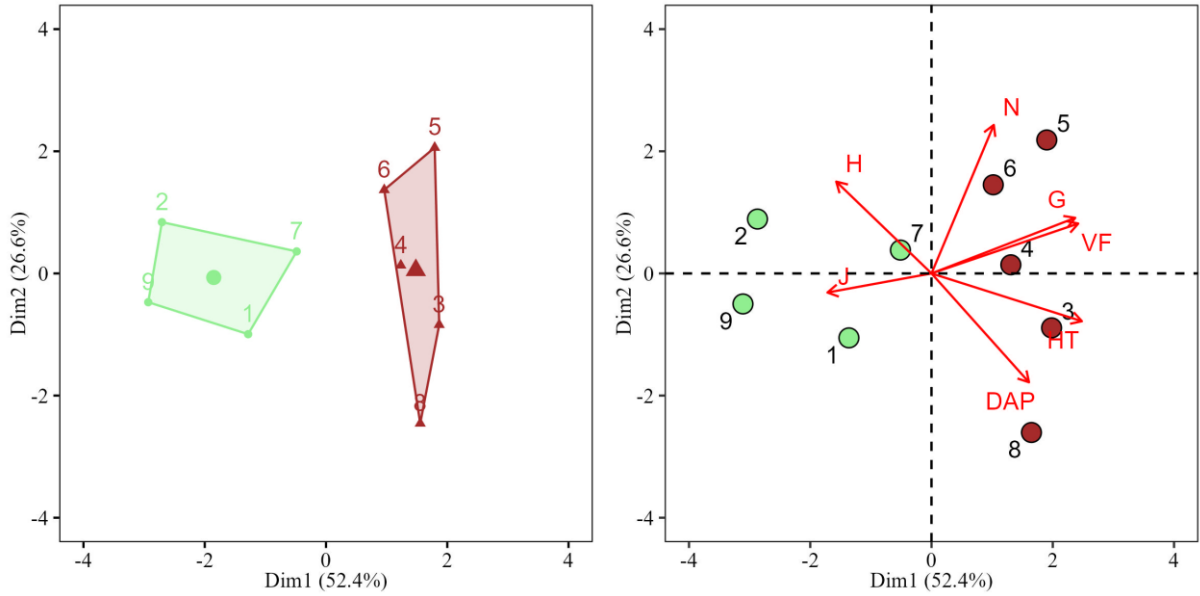
Fonte: elaborado pelo autor.

## 5.4 AGRUPAMENTO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

### 5.4.1 Similaridade das unidades amostrais

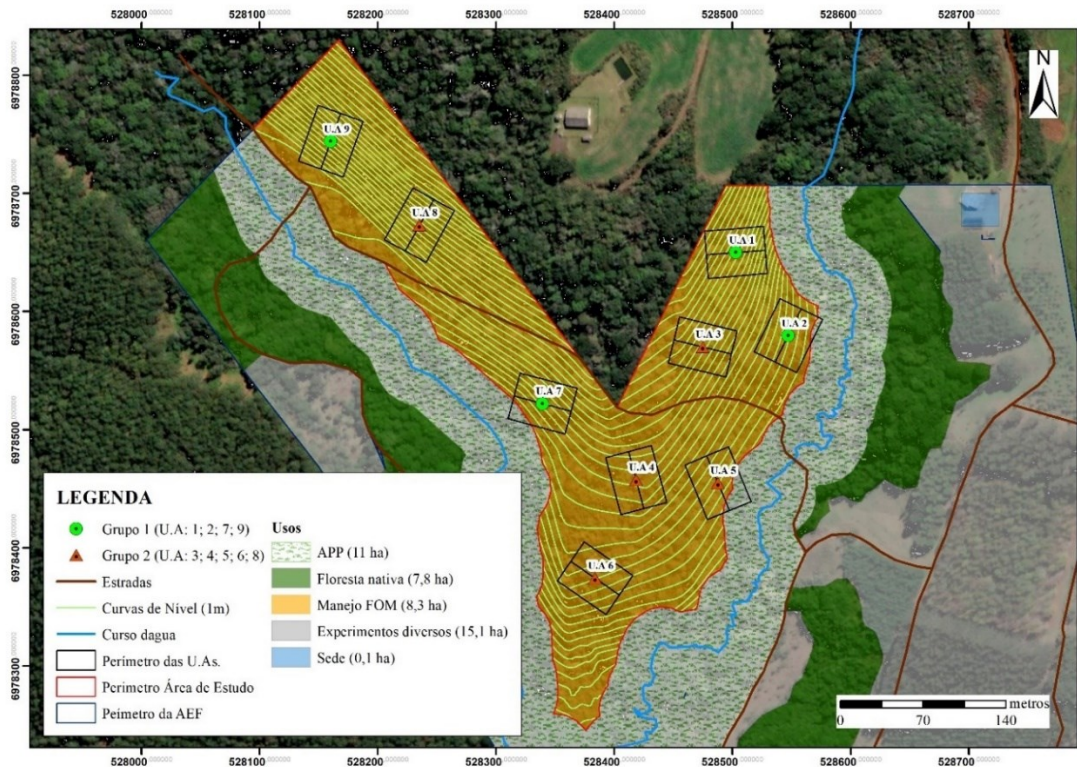
A análise de agrupamento demonstrou a existência de dois grupos distintos na área de estudo, sendo que das 9 unidades amostrais mensuradas 4 integram o Grupo 1, (G1: UA 1, 2, 7 e 9), e as outras 5 (G2: UA 3, 4, 5, 6 e 8) o Grupo 2 (Figura 14). A ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA), caracterizou as variáveis que diferenciaram os dois grupos, sendo que o Grupo 1 apresenta uma maior diversidade, representadas pelos índices de Shannon e de Pielou. Já o Grupo 2 foi definido como de maior estoque, pois apresenta maiores valores nos parâmetros dendrométricos (Altura total e diâmetro a altura do peito) e de estoque (Volume do fuste, Área Basal e número de indivíduos). Entretanto os grupos encontrados não apresentam continuidade ou padrão espacial (Figura 15).

Figura 14 - Agrupamento das Unidades Amostrais e diagrama de ordenação produzido por Análise de Componentes Principais (PCA), onde a coloração verde representa um grupo de maior diversidade (G1) e o marrom o de maior estoque (G2), para um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, da Área Experimental Florestal, UFSC Curitibanos.



Legenda: H: índice de Shannon; J: equabilidade de Pielou; N: número de indivíduos; G: área basal; VF: Volume do fuste; HT: Altura total; DAP: diâmetro à altura do peito.  
 Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 15 - Localização e arranjo das unidades amostrais, usos da terra e curvas de nível na do fragmento de Floresta Ombrófila Mista, da Área Experimental Florestal, UFSC Curitibanos.



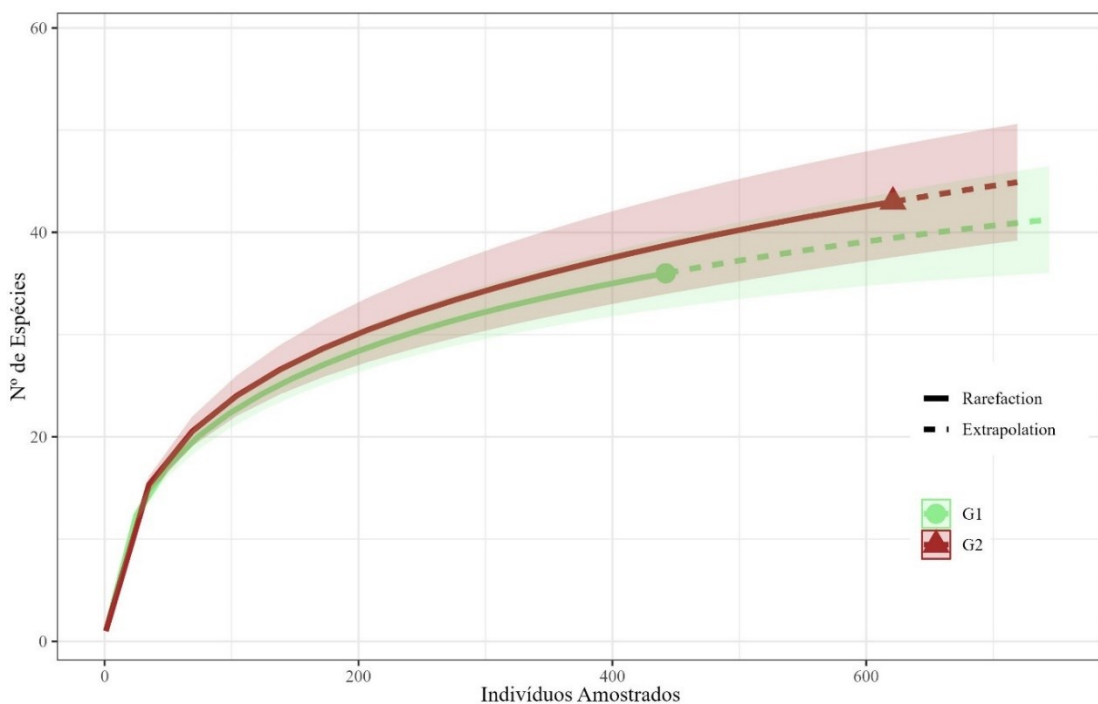
Fonte: elaborado pelo autor.

## 5.4.2 Estrutura e diversidade dos grupos

### 5.4.2.1 Suficiência amostral dos grupos

Na Figura 16 é demonstrado as curvas de rarefação para os grupos de UA (G1 e G2). Observa-se que as linhas tendem a estabilização das curvas em uma assíntota horizontal, indicando que foi alcançada a suficiência amostral para os dois grupos. As curvas de rarefação também destacam a maior riqueza de espécies no Grupo 2 em toda a escala de amostragem (nº de indivíduos).

Figura 16 - Curvas de rarefação de espécies, com 1000 aleatorizações sem reposição e intervalo de confiança de 95%, utilizando em indivíduos amostrados em dois diferentes grupos, G1 e G2, na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.



Legenda: A linha sólida representa a interpolação do número de espécies observadas; a linha tracejada indica uma extrapolação do que seria esperado dado um aumento no número de indivíduos coletados; a área colorida representa o intervalo de confiança de 95%.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 5.4.2.2 Estrutura horizontal dos grupos

As tabelas 10 e 11, apresentam os parâmetros fitossociológicos para os grupos 1 e 2, respectivamente, ordenados de forma decrescente pelos valores do índice de valor de importância (IVI). Para o Grupo 1 (Tabela 10), a espécie *Campomanesia xanthocarpa* apresentou-se como a espécie mais importante na estrutura horizontal do grupo, tendo o maior IVI (12,21), igualmente é a espécie que apresenta maiores valores em todos os parâmetros

fitossociológicos (DoA, DoR, DA, DR, FA, FR e IVC). No ranqueamento da importância das espécies, *C. xanthocarpa* é seguida por *Banara tomentosa* com IVI de 9,23, que também se destaca na maioria dos parâmetros com: DA (86,25), DR (15,03%), FA (100), FR (4,55%) e IVC (11,58). No entanto, *B. tomentosa* não está entre as espécies com maior dominância absoluta e relativa no Grupo 1.

Tabela 10 - Parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal do Grupo 1 (G1), amostradas na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba- SC.

Espécie	DoA	DoR (%)	DA	DR (%)	FA	FR (%)	IVC (%)	IVI (%)
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	3,39	13,56	106,25	18,52	100	4,55	16,04	12,21
<i>Banara tomentosa</i> Clos	2,03	8,12	86,25	15,03	100	4,55	11,58	9,23
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	2,1	8,41	48,75	8,5	100	4,55	8,45	7,15
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	2,94	11,76	17,5	3,05	100	4,55	7,41	6,45
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	1,43	5,71	51,25	8,93	100	4,55	7,32	6,4
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	2,33	9,34	20	3,49	100	4,55	6,41	5,79
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0,62	2,5	45	7,84	100	4,55	5,17	4,96
<i>Myrcia palustris</i> DC.	0,87	3,47	32,5	5,66	100	4,55	4,57	4,56
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	1,34	5,36	26,25	4,58	75	3,41	4,97	4,45
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	0,84	3,34	20	3,49	100	4,55	3,41	3,79
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,57	2,3	22,5	3,92	100	4,55	3,11	3,59
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	1,61	6,45	3,75	0,65	50	2,27	3,55	3,13
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,64	2,56	11,25	1,96	100	4,55	2,26	3,02
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	0,2	0,81	8,75	1,53	100	4,55	1,17	2,29
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	0,25	1	6,25	1,09	100	4,55	1,05	2,21
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	0,31	1,23	15	2,61	50	2,27	1,92	2,04
<i>Myrceugenia</i> cf. <i>miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	0,13	0,52	7,5	1,31	75	3,41	0,91	1,75
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	0,53	2,13	3,75	0,65	50	2,27	1,39	1,69
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	0,45	1,81	5	0,87	50	2,27	1,34	1,65
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	0,42	1,7	2,5	0,44	50	2,27	1,07	1,47
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	0,26	1,05	2,5	0,44	50	2,27	0,74	1,25
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	0,06	0,26	5	0,87	50	2,27	0,57	1,13
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	0,09	0,36	3,75	0,65	50	2,27	0,51	1,1
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	0,42	1,67	1,25	0,22	25	1,14	0,94	1,01
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	0,33	1,33	1,25	0,22	25	1,14	0,77	0,89
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	0,15	0,59	3,75	0,65	25	1,14	0,62	0,79
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	0,16	0,63	1,25	0,22	25	1,14	0,42	0,66
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	0,1	0,39	2,5	0,44	25	1,14	0,41	0,65
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	0,08	0,34	2,5	0,44	25	1,14	0,39	0,64
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	0,08	0,3	1,25	0,22	25	1,14	0,26	0,55
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	0,07	0,27	1,25	0,22	25	1,14	0,24	0,54
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	0,07	0,26	1,25	0,22	25	1,14	0,24	0,54
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	0,03	0,13	1,25	0,22	25	1,14	0,18	0,5
<i>Ocotea</i> sp.	0,03	0,11	1,25	0,22	25	1,14	0,16	0,49
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,03	0,1	1,25	0,22	25	1,14	0,16	0,49
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	0,02	0,08	1,25	0,22	25	1,14	0,15	0,48
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	0,01	0,05	1,25	0,22	25	1,14	0,14	0,47



<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	0,07	0,21	2	0,3	40	1,9	0,25	0,8
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	0,03	0,09	2	0,3	40	1,9	0,19	0,76
<i>Aiouea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	0,35	1,03	1	0,15	20	0,95	0,59	0,71
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	0,2	0,58	1	0,15	20	0,95	0,36	0,56
<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	0,12	0,36	2	0,3	20	0,95	0,33	0,53
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	0,09	0,26	1	0,15	20	0,95	0,2	0,45
<i>Ocotea</i> sp.	0,09	0,26	1	0,15	20	0,95	0,2	0,45
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	0,04	0,1	2	0,3	20	0,95	0,2	0,45
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	0,02	0,05	2	0,3	20	0,95	0,17	0,43
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	0,06	0,18	1	0,15	20	0,95	0,16	0,43
<i>Maytenus boaria</i> Molina	0,05	0,16	1	0,15	20	0,95	0,15	0,42
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	0,02	0,06	1	0,15	20	0,95	0,1	0,39
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	0,01	0,04	1	0,15	20	0,95	0,1	0,38
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	0,01	0,04	1	0,15	20	0,95	0,1	0,38
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	0,01	0,03	1	0,15	20	0,95	0,09	0,38
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	0,01	0,03	1	0,15	20	0,95	0,09	0,38
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	0,01	0,02	1	0,15	20	0,95	0,09	0,37
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	0,01	0,02	1	0,15	20	0,95	0,09	0,37
<b>Total geral</b>	<b>33,68</b>	<b>100</b>	<b>676</b>	<b>100</b>	<b>2100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Legenda: DA = Densidade absoluta; DR = Densidade relativa; DoA = Dominância absoluta; DoR = Dominância relativa; FA = Frequência absoluta; FR Frequência relativa; IVI = Índice de Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura.

### 5.4.3 Estoque potencial madeireiro

Na Tabela 12 estão listadas as espécies mensuradas no fragmento avaliado, o volume de madeira comercial de cada espécie e quanto cada espécie representa em volume para cada grupo definido e para o estoque total do fragmento. A espécie *Campomanesia xanthocarpa*, apresentou maior volume para o G1 com 8,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, sendo seguida pelas espécies *A. angustifolia* e *Nectandra megapotamica*, com 7,8 e 7,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para o G2, a espécie *A. angustifolia* representa a maior contribuição com 20,2 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, seguida pelas espécies *Lithraea brasiliensis* e *Clethra scabra* com 19,6 e 11,5 m<sup>3</sup>, respectivamente.

Tabela 12 - Lista das espécies com número de indivíduos, diâmetro e altura média dos indivíduos, área basal, média do volume individual de cada espécie e contribuição no estoque volumétrico em cada grupo e total no fragmento de nativa da Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos – SC.

Espécies	Nº (ind./ha)	DAP (cm)	Ht (m)	g (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )		
					G1	G2	Total Geral
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	29	37,1	17,7	3,8	7,8	20,2	28,0
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	50	25,2	12,5	3,4	0,8	19,6	20,4
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	74	17,1	10,8	2,2	8,5	3,8	12,3

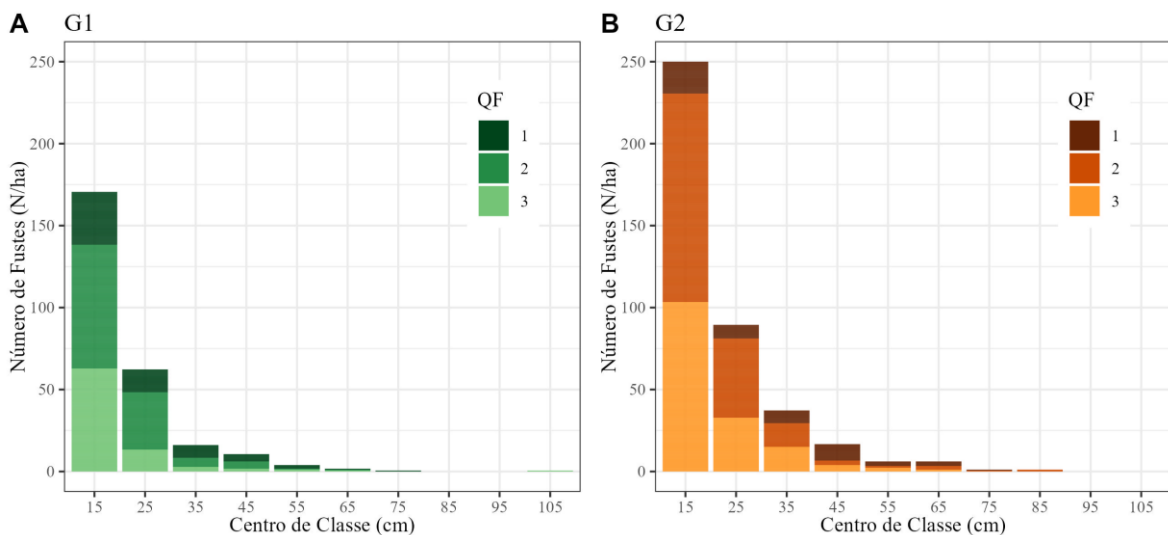
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	12	42,9	15,5	2,2	7,5	4,7	12,2
<i>Clethra scabra</i> Pers.	39	22,7	12,1	2,0	0,0	11,5	11,5
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	47	20,3	11,5	1,8	3,4	6,9	10,3
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	8	44,0	16,1	1,5	1,6	8,7	10,3
<i>Myrcia palustris</i> DC.	64	16,0	10,6	1,8	2,1	7,6	9,6
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	5	53,1	15,7	1,4	2,9	4,3	7,2
<i>Banara tomentosa</i> Clos	49	16,2	10,4	1,1	4,8	1,0	5,8
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	34	17,9	10,9	1,0	3,5	2,2	5,7
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	22	22,1	12,1	0,9	5,6	0,0	5,6
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	13	24,9	12,3	0,7	0,7	3,7	4,4
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	10	27,8	13,0	0,7	1,7	2,7	4,4
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	42	13,1	10,5	0,6	0,2	3,3	3,4
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	2	58,3	18,0	0,4	0,9	2,4	3,3
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	21	15,2	10,5	0,4	1,4	0,9	2,3
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. <i>et al.</i> ) Hieron. ex Niederl.	15	16,9	10,8	0,4	0,5	1,5	2,0
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	9	21,1	11,4	0,4	1,9	0,0	1,9
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	2	47,6	15,8	0,3	1,2	0,7	1,8
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	3	28,7	13,5	0,2	0,2	1,2	1,5
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	21	12,6	9,6	0,3	1,3	0,02	1,4
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	3	30,3	13,3	0,2	0,4	0,9	1,3
<i>Aiouea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	1	66,3	20,1	0,2	0,0	1,2	1,2
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	7	19,2	11,4	0,2	0,05	1,0	1,1
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	1	45,7	16,1	0,2	0,7	0,3	1,0
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	4	20,1	11,2	0,2	0,2	0,8	1,0
<i>Quillaja lancifolia</i> D.Don	3	22,8	12,1	0,1	0,0	0,9	0,9
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	7	15,8	10,1	0,1	0,7	0,1	0,8
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	4	16,7	10,8	0,1	0,0	0,7	0,7
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	3	19,7	11,0	0,1	0,6	0,03	0,7
<i>Myrceugenia cf. miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	5	15,1	10,0	0,1	0,3	0,2	0,5
<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	1	26,1	13,0	0,1	0,0	0,4	0,4
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	2	21,5	11,6	0,1	0,4	0,0	0,4
<i>Ocotea</i> sp.	1	25,1	11,2	0,1	0,1	0,3	0,4
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	1	19,3	13,8	0,04	0,3	0,0	0,3
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	2	17,4	12,0	0,05	0,04	0,2	0,3
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	3	12,7	9,2	0,04	0,0	0,2	0,2
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	1	18,3	11,1	0,03	0,2	0,03	0,2
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	1	27,5	12,8	0,03	0,0	0,2	0,2
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	2	16,1	9,1	0,04	0,2	0,0	0,2
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	1	26,0	12,5	0,03	0,2	0,0	0,2
<i>Maytenus boaria</i> Molina	1	26,1	8,5	0,03	0,0	0,1	0,1
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	1	14,9	10,4	0,02	0,0	0,1	0,1
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	1	18,5	11,1	0,01	0,1	0,0	0,1
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1	13,8	10,8	0,02	0,0	0,1	0,1
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	1	13,1	10,6	0,02	0,1	0,02	0,1

<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	1	10,1	9,5	0,01	0,0	0,05	0,05
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	1	13,7	10,2	0,01	0,0	0,04	0,04
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	1	13,6	10,2	0,01	0,0	0,04	0,04

Legenda: N° indiv. = Número de indivíduos; DAP = Diâmetro a altura do peito; Ht = altura total; g = área basal.

Na Figura 17 é possível observar a distribuição do número de fustes pelo centro de classe diamétrica de cada grupo, associados com a qualidade do fuste para sua utilização na serraria. Quando comparados, o grupo 2 possui maior número médio de fustes em todas as classes diamétricas, principalmente nas classes de menor diâmetro, com centro de classe de 15 e 25 cm, com 252 e 89 para o grupo 2 e 171 e 62 para o grupo 1, respectivamente.

Figura 17 - Distribuição do Número médio de Fustes por hectare pelo centro de classe diamétrica dos Grupos 1 e 2, associadas a qualidade de fuste para o uso madeireiro.



Legenda: QF = Qualidade do fuste: (1) Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; (2) Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; (3) Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

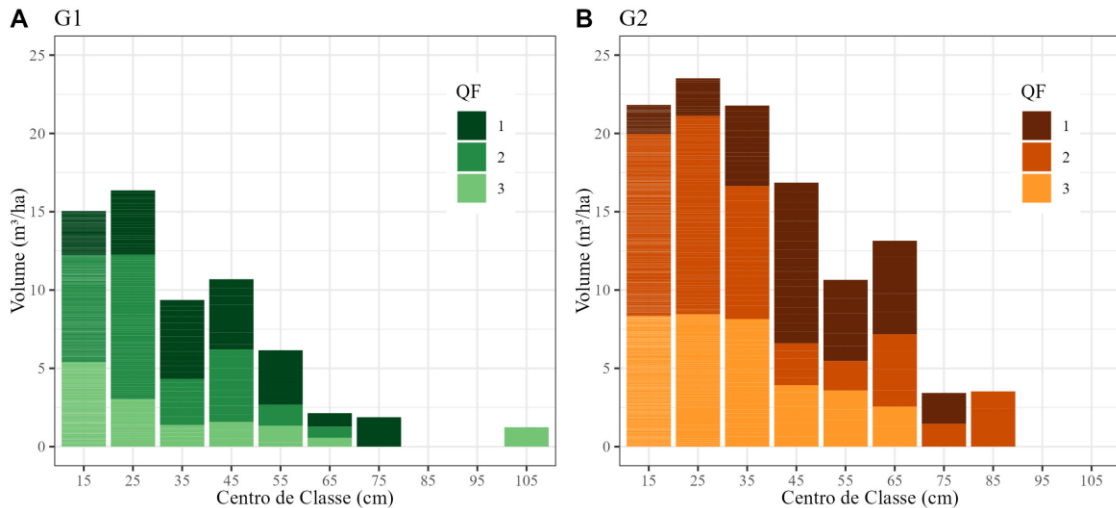
Ainda na Figura 17, o G1 apresenta um número médio maior de QF1 (32 fustes), em comparação ao G2 (21 fustes), sendo as proporções das qualidades mais bem distribuídas no G1 principalmente nas duas primeiras classes diamétricas. A qualidade QF2 apresenta o maior número de fuste para ambos os grupos, sendo que na classe diamétrica 15 a QF2 possui 76 fustes (representando  $\approx 44,3\%$  do total para classe) no G1 e 127 fustes no G2 ( $\approx 50,6\%$ ).

A distribuição do volume pelas classes diamétrica (Figura 19), indicam maior média por hectare para o grupo G2 e concentração nas quatro primeiras classes para ambos os grupos, o que é esperado pois são as classes que possuem maior número de fustes em comparação as classes de maiores diâmetros. Porém, mesmo com um número inferior de



fustes na classe 25, essa classe apresentou maior volume médio ( $16,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para o G1 e  $23,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para o G2). Esses resultados também se relacionam ao gráfico apresentados na Figura 18, porém, com mudança nas qualidades associadas.

Figura 18 - Distribuição do Volume médio de Fustes por hectare pelas classes diamétricas dos Grupos 1 (A) e 2 (B), associadas a qualidade de fuste para o uso madeireiro.



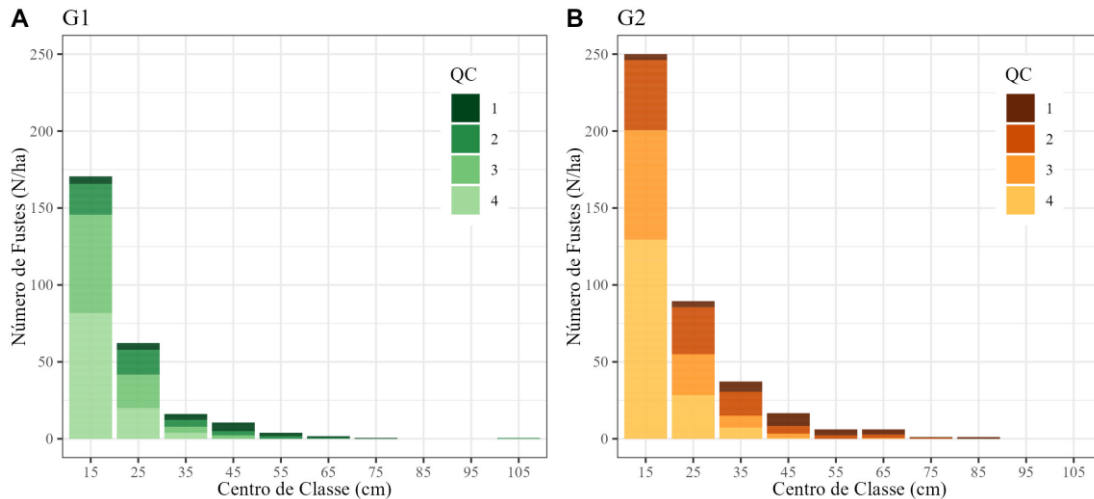
Legenda: QF = Qualidade do fuste: (1) Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; (2) Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; (3) Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

Na Figura 18 também é demonstrado que a qualidade do fuste apresenta mudança, sendo que nas classes de 15 e 25 os fustes de qualidade 1 (QF1) possuem pouco volume e baixo número de indivíduos, mudando a partir da classe 45, onde os fustes QF1 possuem maior representatividade no volume e a qualidade 3 (QF3) diminui até não ter mais fração no volume. Proporcionalmente, a QF2 apresenta os maiores valores para ambos os grupos nas duas primeiras classes, com  $6,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  no G1 ( $\approx 45,5\%$ ) e  $11,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  no G2 ( $\approx 53,3\%$ ), sendo que para o G2 a QF2 apresenta maior volume também na classe diamétrica 35 com  $8,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\approx 39\%$ ). Para todas as demais classes diamétricas a QF1 apresenta maior volume.

A distribuição das qualidades comerciais é semelhante as qualidades de fuste. Na Figura 19, o número de fustes considerado de alta qualidade comercial (QC1) é baixa nas duas primeiras classes diamétricas para ambos os grupos, com 5 de 171 fustes na classe 15 (representando  $\approx 2,9\%$  do total para classe) e 4 de 62 na classe 25 ( $\approx 7,1\%$ ) para o G1, já o G2 para as duas primeiras classes possui, nessa ordem, 6 em 252 ( $\approx 2,2\%$ ) e 4 em 89 fustes ( $\approx 4,3\%$ ). As espécies consideradas não comerciais (QC4) apresenta o inverso ao caso supracitado, sendo qualidade comercial mais representativa na primeira classe diamétrica com 82 de 171 fustes ( $\approx 47,9\%$ ) para o G1 e 129 de 252 ( $\approx 51,4\%$ ) para o G2. Já na classe diamétrica 25, para os maiores valores ocorre uma variação, sendo que para o G1, a QC3 é a mais

representativa, que é considerada baixa qualidade, com 22 de 62 fustes ( $\approx 34,8\%$ ). Para o G2 a segunda classe tem sua maior fração de QC2 que é considerada de média qualidade comercial, com 31 de 89 fustes ( $\approx 34,2\%$ ).

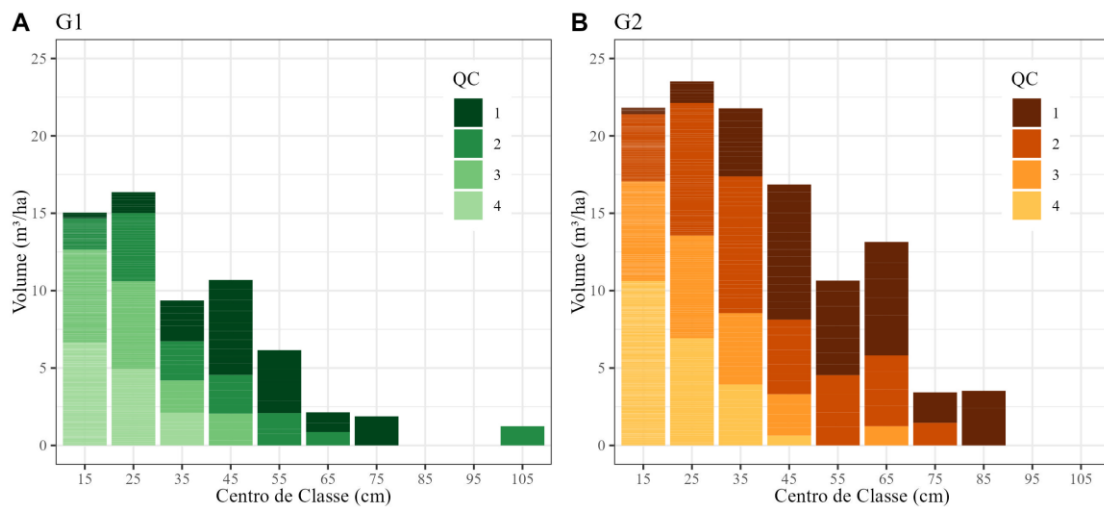
Figura 19 - Distribuição do Número médio de Fustes por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica dos Grupos 1 (A) e 2 (B), associadas a qualidade comercial da madeira.



Legenda: QC = Qualidade comercial; (1) Alta qualidade comercial; (2) Média qualidade comercial; (3) Baixa qualidade comercial; (4) Não Comercial.

A Figura 20 demonstra que o volume na classe diamétrica 15 para as madeiras de alta qualidade (QC1) é muito baixa, com igualmente  $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para ambos os grupos sendo esses os menores valores de volume encontrados. Para a mesma classe os maiores volumes são representados pelas espécies comerciais (QC4), com  $6,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para o G1 e  $10,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para o G2, sendo esses os maiores volumes para ambos os grupos. Para o G1 o segundo maior volume é representado pela QC1 na classe diamétrica 45 com  $6,1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , já para o G2 o segundo maior volume foi na classe diamétrica 35 com  $8,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e qualidade média (QC2).

Figura 20 - Distribuição do Volume médio de Fustes por hectare pela distribuição do centro de classe diamétrica dos Grupos 1 (A) e 2 (B) (G1 e G2), associadas a qualidade comercial da madeira.



Legenda: QC = Qualidade comercial; (1) Alta qualidade comercial; (2) Média qualidade comercial; (3) Baixa qualidade comercial; (4) Não Comercial.

Na Tabela 13 estão os volumes de cada qualidade comercial e de fuste por grupo, onde no G1 os maiores volumes são as espécies com alta qualidade comercial com 17,7 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, sendo que a QF1 possui maior fração desse valor com 10,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Já para o G2 as espécies de média qualidade comercial apresentaram maior volume com 37,2 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, onde a QF3 apresentou a maior fração com 17,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Os menores volumes estão nas qualidades Não Comerciais para o G1 com 13,7 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e para as de Baixa qualidade para o G2 com 21,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Tabela 13 - Volume médio das qualidades comerciais e qualidade de fuste por grupo (G1 e G2), para as espécies mensuradas no fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos.

Grupos	Qualidade Comercial	Volume de fuste (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )			
		QF1	QF2	QF3	Total Geral
G1	Alta	10,6	5,8	1,4	<b>17,7</b>
	Média	6,3	5,5	3,8	<b>15,6</b>
	Baixa	4,1	8,1	3,6	<b>15,8</b>
	Não Comercial	1,7	6,3	5,7	<b>13,7</b>
<b>Total G1</b>		<b>22,7</b>	<b>25,7</b>	<b>14,5</b>	<b>62,8</b>
G2	Alta	23,4	8,6	1,8	<b>33,9</b>
	Média	4,2	15,3	17,6	<b>37,2</b>
	Baixa	3,4	10,5	7,7	<b>21,6</b>
	Não Comercial	1,7	12,5	7,9	<b>22,1</b>
<b>Total G2</b>		<b>32,8</b>	<b>46,9</b>	<b>35,0</b>	<b>114,7</b>

Legenda: QF = Qualidade do fuste: (1) Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; (2) Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; (3) Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

A espécie *Campomanesia xanthocarpa* possui a maior média de volume para o G1 com 8,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, em seguida está a espécie *A. angustifolia* com média de 7,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (Tabela 14). Entretanto, mesmo o volume da *A. angustifolia* sendo um pouco inferior, ele está concentrado na melhor qualidade de fuste para o manejo (QF1), com 7,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e o restante do seu volume (0,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) está na QF2. A espécie *Nectandra megapotamica* apresenta a terceira maior média de volume total com 7,5 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém apesar de apresentar alta qualidade comercial, a concentração do volume está principalmente nos fustes QF2 com 4,4 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, sendo o maior volume para essa qualidade no G1. Para os fustes QF3 a espécie *Lamanonia ternata* possui maior volume para o G1 com 2,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Tabela 14 - Volume médio das qualidades de fuste para as espécies mensuradas, associado com a qualidade comercial de cada espécie, no grupo 1 (G1), do fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos.

Espécie G1	Qualidade Comercial	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )			Total Geral
		QF1	QF2	QF3	
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Baixa	2,3	4,3	1,8	8,5
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Alta	7,5	0,3	0,0	7,8
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Alta	2,0	4,4	1,1	7,5
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vogel) Benth.	Média	3,0	2,4	0,2	5,6
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Não Comercial	0,2	2,5	2,1	4,8
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Baixa	1,1	1,9	0,6	3,5
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	Não Comercial	1,0	1,8	0,7	3,4
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Média	0,0	0,6	2,3	2,9
<i>Myrcia palustris</i> DC.	Não Comercial	0,0	0,8	1,2	2,1
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll.Arg.	Baixa	0,5	1,1	0,3	1,9
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Média	0,7	0,9	0,1	1,7
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Alta	0,7	0,9	0,0	1,6
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Média	0,5	0,7	0,2	1,4
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Não Comercial	0,2	0,5	0,7	1,3
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	Baixa	0,0	0,7	0,5	1,2
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Média	0,9	0,0	0,0	0,9
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Média	0,2	0,3	0,3	0,8
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Média	0,7	0,0	0,0	0,7
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	Não Comercial	0,04	0,5	0,2	0,7
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Média	0,0	0,0	0,7	0,7
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Alta	0,2	0,2	0,3	0,6
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Baixa	0,2	0,1	0,3	0,5
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Média	0,0	0,4	0,0	0,4
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Baixa	0,2	0,2	0,0	0,4
<i>Myrceugenia cf. miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	Não Comercial	0,04	0,1	0,2	0,3
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	Não Comercial	0,3	0,03	0,0	0,3
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Não Comercial	0,04	0,0	0,2	0,2
<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H.Rainer	Baixa	0,0	0,1	0,1	0,2

<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	Não Comercial	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Aspidosperma australe</i> Müll.Arg.	Alta	0,2	0,0	0,0	0,2
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	Média	0,2	0,0	0,0	0,2
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	Não Comercial	0,0	0,02	0,1	0,2
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	Não Comercial	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Ocotea</i> sp.	Alta	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Não Comercial	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	Média	0,0	0,05	0,0	0,05
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Baixa	0,0	0,04	0,0	0,04
<b>Total</b>		<b>22,7</b>	<b>25,7</b>	<b>14,5</b>	<b>62,8</b>

Legenda: QF = Qualidade do fuste: (1) Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; (2) Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; (3) Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

Assim como ao G1, a espécie *A. angustifolia* apresentou o maior volume médio para o G2 com 20,2 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, sendo a maior fração de fustes com QF1 com 20 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (Tabela 15). Para o G2, a espécie com segunda maior média geral de volume foi *Lithraea brasiliensis* com 19,5967 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém ao contrário de *A. angustifolia*, a maior fração desse volume está concentrado nos fustes de QF3 com 12,7 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e 6,4 m<sup>3</sup>ha para QF2, sendo os maiores volumes para essas qualidades de fuste.

Tabela 15 - Volume médio das qualidades de fuste para as espécies mensuradas, associado com a qualidade comercial de cada espécie, no grupo 2 (G2), do fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Área Experimental Florestal, da Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba.

Espécie G2	Qualidade Comercial	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )			Total Geral
		QF1	QF2	QF3	
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Alta	20,0	0,2	0,0	20,2
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	Média	0,5	6,4	12,7	19,6
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Baixa	1,7	6,0	3,8	11,5
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	Alta	3,4	4,2	1,1	8,7
<i>Myrcia palustris</i> DC.	Não Comercial	0,1	3,3	4,1	7,6
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	Não Comercial	0,9	4,5	1,4	6,9
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Alta	0,03	3,9	0,7	4,7
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Média	0,0	3,0	1,3	4,3
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Baixa	1,4	1,7	0,7	3,8
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Média	0,7	2,2	0,8	3,7
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	Não Comercial	0,04	2,4	0,9	3,3
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Média	1,5	1,0	0,2	2,7
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Média	1,2	0,0	1,2	2,4
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	Baixa	0,1	1,1	1,0	2,2
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Baixa	0,2	0,6	0,7	1,5
<i>Aiouea amoena</i> (Nees & Mart.) R.Rohde	Baixa	0,0	0,0	1,2	1,2
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Não Comercial	0,2	1,0	0,0	1,2
<i>Zanthoxylum kleinii</i> (R.S.Cowan) P.G.Waterman	Média	0,0	1,0	0,0	1,0
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Não Comercial	0,1	0,6	0,4	1,0

<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Média	0,2	0,6	0,1	0,9
<i>Quillaja lancifolia</i> D.Don	Média	0,0	0,1	0,8	0,9
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Média	0,0	0,4	0,5	0,9
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	Não Comercial	0,4	0,04	0,4	0,8
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	Não Comercial	0,0	0,2	0,5	0,7
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	Baixa	0,0	0,7	0,0	0,7
<i>Ocotea cf. corymbosa</i> (Meisn.) Mez	Média	0,1	0,3	0,0	0,4
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Média	0,0	0,3	0,0	0,3
<i>Ocotea</i> sp.	Alta	0,0	0,3	0,0	0,3
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Baixa	0,0	0,2	0,0	0,2
<i>Myrceugenia cf. miersiana</i> (Gardner) D.Legrand & Kausel	Não Comercial	0,0	0,2	0,0	0,2
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Baixa	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Não Comercial	0,0	0,2	0,0	0,2
<i>Maytenus boaria</i> Molina	Não Comercial	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	Baixa	0,0	0,1	0,04	0,1
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	Baixa	0,0	0,05	0,04	0,1
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas	Não Comercial	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	Baixa	0,0	0,0	0,05	0,05
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard	Não Comercial	0,0	0,0	0,04	0,0
<i>Dasyphyllum brasiliense</i> (Spreng.) Cabrera	Baixa	0,0	0,0	0,04	0,04
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Alta	0,0	0,0	0,03	0,03
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	Média	0,0	0,0	0,0	0,03
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Não Comercial	0,0	0,02	0,0	0,02
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Não Comercial	0,0	0,0	0,02	0,02
<b>Total</b>		<b>32,8</b>	<b>46,9</b>	<b>35,0</b>	<b>114,7</b>

Legenda: QF = Qualidade do fuste: (1) Fuste reto, cilíndrico e desprovido de ramificações consideráveis; (2) Fuste ligeiramente torto, porém cilíndrico e desprovido de ramificações e com aproveitamento na serraria; (3) Fuste com forte tortuosidade, sem aproveitamento econômico na serraria.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 ESTRUTURA E DIVERSIDADE

Os resultados apresentados pelas curvas de rarefação para a área total amostrada e para os grupos (G1 e G2), indicam suficiência amostral, que é um conceito quantitativo amplamente utilizado em estudos fitossociológicos para indicar a representatividade da comunidade vegetal avaliada (SCHILLING; BATISTA, 2008; BACARO *et al.*, 2016). Assim podemos afirmar que a amostragem realizada no presente trabalho representa de forma suficiente composição arbórea do fragmento avaliado. Os índices encontrados para a área total avaliada, são semelhantes aos estimados por Scipioni *et al.* (2018), em uma área de 1,1 ha, no mesmo município de Curitiba, sendo amostrados 920 indivíduos com DAP  $\geq 10$  cm. Os autores encontraram o valor de 3,0 para o índice de Shannon ( $H'$ ) e 0,72 para equabilidade de Pielou ( $J$ ). Comparado ao presente estudo, a área apresentou menor diversidade e menor equabilidade, mesmo proporcionalmente com um número superior de indivíduos por hectare, isso é devido à alta densidade e abundância da espécie pioneira *Jacaranda puberula*. Orihuela *et al.* (2015) mostraram que fragmentos de Floresta Ombrófila Mista tendem a apresentar maior proporção de espécies pioneiras e generalistas que florestas contínuas, pois a fragmentação altera a estrutura e composição dos agrupamentos de árvores, afetando grupos funcionais e a densidade de espécies com diferentes estratégias de regeneração e modos de dispersão de sementes.

Cysneiros *et al.* (2023), avaliaram 2 locais distintos no estado do Paraná, o local 1 é uma área de 12 ha de uma floresta urbana em Curitiba, o local 2 é uma área de conservação de uso sustentável no município de Fernandes Pinheiro, a Floresta Nacional de Irati, com área amostrada de 25 ha. Os autores estimaram valores altos para os índices  $H'$  (3,646) e  $J$  (0,950) para o local 1, enquanto para o local 2 foram encontrados valores muito próximos para os mesmos índices, sendo 3,679 para o índice  $H'$  e 0,962 para  $J$ . O número de espécies encontrados também foi alto em comparação ao presente estudo, sendo mais que o dobro, com 114 no local 1 e 132 no local 2. Os autores indicam que o local 1 apresentou maior diversidade e riqueza devido a presença de espécies exóticas, que também colaboram para os resultados. As últimas intervenções antrópicas realizadas ocorreram aproximadamente na década de 1960, e desde então, ambas as áreas não tiveram cortes ou exploração madeireira, o que pode ter permitido maior estruturação da floresta ao decorrer desse período.

Em estudo sobre a dinâmica de regeneração natural na Mata Atlântica, Siminski *et al.* (2021) concluem que ocorre uma rotatividade de espécies e dos grupos ecológicos, em que

um grupo de espécies é substituída ao longo do processo sucessional com algumas espécies saindo e outras permanecendo no sistema, com tendência de ao longo do tempo novas entrarem na sucessão, gerando aumento na complexidade da estrutura florestal ao longo do tempo, onde florestas secundárias avançadas possuem capacidade de abrigar níveis crescentes de diversidade. Vaz *et al.* (2022), demonstraram que florestas secundárias apresentam maior diversidade e maior heterogeneidade das espécies quando comparadas com florestas de crescimento antigo, devido principalmente a maior ocorrência de espécies pioneiras e secundárias iniciais.

No Inventário Florístico e Florestal de Santa Catarina (IFFSC), que também avaliou fragmentos florestais na região de Curitiba, foi encontrado uma ampla variação na diversidade e equabilidade de espécies (Vibrans *et al.*, 2013). O número de indivíduos variou entre 26 e 231 por conglomerado, a riqueza de espécies de 9 a 40, e índice de Shannon entre 1,77 e 3,04 e índice de Pielou entre 0,74 a 0,93. Vibrans *et al.*, (2013), ainda salientam que, os valores obtidos para o índice de Shannon na FOM foram relativamente baixos, indicando a ocorrência de um histórico de exploração desta floresta, além de constantes intervenções como roçadas e pastejo do gado no sub-bosque, que afeta a diversidade total da comunidade ao longo dos anos. Também na FOM e com critério de inclusão  $DAP \geq 5$  cm, Higuchi *et al.* (2016), consideraram suas estimativas de diversidade relativamente alta ( $H' = 3,59$ ) e dominância baixa ( $J = 0,80$ ). Em avaliação realizada no Parque Nacional das Araucárias em SC, Passos *et al.* (2021), encontraram altos valores de diversidade ( $H' = 3,96$ ), para a FOM e baixa dominância ( $J = 0,85$ ), com densidade de 1368 ind/ha.

Os resultados encontrados no presente trabalho estão dentro da faixa relatada no IFFSC, principalmente para os conglomerados com maior número de indivíduos. Entretanto, Vibrans *et al.*, (2013) pontuam que mesmo os maiores valores para os índices de diversidade de Shannon e equabilidade não significam necessariamente que o conglomerado apresenta vegetação bem conservada, sendo que maior parte delas apresenta sinais de intervenções antrópicas. Gasper *et al.* (2017), encontraram menor presença de espécies raras na FOM quando comparado a outras fitofisionomias de SC, os autores associam que tais espécies podem ter sofrido mais intensamente os impactos antrópicos passados e atuais, como corte seletivo e pisoteio por gado dentro da floresta. Isso implica que espécies mais generalistas se tornem mais abundantes, desempenhando um papel fundamental na composição florestal dos fragmentos florestais nesta região fitoecológica (GASPER *et al.*, 2017).

Rozendaal *et al.*, (2019), concluem que as florestas secundárias neotropicais levam em média 20 anos para recuperar 80% da riqueza de espécies, podendo levar de 30 a 300 anos



para recuperar 100% das espécies, dependendo do local e das condições abióticas e bióticas. Nas últimas duas décadas não há registros de intervenção antrópica no fragmento florestal avaliado, entretanto ainda se faz necessário um aprofundamento sobre o histórico da área para maior compreensão da sua estrutura atual. Mas, com base em evidências locais, como presença de muitos nós de pinho em locais sem presença de araucárias, e estrutura florestal com poucos indivíduos de grande porte e dispersos pelo fragmento, é possível pressupor que ocorreu cortes seletivos na área em algum momento do século passado, além da presença de gado no local, relatada em períodos anteriores a consolidação como uma área da UFSC. Esses elementos podem ajudar a explicar a menor riqueza e diversidade da área quando comparado com outros estudos realizados na região. Além disso, as espécies não estão distribuídas uniformemente no fragmento, ocorrendo locais com maior concentração de algumas espécies, a exemplo a UA. 4, que apresentou menor valor de diversidade e maior dominância, onde uma única espécie (*Clethra scabra*), representa cerca de 30% do componente arbóreo na UA., e quando somada a outras três espécies (*Cinnamodendro dinissi*, *L. brasiliensis* e *Myrcia oblongata*), representam aproximadamente 73% dos indivíduos mensurados.

Os resultados fitossociológicos desse estudo indicam que mesmo *A. angustifolia* não sendo a espécie com maior densidade, ou seja, com o maior número de indivíduos, é a espécie que possui maior dominância, isso indica que mesmo com poucos indivíduos, os existentes apresentam grandes dimensões quando comparados a outras espécies. Em contrapartida, a espécie *C. xanthocarpa*, apesar de apresentar a densidade quase três vezes maior que a *A. angustifolia*, possui valores inferiores de dominância. Em trabalhos realizados na FOM por Kozera; Dittrich; Silva (2006), Herrera *et al.* (2009), Vibrans *et al.* (2013), Scipioni *et al.* (2018), Passos *et al.* (2021), apresentaram mesma característica para *A. angustifolia*.

A espécie *A. angustifolia* é um importante componente na composição do fragmento, mesmo em baixa densidade no local, é uma das poucas espécies presentes em todas as unidades amostrais. Os estudos fitossociológicos na FOM em geral mencionam *A. angustifolia* como um dos principais componentes, tendo a espécie no mínimo entre os 3 maiores IVIs (SILVA *et al.*, 2012; VIBRANS *et al.*, 2013; HIGUCHI *et al.* 2016; SCIPIONI *et al.*, 2018; PASSOS *et al.*, 2021). Kozera; Dittrich; Silva (2006), avaliaram dois grupos de espécies com diferentes faixas de diâmetro, o primeiro grupo com diâmetro entre 10-29 cm e o segundo grupo  $\geq 30$  cm, onde *A. angustifolia* destacou unicamente no segundo grupo, principalmente devido aos valores de dominância, que refletem o grande porte dos indivíduos. Entretanto, os autores destacam a ausência dessas espécies nas classes menores de diâmetro, evidenciando baixa regeneração natural.

Mesmo não ocorrendo em todas as unidades amostrais, as espécies *L. brasiliensis* e *C. xanthocarpa* possuem os maiores valores de importância. Vibrans *et al.* (2013) apontam a espécie *L. brasiliensis*, entre os 6 maiores valores de importância para unidades amostrais em altitudes até 1200 metros. Se considerado apenas espécies arbóreas, *A. angustifolia* possuem maior valor de importância para todos grupos, referente a altitude, avaliado por Vibrans *et al.* (2013), além das espécies já citadas, *C. scabra* também está presente em ambos os estudos dentre os maiores IVIs. Passos *et al.* (2021), encontrou as espécies *Nectandra megapotamica* com maior IVI, além dessa, apenas três espécies entre as 20 principais se repetem entre os trabalhos, indicando uma diferença na composição e da estrutura da FOM em diferentes regiões. Considerando as espécies mais abundantes para o estado de Santa Catarina, indicadas pelo Serviço Florestal Brasileiro (2018a), foram amostradas as principais espécies, *Ocotea puberula* a espécie mais abundante no estado, seguida na ordem por *Clethra scabra*, *Nectandra megapotamica* e *Cupania vernalis*. Todas espécies com potencial presente e futuro de uso madeireiro no fragmento avaliado.

## 6.2 ESTIMATIVAS DENDROMÉTRICAS

Para os modelos hipsométricos avaliados, os coeficientes de determinação ajustados, bem como os erros, apresentaram resultados considerados aceitáveis para altura total, por se tratar de uma floresta natural inequiana. Entretanto para altura do fuste, os critérios estatísticos são valores considerados insatisfatórios, o que pode resultar da interação de vários fatores influentes sobre a relação hipsométrica, como o local, a idade, as dimensões da copa, a espécie e a posição sociológica (ARAÚJO *et al.*, 2012; JESUS *et al.*, 2015). A influência destes fatores determina a intensidade de ramificações ou galhos ao longo do fuste, e por consequência afeta o comprimento e a forma do fuste, podendo gerar grande variação mesmo entre indivíduos da mesma espécie (MACHADO *et al.*, 2008). Contudo, a densidade da floresta tem um papel significativo, dependendo do estrato da floresta e da competição entre árvores por fatores de crescimento, como luz, água e nutrientes do solo. Nas árvores dominantes, o espaçamento tem pouco impacto na altura, enquanto nas dominadas, os efeitos no desenvolvimento da altura são notavelmente pronunciados (ARAÚJO *et al.*, 2012).

A competição entre indivíduos em florestas inequianas, geram diferentes extratos, ocorrendo indivíduos dominantes, codominantes e dominados, gerando assim uma variação na relação diâmetro e altura total, podendo ocorrer uma ampla variação de diâmetros para uma mesma altura (MACHADO *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2011). Isso resulta em relações hipsométricas fracas, refletidas em coeficientes de determinação baixos e erros padrão de

estimativa elevados. Hess *et al.* (2014), ao ajustarem a relação h/d para espécies da floresta amazônica, observaram que fustes mais tortuosos e com menor aproveitamento geram, conseqüentemente, uma maior discrepância na relação altura e diâmetro. Ou seja, apresentando diâmetros e altura não correspondentes, alto valor de diâmetro com um baixo valor de altura e vice-versa, resultando em uma baixa correlação hipsométrica, acarretando em baixos valores de  $R^2$  aj. Portanto, em geral, o desempenho dos modelos ajustados para estimativa da altura do fuste é inferior quando comparados aos modelos para altura total.

Sanquetta *et al.* (2013) para espécies folhosas em Floresta Ombrófila Mista no sul do estado do Paraná, observaram que modelos hipsométricos para diversas não se comportaram adequadamente, gerando baixo grau de ajuste ( $R^2 = 0,41$ ) e erro padrão da estimativa médio ( $S_{yx\%}$ ) com valor mais alto (18,64%) e resíduos elevados e com grande dispersão. Avaliando unicamente a espécie *A. angustifolia*, Machado *et al.* (2008), encontrou valores de  $R^2$  baixos para relação de ht/d e hf/d, variando de 0,1690 a 0,1913 e 0,119 a 0,1416, respectivamente, que são inferiores ao presente estudo, porém os erros padrões da estimativa foram inferiores, variado entre o percentual de 12,992 e 13,381%, sendo a desrama natural indicada pelos autores como principal componente na maior variação da altura de fuste em comparação a altura total.

Os resultados de volume estimados no presente estudo são superiores aos encontrados pelo Serviço Florestal Brasileiro (2018a), para o estado de SC, que indicam média de  $86,2 \pm 8,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  para a FOM, sendo metade do estoque médio por hectare aqui apresentados, com valor médio inferior as unidades de menor estoque volumétrico. Os resultados apresentados por Vibrans *et al.* (2013) para volume do fuste com casca para a FOM catarinense, também é inferior, com média de  $97,13 \pm 8,66 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , entretanto, os valores médios de DAP e altura de fuste foram muito próximos, com, respectivamente,  $20,42 \pm 0,6 \text{ cm}$  e  $4,98 \pm 0,21 \text{ m}$ , porém para a altura total, os autores, obtiveram uma média inferior de  $9,08 \pm 0,4 \text{ m}$ . Essas diferenças, principalmente de volume, são explicáveis pela distribuição geográfica dos dados, onde os autores supracitados avaliaram diferentes locais da formação florestal FOM, contendo locais mais conservados e locais com maiores graus de antropização, que acarretam uma maior variação nos dados, como observa-se o desvio padrão (52,37) e coeficiente de variação (53,92%) altos para volume, que indicam maior heterogeneidade dos dados. A média de volume encontrada pelo IFN no município de Caçador-SC é semelhante aos resultados desse estudo, com  $165,90 \pm 34,16 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2019), essa semelhança pode ser associada a proximidade geográfica e cultural entre os municípios, onde tiveram ciclos madeireiros no mesmo período e com as

mesmas espécies desejadas. O estado do Paraná, também apresentou média de estoque semelhante, com média de  $196,05 \pm 15,10 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , todavia esse volume é equivalente à média de todas as formações florestais do estado (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018b).

As médias encontradas no inventário realizado no estado do Rio Grande do Sul (2002), também se assemelham às encontradas no presente estudo, principalmente se considerado os limites inferiores e superiores do intervalo de confiança. Todavia a variabilidade dos dados expressa pelo coeficiente de variação, é muito superior às encontradas aqui. No inventário realizado na fitosionomia FOM (RIO GRANDE DO SUL, 2002), foram estimados 831,05 ind/ha, com diâmetro médio de 19,42 cm, o coeficiente de variação médio dos diâmetros foi de 51,33%. A altura total média da Floresta Ombrófila Mista foi estimada em 11,65 m, o coeficiente de variação médio da altura total foi de 31,46%, A altura comercial média foi estimada em 6,28 m, o coeficiente de variação médio das alturas comerciais foi de 44,10%. A área basal média resultou em  $31,79 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ , O volume comercial médio foi estimado em  $205,59 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ . O Inventário Florestal Nacional encontrou a média de volume para o estado do RS de  $134,72 \pm 12,66 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018c)

Em comparação com florestas mais conservadas, Vaz *et al.* (2023), avaliaram um fragmento florestal de crescimento antigo, que não tiveram intervenções antrópicas e uma floresta secundária com cortes seletivos de espécies nativas entre as décadas de 60 e 80. Os autores encontraram para a floresta de crescimento antigo o volume médio de  $587 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e de  $345 \text{ m}^3$  para a floresta secundária, considerando a altura comercial. A diferença considerável do estoque aqui apresentado e do trabalho supracitado pode ser justificado pela dimensão dos indivíduos, onde os demais parâmetros dendrométricos apresentados são superiores até mesmo ao limite superior do intervalo de confiança desse trabalho, tendo diâmetro médio (21,6 cm), altura total média (13,6 m) e área basal (33,9). Vaz *et al.* (2022), também demonstraram que os estoques de *A. angustifolia* são geralmente mais elevados em florestas maduras do que em florestas secundárias, e as diferenças estão relacionadas com ações antrópicas. Cysneiros *et al.*, (2023), corrobora com Vaz *et al.* (2022), indicando que o estoque em florestas com status de proteção foi superior a floresta urbana, associado principalmente pela densidade superior de araucária.

Ao analisar a distribuição de volume por qualidade de fuste, a qualidade 1 (QF1) apresenta a segunda maior média de volume, apesar de possuir apenas um terço do número de fustes em comparação às demais qualidades de fuste (QF2 e QF3). Foi observado que *A. angustifolia* contribui com aproximadamente 50% do estoque total para QF1, sendo que 95%

dos indivíduos da espécie estão classificados com essa qualidade de fuste, em comparação, a segunda espécie que mais contribui para a QF1 é *Ocotea pulchella* com aproximadamente 7%. Para QF2, a espécie *N. megapotamica* é a mais representativa, indicando como uma espécie potencial do local, possuindo poucos indivíduos, mas alta dominância, além disso é uma das espécies mais observadas na regeneração natural do fragmento, sendo uma espécie importante para o presente e futuro do fragmento, principalmente para produção de madeira maciça ou chapas (CARVALHO, 2006). A espécie *L. brasiliensis*, é a principal espécie para QF3, apresentando tortuosidade e defeitos em aproximadamente 65% dos fustes avaliados, ainda assim é uma madeira muito apreciada para uso energético e para confecção de palanques ou mourões devido sua alta densidade e durabilidade natural (CARVALHO, 2014). As espécies supracitadas, juntamente com *C. scabra* e *C. xanthocarpa*, representam aproximadamente 54% do estoque volumétrico local, sendo as principais espécies comerciais com potencial manejo atual.

Outro parâmetro importante da estrutura e estoque das florestas é a área basal, que descreve a competição ponderando a densidade de árvores e o tamanho médio dos indivíduos. De acordo com Dawkins (1959), a área basal constitui um fator limitante para o crescimento das árvores nas florestas tropicais denotando a capacidade de suporte dos sítios, de modo que nenhum incremento bruto adicional pode ser esperado quando um limite de área basal for atingido. Valores superiores a  $35 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  podem ser esperados para florestas conservadas, enquanto valores próximos a  $22 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  podem ser esperados para fases de sucessão secundária (LONGHI, 1997; PASSOS *et al.*, 2021). A área do presente estudo indica uma floresta em estágio avançado, com valores próximos à  $35 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  mas ainda abaixo de áreas mais conservadas. A exemplo de Vaz *et al.* (2023), que encontraram para uma floresta considerada primária, área basal de  $47,3 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  e para floresta secundária de  $33,9 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Avaliando fragmentos de grandes extensão e mais conservados, Higuchi *et al.* (2016) e Passos *et al.* (2021), também indicam valores altos de área basal, respectivamente  $46,9$  e  $43,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Florestas com altas densidades de *A. angustifolia* e *Ocotea porosa* tendem a maiores áreas basais e volume, sendo espécies com incremento anual que contribuem consideravelmente para o estoque das florestas (CUBAS; WATZLAWICK; FIGUEIREDO FILHO, 2016).

Assim, independentemente das condições ambientais locais, o manejo florestal poderia apresentar resultados importantes para a melhoria do crescimento das árvores, fornecendo mais espaço vital e reduzindo a competição, proporcionando condições mais favoráveis para o desenvolvimento das árvores e de espécies de suma importância socioambiental (STEPKA *et al.* 2021; CYSNEIROS *et al.* 2023).

### 6.3 CLASSES DE USOS E ESPÉCIES

No Brasil, há uma alta demanda por madeira para diversas finalidades, como produção de carvão, papel e celulose, indústria moveleira e construção civil. Uma parte significativa dessa demanda é para madeiras nativas, tornando as atividades de restauração e manejo florestal essenciais para a geração e comercialização sustentável de madeiras provenientes de florestas tropicais (EVANGELISTA, 2021).

Zambiasi *et al.* (2021), investigaram mudanças na produção de madeira em florestas secundárias da Floresta Ombrófila Densa, durante os primeiros 50 anos de sucessão. Os autores elaboraram uma classificação que considerou informações sobre o uso da madeira e o preço de mercado, essas categorias ajudam a entender a qualidade e o potencial de uso da madeira nas florestas secundárias. Onde espécies de melhor qualidade podem ser colhidas para produção de madeira de alto valor, enquanto espécies de baixa qualidade pode ser usadas para fins menos valiosos. Os resultados do presente trabalho indicam que ocorreu maior concentração de espécies de baixa qualidade e não comerciais nas classes de menor diâmetro, com baixo volume de madeira comercial. Todavia, quando se aumenta as classes diamétricas, espécies iniciais diminuem sua influência sendo substituídas por espécies mais longevas, como observado por Siminski *et al.* (2021), onde os autores indicam que espécies pioneiras dominam no início da sucessão, mas espécies secundárias tardias e clímax se tornam mais importantes à medida que a floresta envelhece. Essa mudança de espécies acarreta em ganho de volume individual das espécies de alta qualidade comercial que de forma geral são mais longevas, porém ocorrem em menor densidade.

O levantamento socioambiental conduzido pelo Serviço Florestal Brasileiro (2018a; 2018b; 2018c, 2019) revela uma visão detalhada do uso de produtos florestais madeireiros na região Sul do Brasil. No IFN-SC (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018a), constatou-se que 56% dos entrevistados fazem uso doméstico desses produtos, com destaque para lenha, enquanto apenas 5% relataram uso comercial, principalmente na venda de lenha e palanques. Diversas espécies são utilizadas para fins madeireiros, como madeira serrada, laminada e para energia, com a araucária, Angico, Guabiroba e Bracatinga entre as mais mencionadas. No município de Caçador (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2019), observa-se um uso semelhante, com 80 dos 92 entrevistados utilizando produtos madeireiros, sendo a lenha e os postes os principais produtos mencionados, embora sua importância comercial seja relativamente baixa. A maioria da madeira utilizada provém de florestas

plantadas e nativas, com pouca ou nenhuma prática de manejo, destacando-se o aproveitamento de árvores caídas para lenha e carvão.

No Paraná (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018b), a pesquisa indica que 80% dos entrevistados fazem uso doméstico da madeira, sendo a lenha novamente um produto central. Aproximadamente, 76% dos entrevistados utilizam madeira caída para produção de energia, enquanto 9% a empregam na confecção de postes e estacas. Isso destaca a importância do aproveitamento sustentável de recursos disponíveis naturalmente. Por fim, no Rio Grande do Sul (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018c), o uso de produtos madeireiros é semelhante aos outros estados, com 92% dos entrevistados utilizando-os, principalmente para lenha e postes. No entanto, o uso comercial é ainda menos expressivo, com apenas 25% dos entrevistados relatando atividades comerciais. Essas descobertas destacam a importância da gestão sustentável dos recursos florestais e a necessidade de políticas que promovam práticas de manejo adequadas e uso consciente desses recursos em todo o país.

Os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul compartilham padrões similares no uso de produtos florestais madeireiros, onde a lenha se destaca como um recurso amplamente utilizado, principalmente para uso doméstico. Embora uma pequena proporção da população esteja envolvida em atividades comerciais relacionadas, como a venda de lenha, o uso comercial geralmente é menos frequente do que o uso doméstico. A origem da madeira é principalmente de florestas naturais, muitas vezes sem práticas de manejo sustentável. Além disso, a utilização de árvores caídas é comum em todas as regiões. Espécies nativas como araucária (*Araucaria angustifolia*), Angico (*Parapiptadenia rigida*), Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e Bracatinga (*Mimosa scabrella*), são amplamente utilizadas em todas as áreas, indicando uma uniformidade nos recursos explorados. Essas similaridades destacam a importância de políticas de gestão florestal sustentável para garantir a preservação e o uso responsável desses recursos em toda a região (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2018a; 2018b; 2018c).

A indústria da construção faz uso da madeira nativa, predominantemente de origem amazônica, em uma variedade de aplicações, tanto duradouras quanto provisórias (SOBRAL *et al.*, 1999). A especificação de madeiras nativas é influenciada por questões estéticas, como a preferência de arquitetos por determinadas espécies devido à sua aparência, bem como por considerações técnicas (EVANGELISTA, 2021). Isso se deve ao fato de que as espécies nativas tendem a apresentar alta densidade, resistência e, em alguns casos, maior durabilidade natural contra a biodeterioração (OLIVEIRA *et al.*, 2024).

No presente estudo foi observado que as espécies de alta qualidade comercial apresentaram as melhores qualidades de fuste, apenas 7% foram classificadas como QF3. Além disso, com o aumento das classes diamétricas é observado uma mudança na qualidade das espécies, onde as espécies não comerciais se concentram nas classes de diâmetro menores, que por consequência são espécies mais jovens e de ciclo de vida menos longo, por outro lado as classes com maiores diâmetros concentra-se as espécies de melhor qualidade, sendo esse efeito gerado pela dinâmica da sucessão ecológica (FANTINI; SIMINSKI, 2016; SIMINSKI *et al.*, 2021). Esses resultados são corroborados por Zambiazzi *et al.* (2021), pois os autores observaram que a ocorrência de espécies produtoras de madeira comercial aumenta com a idade sucessional, podendo chegar a 63% em florestas entre 40 e 50 anos. Os mesmos autores destacam que nesta idade, as espécies madeireiras com as melhores qualidades representam cerca de 51% da riqueza de espécies, todavia foi observado que a proporção de indivíduos de espécies comerciais reduziu ao longo do tempo.

#### 6.4 AGRUPAMENTO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

Através da análise de agrupamento e ordenamento foi possível observar a distinção de dois grupos, indicativo da diferente estruturação florestal do fragmento. O G1 que está associado a diversidade, apresentou a espécie *C. xanthocarpa* com maior valor de importância, apresentando maior densidade, maior dominância, estando presente em nas 4 unidades amostrais do grupo. Em comparação com os resultados da fitossociologia para toda a área, a espécie *L. brasiliensis*, que é a espécie com maior importância estrutural para o fragmento, no G1 não apresenta grande expressividade. O mesmo ocorre com *A. angustifolia*, sendo a espécie com 6º maior IVI, diferente do encontrado na maioria dos estudos realizados na FOM (SILVA *et al.*, 2012; VIBRANS *et al.*, 2013; HIGUCHI *et al.* 2016; SCIPIONI *et al.*, 2018; PASSOS *et al.*, 2021). Para o G2, a estrutura é semelhante a geral, com *L. brasiliensis* apresentando maior IVI, com alta densidade e dominância, além das maiores médias de volume, já a *C. xanthocarpa* desce para oitavo maior IVI nesse grupo.

O G1 apresenta um valor muito inferior de volume, devido ao menor número de indivíduos e de fustes, além da baixa densidade de que contribuem para o aumento do estoque, como *A. angustifolia* e *L. brasiliensis*. Apesar do elevado número de fustes de *C. xanthocarpa*, essa espécie não apresenta grandes indivíduos, em comparação, a espécie *N. megapotamica*, possui uma diferença de 9% na densidade relativa, mas na dominância essa diferença é de apenas 0,45%. Além disso, a menor densidade de espécies de alta qualidade no G1 proporciona menores volumes, como é indicado por Zambiazzi *et al.* (2021), onde



observaram que espécies de qualidades superiores contribuem significativamente para o volume total.

## 7 PROPOSTA DE MANEJO PARA A ÁREA DE ESTUDO

As estratégias de manejo florestal podem variar de acordo com os objetivos de usos de uma floresta, com as características de cada floresta e com os resultados gerados nos inventários florestais e fitossociológicos. Assim, idealizou-se uma oficina para compartilhamento dessas experiências e elaboração conjunta de recomendações de manejo para o fragmento avaliado nesse estudo, com a participação de pesquisadores que conduziram experiências de manejo florestal em diferentes tipologias florestais no estado de Santa Catarina.

### 7.1 OFICINA

A oficina foi realizada no dia 29 de fevereiro de 2024, na Área Experimental Florestal (AEF), local do presente estudo e foco da proposta de manejo. Na ocasião estiveram presentes docentes e discentes da Engenharia Florestal da UFSC Curitibanos e representantes de diversas entidades públicas e privadas parceiras, como o Instituto do Meio Ambiente (IMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Universidade Regional de Blumenau (FURB), Inventário Florístico e Florestal de Santa Catarina (IFFSC), Florestal Gateados Ltda, DRS Consultoria e Tecnologia Florestal e CooperARBOL.

No período da manhã, após recepção dos convidados, foi iniciada uma apresentação para contextualização do projeto e apresentação dos principais resultados obtidos no inventário florestal e fitossociológico (Figura 21 A; B). Em seguida, foi realizada uma visita de reconhecimento das unidades amostrais e do fragmento estudado (Figura 21 C; E). No período da tarde, realizou-se uma roda de conversa para debater as melhores estratégias para estruturação da área demonstrativa de manejo de florestas naturais na AEF, onde cada participante fez suas considerações e sugestões para o aprimoramento da proposta (Figura 21 D; F).

Figura 21 – Registros da oficina realizada para estruturação da proposta da criação da Área Demonstrativa de Manejo de Florestas Naturais da Área Experimental Florestal.



Fonte: elaborado pelo autor.

A discussão foi iniciada durante a visita as unidades amostrais, onde foram apresentadas UA dos dois grupos definidos (G1 e G2). Na ocasião foram discutidos diferentes assuntos referentes a proposta de manejo com perspectivas a curto, médio e longo prazo. Dentre os assuntos discutidos nas unidades amostrais estão: possibilidade de instalação de novas unidades amostrais; vias de captação de recursos; validade estatística do monitoramento de futuras intervenções no local; critérios para o manejo de uso múltiplo; utilização de área basal como referência de intensidade de manejo; realização de censo na área de estudo; e quais unidades amostrais manejar e quais manter como testemunha.

No segundo momento da oficina, foi aprofundada a discussão sobre as possibilidades de aprimoramento dos critérios e diretrizes para proposta de manejo. Um dos primeiros pontos levantados foi a possibilidade de realização de censo da área, pois por se tratar de um fragmento de pequena extensão, o censo poderia fornecer melhores estimativas do local. No entanto devido a existência das unidades amostrais, foi sugerido o censo apenas de indivíduos com  $DAP \geq 30$  cm. A primeira proposta sugerida foi a divisão das unidades amostrais, entre

UA manejadas e testemunhas, com a sugestão de instalação de novas UA para atingir validade estatística. Contudo, o local não suporta espacialmente novas UA, além de existir uma diferença estrutural da floresta, apontada pela análise de componentes principais e de agrupamento, assim, essa proposta se demonstrou pouco aplicável ao local de estudo.

Uma das estratégias proposta foi utilizar a área para criação de uma Unidade Demonstrativa de Manejo Florestal Sustentável, a ser didaticamente para demonstração do manejo florestal sob exploração de impacto reduzido em pequenas propriedades rurais, demonstrando a dinâmica da floresta, com dados de antes, durante e após as intervenções. Como a proposta efetiva do manejo, foi consensual a não utilização da técnica de redução de porcentagem de área basal, técnica utilizada na área de Massaranduba do projeto Madeira Nativa (FANTINI; SIMINSKI, 2016). Em vez disso, deve ser considerada cada árvore e cada espécie de forma individual, realizado um manejo florestal de seleção dirigido árvore a árvore.

É importante salientar outro ponto levantado na discussão, a avaliação dos indicadores ecológicos (fauna, solo, carbono, entre outros), além das modelagens ecológicas de longo prazo para prever o comportamento da floresta e indicadores socioeconômicos e socioambientais. Esses são importantes parâmetros para demonstrar a eficiência ecológica, econômica e social do manejo florestal.

## 7.2 UNIDADE DEMONSTRATIVA DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Com os resultados do inventário florestal e da oficina, foram iniciadas novas discussões sobre a elaboração das diretrizes norteadoras para elaboração de um Plano de Manejo Florestal Sustentável do local avaliado. As definições foram debatidas no Núcleo de Estudos de Dendrometria, Inventário e Manejo Florestal (NEDIM), formado por professores, mestrandos e acadêmicos do curso de Engenharia Florestal do campus UFSC Curitibanos.

Devido às leis restritivas sobre manejo de espécies nativas no bioma Mata Atlântica, não há diretriz técnica que possa ser seguida. Assim, tomou-se como referência a Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 5 de 11 de dezembro de 2006, que: “Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências.”

Dessa forma, foram definidos os Tipos de Manejo Florestal, quanto ao detentor: PMFS Empresarial/Experimental; quanto aos produtos decorrentes do manejo: PMFS para múltiplos produtos; quanto à intensidade da exploração: PMFS de baixa intensidade. O

Sistema de Manejo Policíclico, que possui ciclos mais curtos (20 a 40 anos), em que é retirada parte das árvores comerciais e mantida indivíduos intermediários para novos ciclos de colheita, foi definido como o mais adequado para a área. Além disso, deve-se seguir as diretrizes técnicas do sistema de manejo de Exploração de Impacto Reduzido (EIR), que consiste em uma colheita de madeira cuidadosamente planejada, controlada e conduzida por trabalhadores capacitados, visando reduzir os impactos negativos sobre a floresta (PUTZ *et al.*, 2008). Como a capacidade da floresta de se regenerar e manter suas funções ecológicas depende principalmente do grau de danos causados pela intensidade e técnicas de exploração de madeira, as operações de colheita planejada podem ser consideradas um importante tratamento silvicultural inicial para o manejo florestal (SIST & FERREIRA, 2007).

Devido o foco voltado para pequenas propriedades rurais, que representam mais de 60% das propriedades catarinenses (SANTA CATARINA, 2021), a aplicação dessas diretrizes na área experimental da UFSC para criação de uma Unidade Demonstrativa de Manejo Florestal Sustentável é fundamental para que sirva de referência técnica para profissionais de órgãos regulamentadores e fiscalizadores, além de demonstrações e capacitações ao público interessado no manejo de florestas nativas. Na linha de manejar pequenos fragmentos, Reis *et al.* (2018), demonstram a importância de sistemas e práticas de manejo conduzidas pelos povos tradicionais, para manter a paisagem com fragmentos florestais produtivos, principalmente os fragmentos de pequenas dimensões (<50 ha). Os autores trabalham a abordagem de “conservação pelo uso”, onde o interesse dos proprietários pelo uso dos seus recursos disponíveis estimula a manutenção de espécies com importância socioambiental.

Em razão do fragmento avaliado ser uma floresta inequívoca, é difícil estimar uma idade média representativa, entretanto não foi observado intervenções humanas significativas recentes e foi presenciado sub-bosque e regeneração em desenvolvimento, indicando potencial de sucessão ecológica de indivíduos após o corte de indivíduos maduros, com mais de 40 cm de DAP. No estudo conduzido por Zambiasi *et al.* (2021), foi constatado que florestas secundárias exibem uma vasta diversidade de espécies madeireiras, com árvores adequadas para colheita a partir de 20 anos de idade. Os autores também observaram que algumas espécies dominantes estão aptas para a colheita a partir dos 30 de regeneração. Dessa forma uma das estratégias passíveis de aplicação são os tratamentos silviculturais, seleção e favorecimento de árvores potenciais entre os regenerantes em parte das unidades amostrais, para avaliação da resposta da floresta ao longo do tempo.

Silva *et al.* (2014) e Fantini *et al.* (2019), enfatizam que, por meio de um Plano de Manejo Florestal Sustentável, é possível conduzir a exploração florestal de maneira a otimizar o uso da madeira de espécies nativas, constituindo uma alternativa viável para a produção madeireira, ao mesmo tempo em que promove a conservação e evita a conversão da floresta para outros usos do solo. O manejo de florestas secundárias pode proporcionar uma integração eficiente entre geração de renda e conservação dos ecossistemas, oferecendo benefícios sociais, econômicos e ecológicos. Dada as características das pequenas propriedades agrícolas e o relevo acidentado da região, o manejo florestal emerge como uma opção favorável de uso da terra para os agricultores familiares (FANTINI; SIMINSKI, 2016; REIS *et al.*, 2018). Nas paisagens locais, as florestas secundárias predominam, muitas em estágios médios e avançados de sucessão, e são caracterizadas pela presença de espécies valiosas de madeira, como araucárias, canelas, cedros, perobas, entre outras (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011; FANTINI; SIMINSKI, 2016).

Orellana e Vanclay (2018) demonstraram que a competição entre árvores reduz o crescimento em diâmetro e aumenta a probabilidade de mortalidade. Assim intervenções realizadas de forma planejada e com embasamento técnico e científico, principalmente que utilizem técnicas de exploração de impacto reduzido, podem gerar retornos a propriedade rural, sem gerar diminuição da diversidade e ainda estimular a perpetuação das espécies nesses locais. Seguindo essa mesma linha, Cysneiros *et al.* (2023) indicaram que intervenções de manejo, como aberturas planejadas no dossel, podem promover a regeneração de *A. angustifolia*. Portanto, o manejo florestal sustentável pode ser crucial para garantir a renovação e a manutenção das populações dessa importante espécie. Além disso, Siminski *et al.* (2021) apontaram que os remanescentes florestais secundários ainda mantêm alta diversidade e possuem elevada capacidade de regeneração natural. Silva, Venturin e Carvalho (2024) corroboram com Siminski *et al.* (2021) ao sugerirem que, em florestas tropicais, as flutuações temporais, como os distúrbios ecológicos, incrementam a heterogeneidade ambiental existente e determinam mudanças na estrutura e dinâmica das comunidades vegetais.

Apesar de muitas vezes as florestas parecerem estáticas, na verdade as florestas são estruturas vivas, cujas árvores de inúmeras espécies as integram no que pode ser chamado de um “sistema aberto”, no qual ocorre um processo de fluxo contínuo de metabolismo, por meio da fotossíntese, absorção de nutrientes do solo e transformação bioquímica para a formação da madeira, onde as árvores estão competindo a todo momento (PÉLLICO NETTO, 2020). Para Oliveira, Durigan e Putz (2021), a redução da Área Basal do povoamento por desbaste

dos estratos superiores é uma ferramenta potencial de manejo adaptativo para estimular a regeneração natural e reduzir a competição imposta por árvores de grande porte. Em trabalho realizado por Likoski *et al.* (2021), os autores obtiveram resultados que corroboram com as conclusões citadas anteriormente, onde a colheita demonstrou impacto imediato ou de curto prazo nas variáveis relacionadas ao dossel, sendo que as diferentes intensidades de corte no manejo aplicado não superaram a resiliência do dossel florestal devido ao aumento na estrutura das copas remanescentes e desenvolvimento de plantas jovens e pioneiras. Nesta mesma linha, Vaz *et al.* (2022), observaram que as florestas secundárias apresentam maior diversidade quando comparadas a florestas de crescimento antigo e essa diversidade é representada principalmente pela presença de espécies arbóreas pioneiras e/ou secundárias precoces, as quais podem ter seu desenvolvimento estimulado pelo manejo apropriado, como a abertura planejada de clareiras

É importante salientar que critérios rigorosos, como as práticas de exploração de impacto reduzido, são fundamentais e imprescindíveis para assegurar a efetividade do manejo florestal, entretanto geram aumento significativo no custo do manejo, podendo ser um fator limitante para a viabilidade econômica dos projetos (PUTZ *et al.*, 2008; 2001; SMITH *et al.*, 2006). Assim a estruturação de uma Unidade Demonstrativa de Manejo Florestal Sustentável, onde serão realizados trabalhos complementares ao presente estudo, como avaliação econômica, de serviços ambientais, de relações socioambientais, da ecologia e fenologia de espécies chave, servirá como uma referência importante no entendimento da dinâmica florestal, análise de viabilidade socioeconômica e socioambiental, geração de diretrizes e possíveis critérios para um Plano de Manejo Florestal Sustentável em pequenos fragmentos da Floresta Ombrófila Mista do estado de Santa Catarina.

## 8 CONCLUSÕES

Através da caracterização da estrutura florística e florestal, é possível concluir que o fragmento avaliado apresenta potencial de manejo florestal, principalmente considerando uma abordagem de manejo individual de árvores e seguindo as diretrizes da Exploração de Impacto Reduzido. As espécies comerciais que apresentaram maior potencial para o manejo madeireiro são: *Araucaria angustifolia*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Lithraea brasiliensis*, *Nectandra megapotamica*, *Ocotea pulchella* e *Lonchocarpus nitidus*.

As espécies de Alta e Média qualidade comercial e qualidade de fuste 2 (QF2) são as mais representativas do fragmento, com o maior estoque volumétrico potencial ao manejo florestal. Assim, as árvores com diâmetros acima de 40 cm são as ideais para corte atual, recomendando-se aplicação de tratamentos silviculturais para árvores diâmetros inferiores, com o objetivo de avaliar a resposta potencial futura a essas intervenções.

A classificação e avaliação de grupos diversos no fragmento pode auxiliar nas tomadas de decisão em diferentes locais do fragmento florestal. Nas áreas de menor estoque madeireiro pode ser aplicadas técnicas de condução de espécies de interesse para potencializar o estoque futuro da floresta, sem necessariamente ter uso madeireiro imediato. Já as áreas com indivíduos maiores e maior volume madeireiro é recomendado o manejo imediato, pois apresentam maior potencial de uso e retorno financeiro.

O local apresenta potencial didático como modelo de área de manejo florestal, principalmente por se tratar de uma área permanente da Universidade Federal de Santa Catarina, o que assegura que sejam aplicadas técnicas de manejo de forma confiável, com possibilidade de avaliações contínuas em longo prazo.

Esse estudo é fundamental para a caracterização prévia do fragmento, servindo como referência para caracterização detalhada de outros fragmentos e base para futuras avaliações na área. Entretanto, trabalhos complementares são necessários, como a caracterização da regeneração natural, avaliação do histórico local, levantamentos e avaliação sobre Produtos Florestais Não Madeireiros e análises econômicas.

Assim iniciativas como deste estudo devem ser apoiadas e fomentadas pelo estado e seus legisladores para que gere subsídios fundamentados para elaboração de diretrizes técnicas específicas para nossa fitofisionomia e bioma.



## REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15789**: Manejo florestal sustentável - Princípios, critérios e indicadores para florestas nativas 4 ed. Rio de Janeiro, 2021. 28 p.
- AHMED, Mohiuddin; SERAJ, Raihan; ISLAM, Syed Mohammed Shamsul. The k-means Algorithm: a comprehensive survey and performance evaluation. **Electronics**, v. 9, n. 8, p. 1295, 12 ago. 2020.
- ANDRAE, Franz Heinrich *et al.* Importância do manejo de florestas nativas para a renda da propriedade e abastecimento do mercado madeireiro. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1293 - 1302, out. 2018.
- ARAÚJO, E. J. G.; PELISSARI, A. L.; DAVID, H. C.; SCOLFORO, J. R. S.; PÉLLICONETTO, S.; MORAIS, V. A. Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio em Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 257-268, 2012.
- ARAÚJO, Emanuel José Gomes de *et al.* Relação hipsométrica para candeia (*Eremanthus erythropappus*) com diferentes espaçamentos de plantio em Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 71, p. 257-268, 28 set. 2012.
- BACARO, Giovanni *et al.* Incorporating spatial autocorrelation in rarefaction methods: implications for ecologists and conservation biologists. **Ecological Indicators**, v. 69, p. 233-238, out. 2016.
- BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R.; HARPER, John L. **Ecology**: from individuals to ecosystems. 4. ed. Malden: Blackwell Publishing, 2006. 759 p.
- BERTOLDO, Édson; PAISANI, Julio Cesar; OLIVEIRA, Paulo Eduardo de. Registro de Floresta Ombrófila Mista nas regiões sudoeste e sul do Estado do Paraná, Brasil, durante o Pleistoceno/Holoceno. **Hoehnea**, v. 41, n. 1, p. 1-8, mar. 2014.
- BOURSCHEIT, Aldem. **Maior parte da madeira consumida no país pode ser ilegal e fruto do desmatamento da Amazônia**. 2021. Disponível em: <https://infoamazonia.org/2021/09/21/maior-parte-madeira-consumida-ilegal-desmatamento-amazonia/>.. Acesso em: 08 jun. 2024.

BRANCALION, Pedro Henrique Santin *et al.* Estratégias para auxiliar na conservação de florestas tropicais secundárias inseridas em paisagens alteradas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 7, n. 3, p. 219-234, set.-dez. 2012.

BRANCALION, Pedro Henrique Santin *et al.* What makes ecosystem restoration expensive? A systematic cost assessment of projects in Brazil. **Biological Conservation**, v. 240, p. 01-07, dez. 2019.

BRANDES, Arno Fritz das Neves *et al.* Endangered species account for 10% of Brazil's documented timber trade. **Journal For Nature Conservation**, v. 55, p. 125821, jun. 2020.

BRANDT, Jodi S.; NOLTE, Christoph; AGRAWAL, Arun. Deforestation and timber production in Congo after implementation of sustainable forest management policy. **Land Use Policy**, v. 52, p. 15-22, mar. 2016.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, [2023]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 02 jan. 2024.

BRASIL. **Decreto Federal Nº 99.547 de 25 de setembro de 1990**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D99547.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99547.htm) ; Acesso em: 02 de jan. de 2024.

BRASIL. **Decreto Nº 750 de 10 de fevereiro de 1993**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D750.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D750.htm) ; Acesso em: 02 de janeiro de 2019.

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9985.htm> . Acesso em: 26 jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Lei da Mata Atlântica: Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 22 dez 2006. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm) . Acesso em: 5 de jan. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...]. Brasília, 25 maio 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm) . Acesso em: 11 jan. 2024.

BRITTO, Pedro C. *et al.* Impact Assessment of Timber Harvesting Operations for Enhancing Sustainable Management in a Secondary Atlantic Forest. **Sustainability**, v. 11, n. 22, p. 6272, nov. 2019.

CABRAL, Diogo de Carvalho; CESCO, Susana. Notas para uma história da exploração madeireira na Mata Atlântica do sul-sudeste. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 33-48, jan.-jun. 2008.

CARVALHO, Ely Bergo de. O Código Florestal Brasileiro de 1934: a legislação florestal nas disputas pelo território, um estudo de caso. **Anos 90**, Porto Alegre, v. 23, n. 43, p. 417-442, jul. 2016.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies Arbóreas Brasileiras**, 2. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2006.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies Arbóreas Brasileiras**, 3. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies Arbóreas Brasileiras**, 4. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2010.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies Arbóreas Brasileiras**, 5. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2014.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

CESCO, Susana; ATALLAH, Cláudia Cristina Azeredo. Legislação florestal na passagem do século XVIII para o XIX: permanências, rupturas e contradições no caso da ilha de Santa Catarina. **Estudos Ibero-Americanos**, v. 45, n. 3, p. 140-153, dez. 2019.

CHAVES, Alan Del Carlos Gomes *et al.* A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 42-48, abr – jun. 2013.

CHEIN, Flávia. **Introdução aos modelos de regressão linear**: um passo inicial para compreensão da econometria como uma ferramenta de avaliação de políticas públicas. Brasília - DF: Enap, 2019. 76 p.

CHEROBIM, Mauro. Trabalho e comércio nos seringais amazônicos. **Perspectivas**, São Paulo, v.6, p. 101-107, 1983.

CONSEMA. **Resolução nº 51, de 05 de dezembro de 2014**. Reconhece a Lista Oficial das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Florianópolis, SC.

CORADIN, Lidio; SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro - região sul. Brasília: Mma, 2011. 934 p.

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

COSTA, Emanuel Arnoni *et al.* Fitting Volume Models for Parana Pine With a Nonlinear Regression, Genetic Algorithm and Simulated Annealing. **Journal Of Agricultural Science**, v. 14, n. 2, p. 36-47, 15 jan. 2022.

- CUBAS, Rafael; WATZLAWICK, Luciano Farinha; FIGUEIREDO FILHO, Afonso. Incremento, ingresso, mortalidade em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Três Barras - SC. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 3, p. 889-900, set. 2016.
- CURTO, Rafaella De Angeli *et al.* Modelos de relação hipsométrica por classe de aproveitamento em floresta de transição cerrado-amazônia no Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 687-700, 2018.
- CURTO, Rafaella De Angeli *et al.* Relações hipsométricas em Floresta Estacional Semidecidual. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 1, p. 57-66, 2014.
- CYSNEIROS, Vinicius Costa *et al.* Population structure of *Araucaria angustifolia* under distinct forest protection status: implications for management and conservation. **Journal Of Forestry Research**, v. 34, n. 5, p. 1437-1446, 6 mar. 2023.
- DAWKINS, Henry Colyear. The volume increment of natural tropical high-forest and limitations on its improvements. **Commonwealth Forestry Association**, v. 38, n. 2, p. 175-180, jun. 1959.
- DELAVAUUX, Camille S. *et al.* Native diversity buffers against severity of non-native tree invasions. **Nature**, v. 621, n. 7980, p. 773-781, 23 ago. 2023.
- EISFELD, Rozane de Loyola (2020): **Pesquisa, legislação, plantio e manejo de Araucaria angustifolia (Bertol.) O. Kuntze: Perspectivas e soluções**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. 261 p.
- ELZHOV, Timur V. *et al.* (2023). `_minpack.lm`: R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds. R package version 1.2-3. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=minpack.lm>>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- EPAGRI. Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina. In: **Caracterização Regional**. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional – SDR, Curitiba, p. 33, 2003.
- EVANGELISTA, Wesley Viana (org.). **Madeiras Nativas E Plantadas Do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades**. Guarujá-SP: Científica Digital, 2021. 601 p.
- FANTINI, Alfredo Celso *et al.* Small-scale Management of Secondary Forests in the Brazilian Atlantic Forest. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 4, p. 01-11, 2019.
- FANTINI, Alfredo Celso; SIMINSKI, Alexandre. De Agricultor à Agricultor Silvicultor: Um Novo Paradigma para a Conservação e uso dos recursos florestais no Brasil. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, p. 16-18, 2007.
- FANTINI, Alfredo Celso; SIMINSKI, Alexandre. Manejo de florestas secundárias da Mata Atlântica para produção de madeira: possível e desejável. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 13, n. 32, p. 673-398, mar. 2016.
- FANTINI, Alfredo Celso; SIMINSKI, Alexandre; GAIO, Maris Fátima. Madeira de florestas secundárias em SC: Nova fonte de renda para os agricultores. **Agropecu. Catarin.**, Florianópolis, v.29, n.2, maio/ago. 2016.

FELFILI, Jeanine Maria; VENTUROLI, Fábio. **Tópicos em análise de vegetação**. 2. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2 v. 2000.

FOREST EUROPE (org.). **Summary for Policy Makers: state of europe's forests 2020**. Bratislava: Forest Europe, 2020. 14 p. Disponível em: [https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2017/08/Summary\\_web.pdf](https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2017/08/Summary_web.pdf). Acesso em: 15 jan. 2024.

FREITAS, Welington Kiffer de; MAGALHÃES, Luís Mauro Sampaio. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520-540, 2012.

FURQUIM, Leonnardo Cruvinel *et al.* Relação entre plantas nativas do Cerrado e água. **Cientific@ - Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 2, p. 146-156, 14 maio 2018.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 34a. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. 352 p.

GARVÃO, Rodrigo Fraga; BAIA, Simone Andrea Lima do Nascimento. Legislação Ambiental: um histórico de desafios e conquistas para as políticas públicas brasileiras. **Nova Revista Amazônica**, v. 6, n. 2, p. 93- 102, 2018.

GASPER, André Luís de *et al.* (2017): **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**, Volume VII, Espécies arbóreas raras de Santa Catarina. Blumenau, Edifurb, 256 p.

GORSKI, Luciane. **Caracterização da madeira de Ateleia glazioviana Baill. para usos múltiplos**. 2021. 103 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Maria, Santa Maria, 2021.

GOTELLI, Nicholas J.; CHAO, Anne. Measuring and Estimating Species Richness, Species Diversity, and Biotic Similarity from Sampling Data. **Encyclopedia Of Biodiversity**, p. 195-211, 2013.

HERRERA, Hugo Alberto Rivera *et al.* Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da Floresta Ombrófila Mista presente na reserva florestal EMBRAPA/EPAGRI, Caçador, SC – Brasil. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 485-500, jul./set. 2009.

HESS, André Felipe *et al.* Manejo de Floresta Ombrófila Mista pelo método de Liocourt, município de Painel, SC. **Cerne**, Lavras, v. 20 n. 4, p. 575-580, 2014.

HESS, André Felipe *et al.* Adjustment of the hypsometric relationship for species of Amazon Forest. **Ambiência**, v. 10, n. 1, p. 21-29, jan/abr. 2014.

HESS, André Felipe; RICKEN, Pollyni.; CIARNOSCHI, Lucas Dalmolin. Dendrocronologia, incremento e manejo florestal em Floresta de araucária - SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1568-1582, out.- dez., 2018.

HIGUCHI, Pedro *et al.* Florística e estrutura do componente arbóreo e relação com variáveis ambientais em um remanescente florestal em Campos Novos - SC. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 35-46, 30 mar. 2016.

HONGYU, Kuang; SANDANIELO, Vera Lúcia Martins; OLIVEIRA JUNIOR, Gilmar Jorge de. Análise de Componentes Principais: Resumo Teórico, Aplicação e Interpretação. **E&S - Engineering and Science**, v. 5, n. 1, p. 83–90, 2016.

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, Anne. INEXT: an r package for rarefaction and extrapolation of species diversity (hill numbers). **Methods In Ecology And Evolution**, v. 7, n. 12, p. 1451–1456, 6 ago. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2022 (PEVS)**. Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-8, 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p. v. 1.

IOB, G.; VIEIRA, E. M. (2008): Seed predation of *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) in the Brazilian *Araucaria* Forest: influence of deposition site and comparative role of small and 'large' mammals. *Plant Ecology*, v. 198, p. 185 – 196.

ITTO - INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (Japão). **Elements for the Biennial Review and Assessment of the World Timber Situation 2021-2022**. 13. ed. Yokohama: Itto, 2022. 196 p. Este documento substitui o documento ITTC(LVIII)/13 rev.1. Disponível em: <http://www.itto.int/>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ITTO - INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. **Atualização dos critérios para a avaliação de manejo sustentado de florestas tropicais**. Yokihama: ITTO, 1998. 22p. (Série Política de Desenvolvimento, 7).

JANDL, Robert *et al.* Strategies for Climate-Smart Forest Management in Austria. **Forests**, v. 9, n. 10, p. 592-607, 22 set. 2018.

JESUS, Caroline Maiara de *et al.* Modelagem hipsométrica em povoamento clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* no Distrito Federal. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.11 n.21; p. 1298–1308, 2015.

JUUTINEN, Artti *et al.* Common preferences of European small-scale forest owners towards contract-based management. **Forest Policy And Economics**, v. 144, p. 01–13, nov. 2022.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. (2020). `_factoextra`: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>. Acesso em: 26 fev. 2024.

KLEIN, Roberto Miguel. **Importância e fidelidade das Lauráceas na "Formação de araucária" do estado de Santa Catarina**. Trabalho apresentado no XVII Congresso de Botânica de Brasília, 1966.

KOZERA, Carina; DITTRICH, Vinícius Antonio de Oliveira; SILVA, Sandro Menezes. Fitossociologia do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista montana, Curitiba, PR, BR. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 36, n. 2, mai./ago. 2006.

KRAINOVIC, Pedro Medrado *et al.* Potential native timber production in tropical forest restoration plantations. **Perspectives In Ecology And Conservation**, v. 21, n. 4, p. 294-301, out. 2023.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, p. 1–18, 2008.

LEITE, Pedro Furtado. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil: proposta de classificação**. Curitiba: UFPR, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1994.

LIANG, Jingjing *et al.* Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. **Science**, v. 354, n. 6309, p. aaf8957, 14 out. 2016.

LIKOSKI, Janine Kervald *et al.* Canopy recovery four years after logging: a management study in a southern brazilian secondary forest. **Cerne**, v. 27, p. 01-08, 2021.

LIKOSKI, Janine Kervald; VIBRANS, Alexander Christian; SILVA, Daniel Augusto da. Recruitment exceeds mortality in subtropical secondary forest after conventional selective logging. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 1, p. 333-350, 25 mar. 2022.

LIMA, Ana Paula dos Santos. O regimento de conservação das matas do Brasil de 1799. **Almanack**, v. 1, n. 33, p. ea00921, 2023.

LIMA, Renato Augusto Ferreira de *et al.* Comprehensive conservation assessments reveal high extinction risks across Atlantic Forest trees. **Science**, v. 383, n. 6679, p. 219-225, 12 jan. 2024.

LONGHI, Régis Villanova *et al.* Projeção da distribuição diamétrica em floresta com araucária explorada seletivamente no Sul do Brasil. *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 12, n. 2, p. 210-219, 2017.

LONGHI, Solon Jonas. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo-RS**. 1997. 215 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v. 3, 1 ed. 2009, 352 p

MACHADO, Sebastião do Amaral *et al.* Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* no capão da Engenharia Florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 56, p. 5, 2010.

MACHADO, Sebastião do Amaral *et al.* Comportamento da relação hipsométrica de *Araucaria angustifolia* no capão da Engenharia florestal da UFPR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.56, p.5-16, jan./jun.2008.

MACHADO, Sebastião do Amaral; FIGUEIREDO FILHO, Afonso. **Dendrometria**. 2. ed. Guarapuava: Unicentro, 2006. 316 p.

MARTINS, Daiane *et al.* Estrutura de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista em Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.11, n.2, abr. 2012.

MARTINS-RAMOS, Daiane *et al.* Florística de Floresta Ombrófila Mista Altomontana e de Campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil. *R. bras. Bioci.*, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 156-166, abr./jun. 2011.

MATTOS, Patrícia Póvoa de *et al.* Aceleração do crescimento em diâmetro de espécies da Floresta Ombrófila Mista nos últimos 90 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 319-326, 27 dez. 2010.

MMA. Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Brasília, DF, 18 dez. 2014. n. 245, Seção 1, p. 110-121. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PT0443-171214.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2024.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. TRAJETÓRIA DA POLÍTICA AMBIENTAL FEDERAL NO BRASIL. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães de (org.). **Governança ambiental no Brasil**: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2016. p. 14-43.

MOURA, Adriana Ribeiro. **Critérios de seleção de modelos**: um estudo comparativo. 2021. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática e Computacional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

NATURAL RESOURCES CANADA. **The State of Canada's Forests**: Annual Report 2022. Disponível em: [https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/forest/sof2022/SoF\\_Annual2022\\_EN\\_access\\_\(4\).pdf](https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/forest/sof2022/SoF_Annual2022_EN_access_(4).pdf) . Acesso em: 25 jan. 2024.

OKSANEN, Jari *et al.* (2022). `_vegan: Community Ecology Package_`. R package version 2.6-4. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. Acesso em: 26 fev. 2024

OKSANEN, Jari *et al.* **Vegan**: community ecology package. Community Ecology Package. 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. Acesso em: 05 jan. 2024.

OLIVEIRA, Carlos Delano Cardoso de; DURIGAN, Giselda; PUTZ, Francis Edward. Thinning temporarily stimulates tree regeneration in a restored tropical forest. **Ecological Engineering**, v. 171, p. 01-09, nov. 2021.

OLIVEIRA, Cássio Gomes de *et al.* Pegada de CO2 da madeira nativa destinada à construção civil proveniente de diferentes tipos de exploração florestal. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 24, e131844, jan./dez. 2024.

OLIVEIRA, Laio Zimmermann *et al.* Towards the Fulfillment of a Knowledge Gap: wood densities for species of the subtropical atlantic forest. **Data**, v. 4, n. 3, p. 104, 20 jul. 2019.

OLIVEIRA, Larissa Corrêa Lopes Quadros. **Prognose da Distribuição Diamétrica e Ciclo de Corte de espécies arbóreas classificadas em grupos ecológicos em uma floresta tropical de Terra Firme**. 2017. 111 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2017.



ORELLANA, Enrique; VANCLAY, Jerome K.. Competition and dominance between angiosperms and *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze in the Atlantic Forest in southern Brazil. **Forest Ecology And Management**, v. 425, p. 119-125, out. 2018.

ORIHUELA, Rodrigo L. L. *et al.* Markedly Divergent Tree Assemblage Responses to Tropical Forest Loss and Fragmentation across a Strong Seasonality Gradient. **Plos One**, v. 10, n. 8, p. e0136018, 26 ago. 2015.

PASQUALETTO, A.; O 'Novo' Código Florestal Brasileiro. **Revista Ecológica**. ed. 3, 2011.

PASSOS, Manuela Gazzoni dos *et al.* Structure and Tree Diversity in a Mixed Ombrophilous Forest Remnant, Southern Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 2, p. e20200064, 2021.

PÉLLICO NETTO, S. Inventário Florestal Nacional, florestas nativas: Paraná e Santa Catarina. Brasília, DF. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1984.

PÉLLICO NETTO, Sylvio. Manejo Florestal: Pesquisa & Desenvolvimento na UFPR. Comemorativo do Cinquentenário da Revista FLORESTA 1969 – 2019, **Revista Floresta**, v. especial, p. 47-71, 2020.

PÉLLICO NETTO, Sylvio; BRENA, Doádi Antônio. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado Pelos Autores, 1997. 316 p.

PIAZZA, Geferson Elias *et al.* Regeneração natural de espécies madeireiras na floresta secundária da Mata Atlântica. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.2, p.99-105, 2017.

PIRES, Paulo de Tarso de Lara; ZENI JUNIOR, Douglas Magnus; GAULKE, Debora. As unidades de conservação e a Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 589-603, set. 2012.

PRADO JÚNIOR, Caio. História e desenvolvimento: A contribuição da historiografia para a teoria e prática do desenvolvimento brasileiro. São Paulo, **Editora Brasiliense**, 1972. 92 p.

PUTZ, Francis E. *et al.* Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. **Conservation Biology**, v. 15, p. 7 – 20, 2001.

PUTZ, Francis E. *et al.* Reduced-impact logging: challenges and opportunities. **Forest Ecology And Management**, v. 256, n. 7, p. 1427-1433, set. 2008.

R CORE TEAM (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 26 fev. 2024

RÁDIO NÁJUA. Já ouviu falar do Projeto Imbituvão? Principal foco é a restauração da mata ciliar nas nascentes do rio Imbituvão. Facebook Watch, 2 de novembro de 2022. Disponível em: [https://fb.watch/rasO4pPn\\_W/](https://fb.watch/rasO4pPn_W/). Acesso em: 1 abr. 2024.

REIS, Maurício Sedrez dos. *et al.* Domesticated Landscapes in Araucaria Forests, Southern Brazil: a multispecies local conservation-by-use system. **Frontiers In Ecology And Evolution**, v. 6, p. 1-14, fev. 2018.

RIBEIRO, Glaucus Vinicius Biasetto. origem histórica do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema**, Pelotas/Rs, v. 8, n. 1, p. 1<sup>-</sup>3, 2011.

RIBEIRO, Saimom Poczapski Noro. **Transformações de uso, cobertura e fragmentação da paisagem na Floresta Ombrófila Mista**. 2022. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2022.

RIO GRANDE DO SUL. 2002. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. FATEC/SEMA. Disponível em: <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/index.php>. Acesso em: 25 mar. 2024.

RODRIGUES, Maisa Isabela. **O manejo florestal na Amazônia e a viabilidade financeira dos ciclos de corte**. 2020. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília - Df, 2020.

ROZENDAAL, Danaë M. A. *et al.* Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. **Science Advances**, v. 5, n. 3, p. 1<sup>-</sup>10, mar. 2019.

SANQUETTA, C. R., MATTEI, E. **Perspectivas de recuperação e manejo sustentável das florestas de araucária**. 1o ed. Curitiba, PR: Multi-Graphic Gráfica, 2006.

SANQUETTA, Carlos Roberto *et al.* Relações diâmetro-altura para espécies lenhosas em um fragmento de floresta Ombrófila Mista no Sul do Paraná. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 68, n. 1, p. 103–114, 2013.

SANTA CATARINA. Everton Vieira. Epagri/Ciram. **Mapeamento de uso e cobertura da terra em pequenas propriedades rurais familiares catarinenses**. 2021. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/03/03/mapeamento-de-uso-e-cobertura-da-terra-em-pequenas-propriedades-rurais-familiares-catarinenses/>. Acesso em: 1 jul. 2024.

SANTOS, Sidinei Rodrigues dos. **Estudo anatômico do lenho e descrição morfológica de cinco espécies sul-rio-grandenses da família Rhamnaceae**. 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

SANTOS, William de Sousa *et al.* Análise florística-fitossociológica e potencial madeireiro em área de caatinga submetida a manejo florestal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v.13, n.3, p.203-211, jul-set, 2017.

SCHILLING, Ana Cristina; BATISTA, JOÃO LUIS FERREIRA. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasil. Bot.**, v.31, n.1, p.179<sup>-</sup>187, jan.-mar. 2008.

SCHMITZ, Hellen Marilin. **Produção de madeira em florestas secundárias de SC: ecologicamente viável e socialmente desejável**. 2013, 114 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SCHNEIDER, Paulo Renato. **Análise de regressão aplicada a engenharia florestal**. Santa Maria, RS: UFSM/CEPEF, 1997. 217p.

SCIPIONI, Marcelo Callegari *et al.* Forest edge effects on the phytosociological composition of an araucaria forest fragment in southern Brazil. **Floresta**, v. 48, n. 4, p. 483, 2 out. 2018.

**SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Concessões Florestais em Andamento.** 2023.

Disponível em: <https://www.gov.br/florestal/pt-br/assuntos/concessoes-e-monitoramento/concessoes-florestais-em-andamento>. Acesso em: 05 mar. 2024.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Florestal Nacional:** principais resultados: Paraná. Brasília, DF: MMA, 2018b. 84 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN).

Disponível em: [SNIF - Publicações \(florestal.gov.br\)](https://www.gov.br/florestal/pt-br/publicacoes) . Acesso em: 25 mar. 2024.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Florestal Nacional:** principais resultados: Rio Grande do Sul. Brasília, DF: MMA, 2018c. 83 p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: [SNIF - Publicações \(florestal.gov.br\)](https://www.gov.br/florestal/pt-br/publicacoes) . Acesso em: 25 mar. 2024.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Florestal Nacional:** principais resultados: Santa Catarina. Brasília, DF: MMA, 2018a. 106 p. (Série Relatórios Técnicos – IFN).

Disponível em: [SNIF - Publicações \(florestal.gov.br\)](https://www.gov.br/florestal/pt-br/publicacoes). Acesso em: 25 mar. 2024.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Inventário Florestal Nacional:** principais resultados: Município de Caçador - SC. Brasília, DF: MAPA, 2019. 80p. (Série Relatórios Técnicos - IFN). Disponível em: [SNIF - Publicações \(florestal.gov.br\)](https://www.gov.br/florestal/pt-br/publicacoes). Acesso em: 25 mar. 2024.

SILVA, Adriele Gomes da *et al.* O manejo florestal sustentável da Caatinga. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.7, n.5, maio. 2021.

SILVA, Ana Carolina da. 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.

SILVA, Dimas Agostinho da *et al.* Avaliação das propriedades energéticas de resíduos de madeiras tropicais com uso da espectroscopia NIR. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 561-568, dez. 2014.

SILVA, Kmila Gomes da; VENTURIN, Nelson.; CARVALHO, Warley Augusto Caldas. Fatores bióticos e abióticos que interferem na dinâmica de florestas tropicais brasileiras. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**. Mossoró, v. 10, n. 32, 2024.

SILVA, Ramon Felipe Bicudo da; BATISTELLA, Mateus; MORAN, Emilio Federico. Socioeconomic changes and environmental policies as dimensions of regional land transitions in the Atlantic Forest, Brazil. **Environmental Science & Policy**, v. 74, p. 14-22, ago. 2017.

SILVA, Victória Varela *et al.* Manejo da Floresta Ombrófila Mista a partir da distribuição diamétrica: uma revisão bibliográfica. **BIOFIX Scientific Journal**. v. 8, n. 1, p. 24-32, 2023.

SIMINSKI, Alexandre *et al.* Dynamics of Natural Regeneration: implications for landscape restoration in the atlantic forest, brazil. **Frontiers In Forests And Global Change**, v. 4, p. 1-15, mar. 2021.

SIQUEIRA, Maria Isabel de. Conservação ou preservação das riquezas naturais na América Portuguesa: o regimento do pau-brasil. **R. IHGB**, Rio de Janeiro, v. 170, n. 442, p. 125-140, jan./mar. 2009.

SIST, Plinio; FERREIRA, Fabricio Nascimento. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest Ecology And Management**, v. 243, n. 2-3, p. 199-209, maio 2007.

SOARES, Carlos Pedro Boechat *et al.* Equações hipsométricas, volumétricas e de taper para onze espécies nativas. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1039- 1051, 2011.

SOBRAL, L. *et al.* **Acertando o alvo**: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal / Roberto Smeraldi, José Adalberto de Oliveira Veríssimo. São Paulo: Amigos da Terra - Programa Amazônia; Piracicaba, SP: IMAFLORA; Belém, PA: AMAZON, 1999.

SOUZA, Agostinho Lopes de; SOARES, Carlos Pedro Boechat. **Florestas Nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa: Editora Ufv, 2013. 322 p.

SMITH, Joyotee *et al.* Why policy reforms fail to improve logging practices: the role of governance and norms in peru. **Forest Policy And Economics**, v. 8, n. 4, p. 458-469, jun. 2006.

STEPKA, Thiago Floriani *et al.* Growth of *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis* and *Ocotea porosa* in different locations within the *Araucaria* forest in the southern Brazil. **Forest Ecology And Management**, v. 486, p. 118941, abr. 2021.

STEPKA, Thiago Floriani *et al.* Prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista com os métodos razão de movimentos e matriz de transição. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 327-335, 27 dez. 2010.

STEVANATO, Mayra; COLAVITE, Ana Paula; PAROLIN, Mauro. Proteção das Florestas do Brasil - Contexto histórico e atual da Política Pública Ambiental Brasileira. **Élisée - Revista de Geografia da Ueg**, Goiás, v. 11, n. 02, p. e112226, 12 dez. 2022.

THOMAS, P. 2013. *Araucaria angustifolia*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2013: e.T32975A2829141. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en>> Acesso em: 11 jan. 2024.

THUKRAL, Ashwani Kumar *et al.* New indices regarding the dominance and diversity of communities, derived from sample variance and standard deviation. **Heliyon**, v. 5, n. 10, p. e02606, out. 2019.

URAMOTO, Keiko; WALDER, Julio M.M.; ZUCCHI, Roberto A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: tephritidae) no campus luiz de queiroz, piracicaba, sp. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 1, p. 33-39, fev. 2005.

VALDIONES, Ana Paula *et al.* **A Evolução do setor madeireiro na Amazônia entre 1980 e 2020 e as oportunidades para o seu desenvolvimento inclusivo e sustentável na próxima década**. Belém: Imazon: Imaflora: Icv: Idesam, 2022. 50 p.

VAZ, Douglas Rufino *et al.* Old-growth and secondary Araucaria Forest characterization. **Trees, Forests And People**, v. 9, set. 2022.

VERÍSSIMO, Adalberto *et al.* **Áreas para Produção Florestal Manejada**: Detalhamento do Macrozoneamento Ecológico Econômico do Estado do Pará. Belém: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2006. 81p.

VIBRANS, Alexander C. *et al.* Generic and specific stem volume models for three subtropical forest types in southern Brazil. **Annals Of Forest Science**, v. 72, n. 6, p. 865-874, 14 abr. 2015.

VIBRANS, Alexander Christian *et al.* (2013) **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Floresta Ombrófila**. V. 3. Edifurb, Blumenau, 448 p.

VIBRANS, Alexander Christian *et al.* Inventário florístico florestal de Santa Catarina (IFFSC): aspectos metodológicos e operacionais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 291-302, nov./dez. 2010.

VIBRANS, Alexander Christian *et al.* Unprecedented large-area turnover estimates for the subtropical Brazilian Atlantic Forest based on systematically-gathered data. **Forest Ecology And Management**, v. 505, p. 119902, fev. 2022.

WENDLING, Ivar; ZANETTE, Flavio. (eds.). **araucária**: particularidades, propagação e manejo de plantios. Brasília: Embrapa, 2017.

WICKHAM, Hadley. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis**. Springer-Verlag New York, 2016.

ZAMBIAZI, Daisy Christiane *et al.* Timber stock recovery in a chronosequence of secondary forests in Southern Brazil: adding value to restored landscapes. **Forest Ecology And Management**, v. 495, p. 119352, set. 2021.

ZAMBIAZI, Daisy Christiane. **Evolução do volume de madeira em floresta secundária da Mata Atlântica em Santa Catarina**. 2017, 95 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

ZANCHETTI, Flavio. **Impacto do manejo florestal na conservação das florestas e de espécies da flora ameaçadas de extinção no estado de Santa Catarina**. 2020. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Perícias Criminais Ambientais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

**APÊNDICE A – ESTATÍSTICAS DE AJUSTE DOS 5 MODELOS LINEARES (M1, M2, M3, M4 E M5) E 4 MODELOS NÃO LINEARES (M6, M7, M8, M9), TESTADOS EM ALTURA TOTAL E DE FUSTE PARA AS ESPÉCIES DE FOLHOSAS MESURADAS, NA ÁREA EXPERIMENTAL FLORESTAL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, CURITIBANOS.**

Modelo	Autor	Altura	Parâmetros			Erro padrão			p-valor	AIC	R2*	Syx	Syx (%)	FM
			a	b	c	a	b	c						
m1	Linear Simples	Ht	7,6384	0,1879	-	0,273	0,010	-	SG	914,28	0,629	2,114	17,66	-
		Hf	4,7466	0,0567	-	0,288	0,011	-	SG	937,47	0,122	2,234	36,88	-
m2	Henricksen	Ht	-3,0189	5,0145	-	0,912	0,301	-	SG	944,03	0,572	2,269	18,96	-
		Hf	1,4235	1,5504	-	0,901	0,297	-	SG	938,94	0,116	2,241	36,99	-
m3	Torey	Ht	7,5480	0,1945	-	0,543	0,038	0,001	SG	916,24	0,629	2,119	17,70	-
		Hf	4,2028	0,0993	0,0006	0,572	0,040	0,001	NS	938,25	0,127	2,233	36,86	-
m4	Stoffels	Ht	1,3010	0,3824	-	0,076	0,025	-	SG	927,21	0,606	2,180	18,21	1,018
		Hf	1,0458	0,2253	-	0,163	0,054	-	SG	938,31	0,120	2,238	36,95	1,086
m5	Curtis	Ht	2,8615	-	-	0,036	0,577	-	SG	982,63	0,492	2,487	20,78	1,021
		Hf	1,9591	7,3714	-	0,071	1,147	-	SG	944,28	0,095	2,270	37,48	1,087
m6	Power Model	Ht	4,7414	0,6416	-	0,290	0,011	-	SG	918,59	0,621	2,135	17,84	-
		Hf	2,5064	0,4157	-	0,389	0,032	-	SG	937,46	0,122	2,234	36,88	-
m7	Exponencial de 3 parametros	Ht	203,2	195,7	0,001	1037	1036	0,005	NS	916,24	0,629	2,119	17,70	-
		Hf	10,7948	6,4864	0,0145	5,947	5,342	0,021	NS	938,65	0,125	2,235	36,90	-
m8	Weib	Ht	577,5	0,006	0,4122	21060	0,2163	0,1828	NS	927,99	0,608	2,179	18,20	-
		Hf	144,2	0,0197	0,2574	14430	1,977	0,612	NS	939,93	0,120	2,241	36,99	-
m9	Gompertz	Ht	36,6791	1,5573	0,0143	12,832	0,304	0,005	SG	915,87	0,629	2,117	17,69	-
		Hf	9,7937	0,8113	0,0241	3,205	0,230	0,022	NS	938,41	0,126	2,233	36,86	-

**Legenda:** Ht e Hf = altura total e altura de fuste, respectivamente; SG = Significante, p-valor inferior a 0,05; NS = Não significativa, p-valor superior a 0,05; AIC= Critério de informação de Akaike; R<sup>2</sup>\*= pseudo-coeficiente de determinação; Syx= Erro padrão da estimativa (m); FM= Fator de correção de Meyer

