

## ANEXO 13B

# INVENTÁRIO FLORESTAL DA FLONA DE CHAPECÓ

## Sumário

1. Introdução.....	6
2. Contextualização da Floresta Nacional de Chapecó   Caracterização Física-Ambiental e Zona de Manejo .....	7
2.1 Aspectos Físico e Ambientais .....	7
2.2 Identificação das Áreas.....	13
3. Metodologia.....	20
3.1 Amostragem.....	20
3.2 Processamento.....	28
3.3 Estimativa dos Produtos Não Madeireiros .....	36
4. Resultados .....	38
4.1 Produtos Florestais Madeireiros (PFM).....	38
4.2 Produtos Florestais Não Madeireiros (PFM) .....	80
5. Considerações Finais.....	82
6. Referências Bibliográficas.....	84

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Caracterização das Áreas Inventariadas.....	16
Tabela 2 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas em cada Subnível de Amostragem nos Plantios com Araucaria.....	24
Tabela 3 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas em cada Subnível de Amostragem nos Plantios com Pinus e Eucalyptus.....	24
Tabela 4 Códigos de Qualidade Utilizados .....	27
Tabela 5 Formas de Vida da Regeneração Natural.....	27
Tabela 6 Classes de Alturas da Regeneração Natural.....	28
Tabela 7 Equações Hipsométricas Utilizadas.....	28
Tabela 8 Equações Volumétricas Utilizadas .....	29
Tabela 9 Classes de Uso e Sortimentos Considerados.....	30
Tabela 10 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Araucaria angustifolia</i> .....	40
Tabela 11 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Araucaria angustifolia</i> .....	40
Tabela 12 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> .....	41
Tabela 13 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Talhão dos Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> .....	41
Tabela 14 Análise Estatística para <i>Araucaria angustifolia</i> .....	43
Tabela 15 Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2).....	45
Tabela 16 Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2).....	47
Tabela 17 Caracterização da Regeneração Natural Estabelecida Sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2).....	47
Tabela 18 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Pinus elliottii</i> .....	53
Tabela 19 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Pinus elliottii</i> .....	53
Tabela 20 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de <i>Pinus elliottii</i> .....	54
Tabela 21 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de <i>Pinus elliottii</i> .....	54
Tabela 22 Análise Estatística para <i>Pinus elliottii</i> .....	57
Tabela 23 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Pinus taeda</i> .....	59
Tabela 24 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Pinus taeda</i> .....	59

Tabela 25 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de <i>Pinus taeda</i> .....	60
Tabela 26 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de <i>Pinus taeda</i> .....	60
Tabela 27 Análise Estatística para <i>Pinus taeda</i> .....	62
Tabela 28 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Pinus</i> sp.....	64
Tabela 29 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Pinus</i> sp.....	64
Tabela 30 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de <i>Pinus</i> sp.....	65
Tabela 31 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de <i>Pinus</i> sp.....	65
Tabela 32 Análise Estatística para <i>Pinus</i> sp.....	68
Tabela 33 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Eucalyptus</i> sp. ....	71
Tabela 34 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Eucalyptus</i> sp.....	71
Tabela 35 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de <i>Eucalyptus</i> sp.....	72
Tabela 36 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de <i>Eucalyptus</i> sp.....	72
Tabela 37 Análise Estatística para <i>Eucalyptus</i> sp.....	74
Tabela 38 Síntese da Estimativa Volumétrica do Inventário Florestal dos Plantios por Espécie na FLONA de Chapecó.....	75
Tabela 39 Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus elliottii</i> , <i>Pinus taeda</i> , <i>Pinus</i> sp. e <i>Eucalyptus</i> sp. (Nível F2).....	77
Tabela 40 Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2).....	79
Tabela 41 Estimativa da Produção de Resina nos Talhões de <i>Pinus elliottii</i> .....	80
Tabela 42 Estimativa da Produção de Erva-mate nos Talhões de <i>Araucaria</i> , <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> .....	81
Tabela 43 Estimativa da Produção de Pinhão nos Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i> .....	81

## Lista de Figuras

Figura 1 Localização da Floresta Nacional de Chapecó .....	8
Figura 2 Mapa de Solos Recortado para a Área da FLONA de Chapecó .....	9
Figura 3 Localização da FLONA de Chapecó no Mapa de Classificação da Vegetação Brasileira .....	11
Figura 4 Localização da FLONA de Chapecó no Mapa de Regiões Geomorfológicas .....	12
Figura 5 Zoneamento da FLONA de Chapecó e Localização dos Talhões – Glebas I e III .....	14
Figura 6 Zoneamento da FLONA de Chapecó e Localização dos Talhões – Gleba II .....	15
Figura 7 Talhões de Araucária Localizados na FLONA de Chapecó .....	17
Figura 8 Talhões de Eucalyptus Localizados na FLONA de Chapecó .....	18
Figura 9 Talhões de Pinus Localizados na FLONA de Chapecó .....	19
Figura 10 Localização das Unidades Amostrais na FLONA de Chapecó – Glebas I e III .....	21
Figura 11 Localização das Unidades Amostrais na FLONA de Chapecó – Gleba II .....	22
Figura 12 Formas e Dimensões das Unidades Amostrais Instaladas na FLONA de Chapecó .....	23
Figura 13 Critérios para Medição dos CAPs .....	26
Figura 14 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Araucaria angustifolia</i> .....	39
Figura 15 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Araucaria angustifolia</i> .....	42
Figura 16 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2) .....	44
Figura 17 Distribuição do Número de Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2) .....	44
Figura 18 Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2) .....	46
Figura 19 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3) .....	49
Figura 20 Densidade de Regenerantes Estabelecidos sob os Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i> .....	49
Figura 21 Distribuição do Número de Indivíduos Por Classe de Altura da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3) .....	50
Figura 22 Distribuição de Indivíduos por Classe de Forma de Vida da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3) .....	50
Figura 23 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus elliottii</i> .....	51
Figura 24 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus elliottii</i> .....	56

Figura 25 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus taeda</i> .....	58
Figura 26 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus taeda</i> .....	61
Figura 27 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus sp</i> .....	63
Figura 28 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus sp</i> .....	67
Figura 29 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Eucalyptus sp</i> .....	69
Figura 30 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Eucalyptus sp</i> .....	73
Figura 31 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus elliottii</i> , <i>Pinus taeda</i> , <i>Pinus sp.</i> e <i>Eucalyptus sp.</i> (Nível F2).....	76
Figura 32 Distribuição dos Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus elliottii</i> , <i>Pinus taeda</i> , <i>Pinus sp.</i> e <i>Eucalyptus sp.</i> (Nível F2).....	76
Figura 33 Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus elliottii</i> , <i>Pinus taeda</i> , <i>Pinus sp.</i> e <i>Eucalyptus sp.</i> (Nível F2).....	79

## Lista de Apêndices

Apêndice 13-B-1 - Tabela de Sortimentos

Apêndice 13-B-2 – Banco de Dados (.xlsx)

## 1. Introdução

Com objetivo de fornecer informações aos interessados na concessão das Florestas Nacionais (FLONAs) de Irati (UMF I), Chapecó (UMF II) e Três Barras (UMF III), este anexo apresenta o Diagnóstico dos Produtos Florestais Madeireiros (PFM) e Não Madeireiros (PFNM) da FLONA de Chapecó. O presente documento, disponibilizado pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB) não apresenta, perante as licitantes e a futura concessionária, qualquer caráter vinculativo ou qualquer efeito do ponto de vista da responsabilidade do Poder Concedente.

O inventário florestal aqui apresentado abrange os talhões com plantios florestais com *Araucaria*, *Eucalyptus* e *Pinus* localizados na Zona de Manejo Florestal (ZMF) relevantes ao diagnóstico dos PFM e PFNM da FLONA de Chapecó (UMF II).

Considerando a inexistência de arquivos shapefiles referentes aos limites dos talhões e das zonas de uso da FLONA de Chapecó, foi necessário reconstituir tais limites com base nos mapas disponíveis em seu Plano de Manejo (PMUC). Mudanças foram identificadas nos limites dos talhões apresentados nos mapas mencionados e aqueles observados quando da elaboração do presente estudo técnico, em função do período transcorrido desde a elaboração dos respectivos mapas. Diante disso, a atualização dos limites dos talhões foi realizada com base na interpretação visual de imagens de satélite (Sentinel 2B e World View 2), o que, em alguns casos, acarreta em diferenças das áreas aqui apresentadas e aquelas constantes no PMUC.

O presente relatório foi concebido em conformidade com o respectivo Termo de Referência (Anexo I – Pregão Eletrônico nº 45/2020 BNDES) e metodologia sugerida e aplicada pelo Consórcio FGV-STCP-MANESCO e apresenta resultados sobre os principais PFMs e PFNMs, de origem plantada e de ocorrência natural, a composição, estrutura e capacidade produtiva dos produtos florestais da FLONA de Chapecó (UMF II), para fins de exploração comercial, através das concessões florestais.

## **2. Contextualização da Floresta Nacional de Chapecó | Caracterização Física-Ambiental e Zona de Manejo**

Esse capítulo apresenta breve caracterização dos aspectos físico-ambientais e a identificação das áreas objeto do inventário florestal na Zona de Manejo Florestal Sustentável (ZMFS), as quais são relevantes ao diagnóstico dos PFM e PFNM da Floresta Nacional de Chapecó.

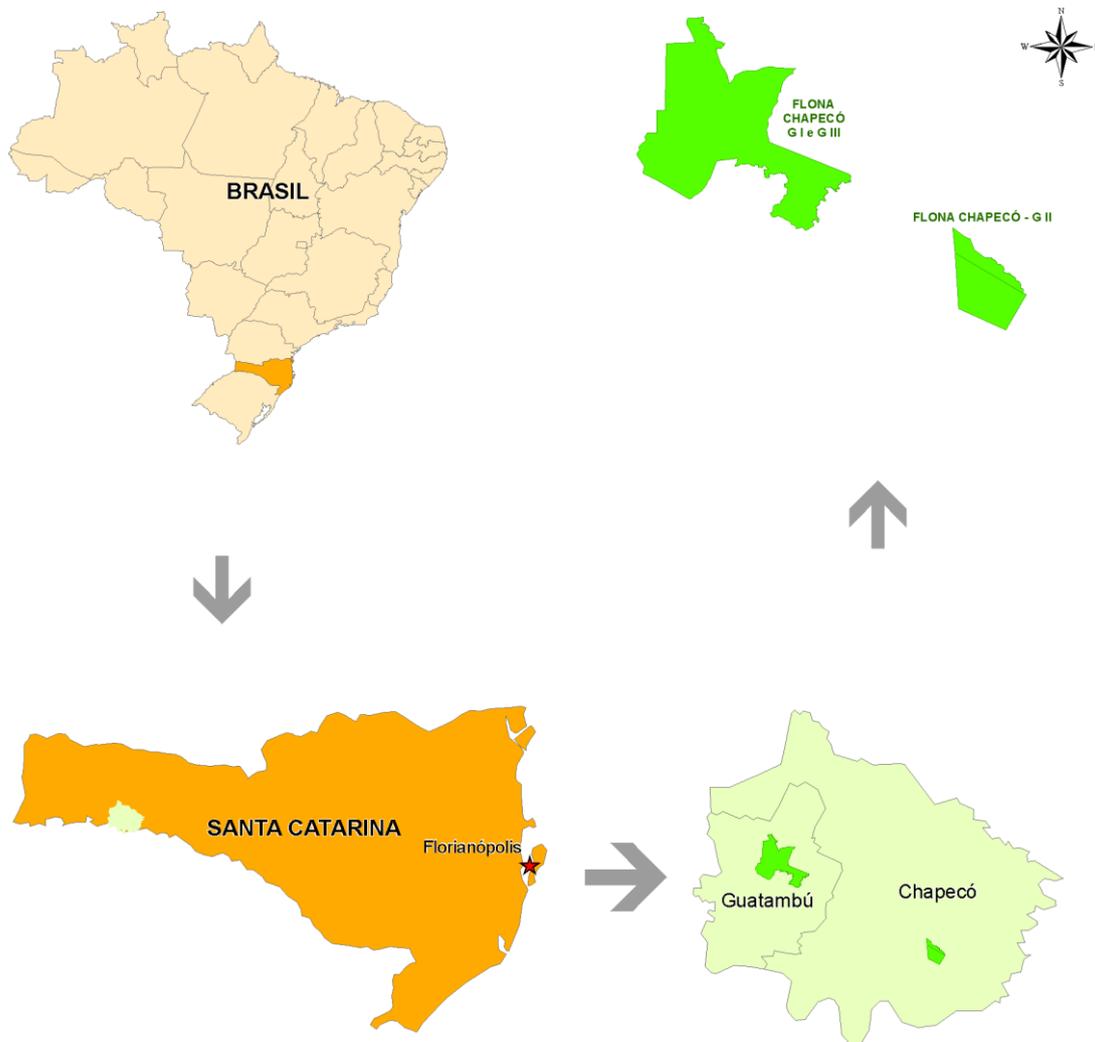
### **2.1 Aspectos Físico e Ambientais**

Esta seção apresenta um breve descritivo da caracterização dos principais aspectos relacionados à abrangência física, condições climáticas, edáficas (solos), fitofisionomia e relevo predominante na região e dentro da FLONA de Chapecó.

#### **2.1.1 Abrangência Física**

A FLONA de Chapecó está situada a cerca de 570 km de Florianópolis, no oeste do estado de Santa Catarina, nos municípios de Guatambu e Chapecó, integrantes da microrregião de Chapecó. Engloba 1.590,60 hectares, divididos em 3 glebas, sendo: (i) Gleba I: área de 1.287,54 hectares, onde está instalada a sede da FLONA Chapecó, localizada no município de Guatambu; (ii) Gleba II: área de 302,62 hectares localizada no município de Chapecó; (iii) Gleba III: área de 0,43 ha, situada às margens da Rodovia BR/SC-283, próxima à Gleba I no município de Guatambu ([Figura 1](#) ~~Figura 1~~).

**Figura 1**  
**Localização da Floresta Nacional de Chapecó**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 2.1.2 Clima

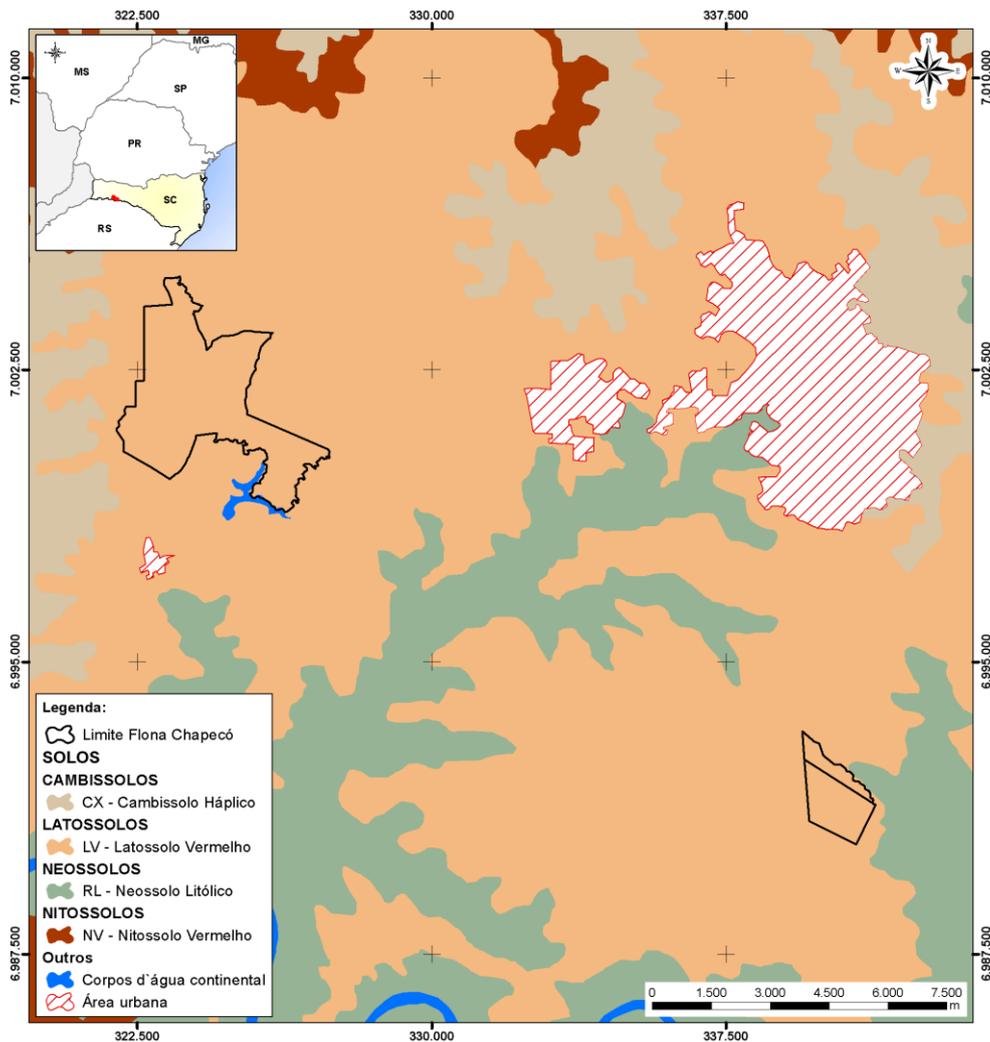
Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo “Cfa” (Alvares et al., 2013), subtropical, com chuvas bem distribuídas durante o ano e com temperatura média mensal superior a 22 °C. A precipitação média anual corresponde a 2.007 mm, variando entre um máximo de 187,7 mm (janeiro) e um mínimo de 124,5 mm (março) (ICMBio, 2013).

### 2.1.3 Solos

Na área da FLONA de Chapecó predominam solos do tipo Latossolo Bruno/Vermelho-Escuro Álico ([Figura 2](#)), que correspondem a solos minerais, não hidromórficos, muito profundos, com textura muito argilosa, de bem a acentuadamente drenados e derivados das rochas que compõem a Formação Serra Geral. Ocupam as superfícies mais elevadas e aplainadas da paisagem, perfazendo a quase totalidade das duas glebas da área da FLONA Chapecó, coincidindo com a ocorrência do relevo de campos. Possuem boas condições físicas e um relevo favorável à mecanização.

**Figura 2**

**Mapa de Solos Recortado para a Área da FLONA de Chapecó**



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

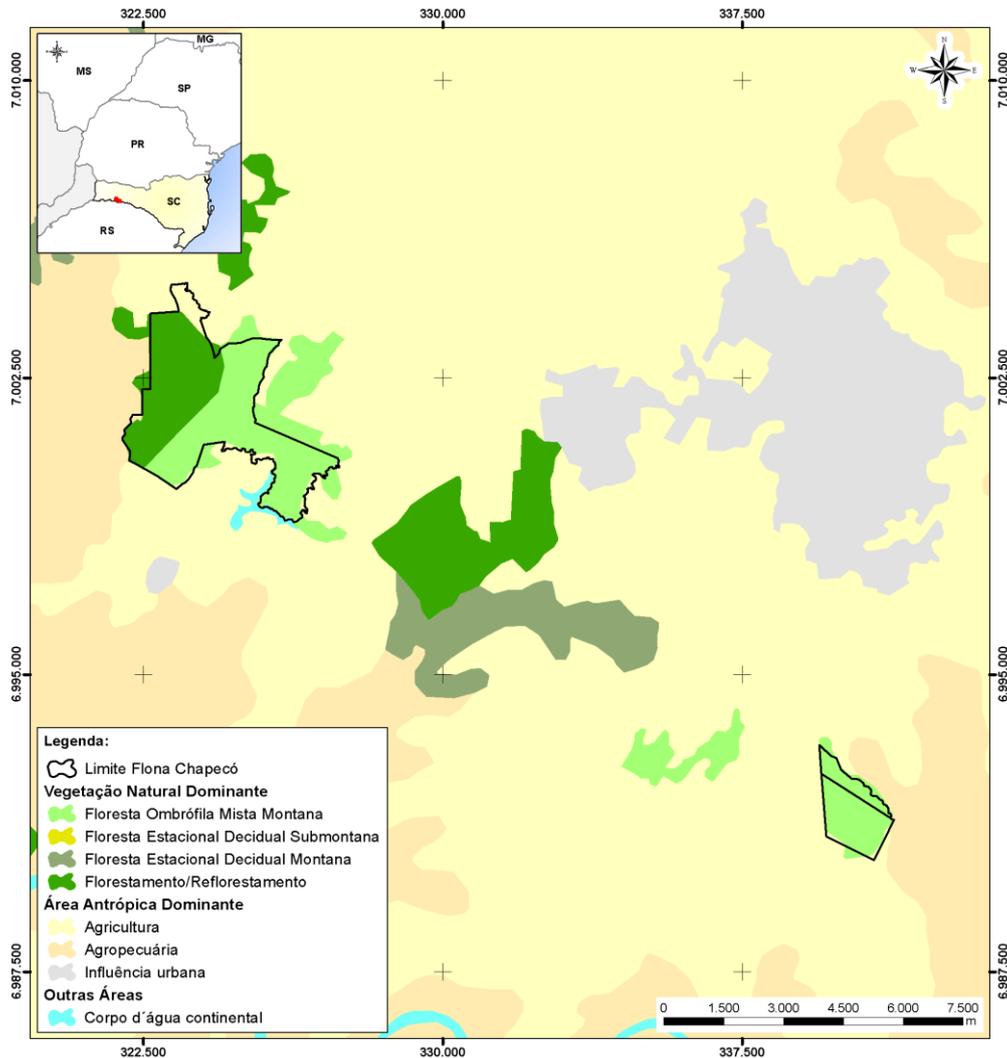
#### 2.1.4 Fitofisionomia

A configuração fitogeográfica do Estado de Santa Catarina, integralmente representada por formações vegetais pertencentes ao Bioma Mata Atlântica, é marcada pela predominância de ecossistemas florestais referentes à Floresta Ombrófila Densa (ou Mata Atlântica sentido restrito), Floresta Ombrófila Mista (ou Floresta de Araucárias) e à Floresta Estacional Decidual (ou Floresta Subtropical da Bacia do Uruguai), e presença localizada de ecossistemas associados como restingas e manguezais no litoral e campos de altitude nas serras e planaltos (ICMBIO, 2013).

A fitofisionomia em que a FLONA de Chepecó está inserida é a Floresta Ombrófila Mista (~~Figura 3~~~~Figura 3~~) e é considerada um dos cenários mais heterogêneos e complexos da região sul, tendo como espécie de maior relevância a Araucária (*Araucaria angustifolia*). A paisagem atual de todas as glebas da FLONA de Chapecó é marcada pela heterogeneidade de feições vegetais. Em suas áreas destaca-se a dominância de fisionomias florestais, de formação natural representada por remanescente de Floresta Ombrófila Mista e de caráter artificial representado pelos plantios com espécies exóticas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*.

**Figura 3**

**Localização da FLONA de Chapecó no Mapa de Classificação da Vegetação Brasileira**



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

### 2.1.5 Relevo

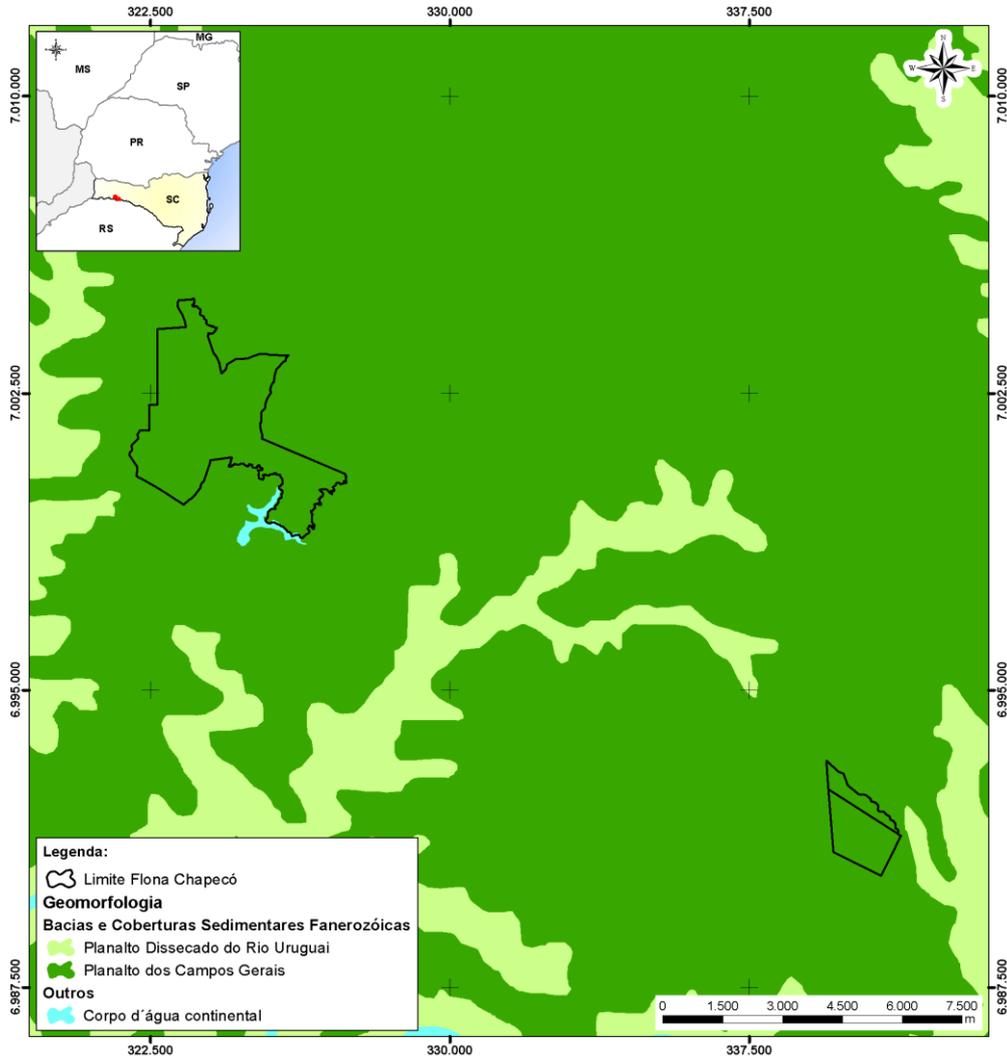
A FLONA de Chapecó está localizada na unidade geomorfológica Planalto de Chapecó, a qual faz parte da região geomorfológica Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai e Planalto dos Campos Gerais (

[Figura 4](#)

[Figura 4](#)). As altitudes desta unidade geomorfológica variam de 300 a 1.500 m. É importante destacar que essa é uma área divisora de drenagem, isso porque ocorre uma dissecção ao longo dos principais rios (SANTA CATARINA, 1991; THOMÉ, 1999; HORN FILHO, 2017).

**Figura 4**

**Localização da FLONA de Chapecó no Mapa de Regiões Geomorfológicas**



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

A geomorfologia da Gleba I tem formas de relevo diversas. A maior parte da gleba é representada por vales abertos em forma de “U”. As feições mais relevantes encontradas na gleba correspondem a topos de morro planos, topos de morro, ombreiras de rift e áreas identificadas como colo entre dois morros. As cotas altimétricas variam entre 520 m e 617 m (ponto mais alto) ICMBIO (2013).

A geomorfologia da Gleba II é representada por relevo de dissecção em outeiros ou morrarias, constituída pelos mesmos elementos que a Gleba I. Apresenta, no entanto, diversos vales encaixados na forma de “V” e rupturas com declives mais acentuados, justamente onde estão localizadas as escarpas dos morros. As cotas altimétricas alcançam 730 m no ponto mais alto e 575 m no ponto mais baixo ICMBIO (2013).

## 2.2 Identificação das Áreas

O diagnóstico e quantificação dos produtos madeireiros e não madeireiros foi realizado nos talhões de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. localizados nas Zonas de Manejo Florestal Sustentável (ZMFS). Além dos talhões localizados na ZMF, o estudo contemplou parte de um talhão (talhão 04) que fica na Zona de Uso Especial. De acordo com o Plano de Manejo da FLONA de Chapecó (FNC), a ZMFS compreende as áreas de floresta nativa ou plantada, com potencial econômico para o manejo florestal sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

As áreas inventariadas na FLONA de Chapecó estão subdivididas em Glebas, distantes 32 km, sendo que a Gleba I abrange o maior número de talhões com espécies exóticas, enquanto a Gleba II abrange um talhão de *Pinus*.

- ▣ Zona de Manejo Florestal – Gleba I: contempla área de 789,85 ha, sendo 430,43<sup>1</sup> ha ocupados por plantios com *Araucaria*, *Pinus* e *Eucalyptus*;
- ▣ Zona de Uso Especial – Gleba I: contempla área de 5,85 ha, sendo 4,08 ha ocupados por plantios com *Pinus elliottii*, pertencentes ao Talão 04 (T04);
- ▣ Zona de Manejo Florestal – Gleba II: contempla área de 196,55 ha, sendo 12,97 ha de plantios com *Pinus*.

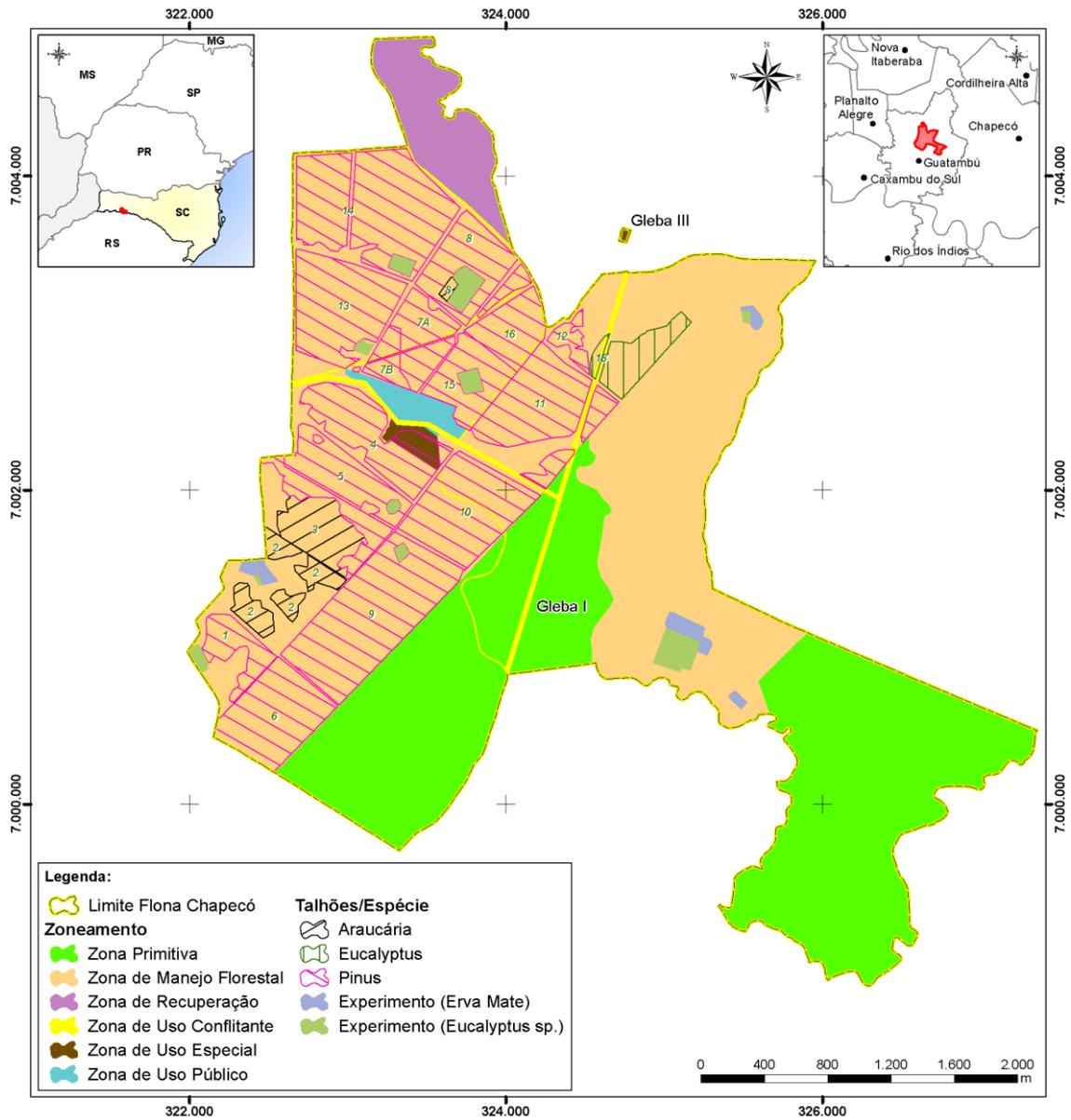
Na ~~Figura 5~~ e ~~Figura 6~~ é apresentado o zoneamento e localização dos talhões nas respectivas zonas de uso nas Glebas I e III e Gleba II, respectivamente. Em toda ZMF existem 20 talhões com plantios florestais, sendo 19 talhões (Glebas I e III) e 01 talhão na Gleba II (~~Tabela 1~~).

---

<sup>1</sup> Esse quantitativo não contempla 10,74 ha referentes ao talhão 01 – *Pinus elliottii*, o qual sofreu corte raso.

Figura 5

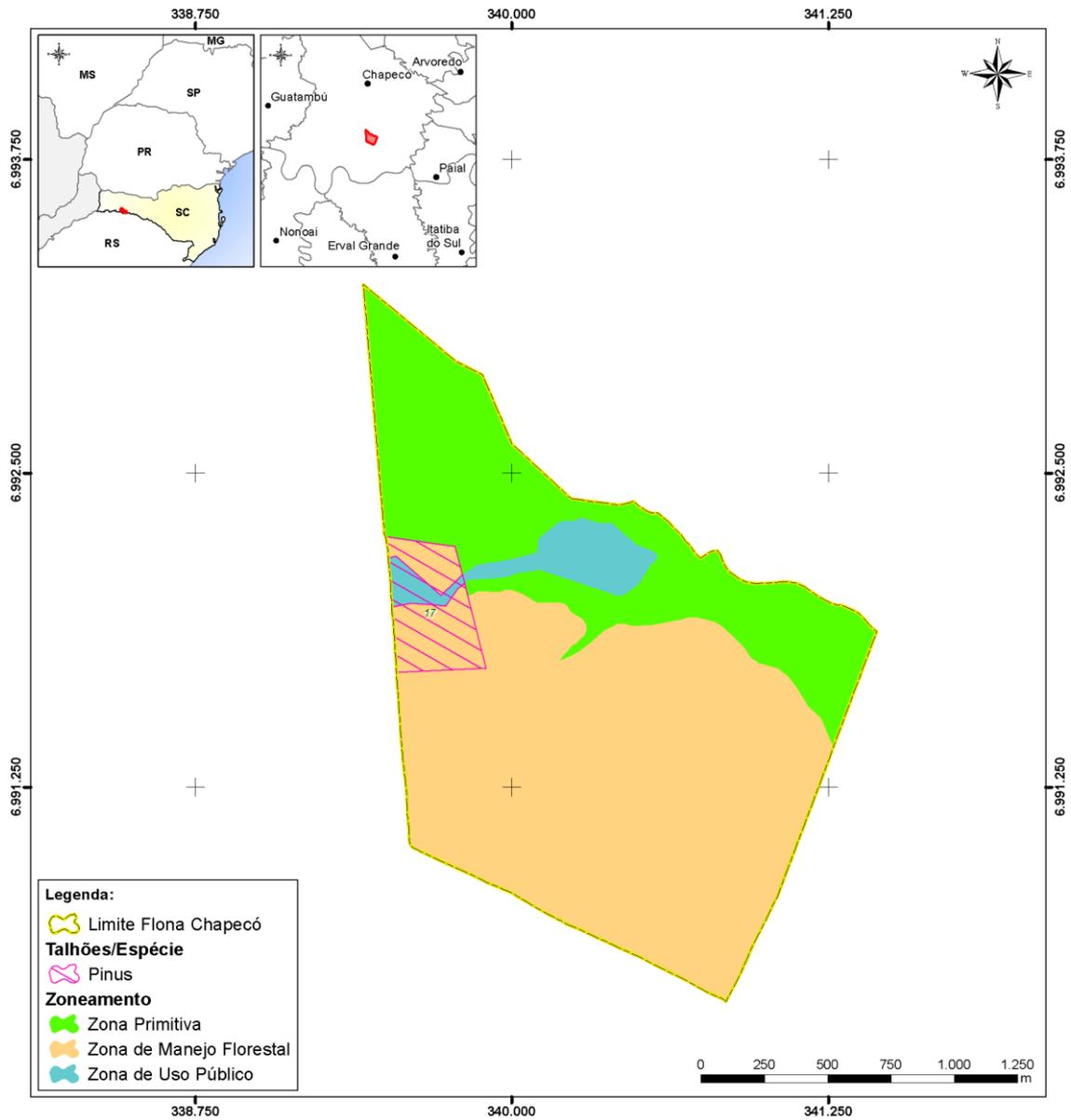
Zoneamento da FLONA de Chapecó e Localização dos Talhões – Glebas I e III



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 6**

**Zoneamento da FLONA de Chapecó e Localização dos Talhões – Gleba II**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 1**  
**Caracterização das Áreas Inventariadas**

ZONA	GLEBA	ÁREA (ha)	ESPÉCIE	Nº TALHÕES	ÁREA (ha)	%
Zona de Manejo Florestal	Gleba I	789,85	<i>Araucaria angustifolia</i>	3	30,97	6,9%
			<i>Eucalyptus</i> sp,	1	13,91	3,1%
			<i>Pinus elliottii</i>	7	134,98 <sup>1/</sup>	30,2%
			<i>Pinus taeda</i>	4	116,19	26,0%
			<i>Pinus</i> sp,	4	134,38	30,0%
			Subtotal	19	430,43	96,2%
	Gleba II	196,55	<i>Pinus</i> sp,	1	12,97	2,9%
			Subtotal	1	12,97	2,9%
Zona de Uso Especial	Gleba I	5,85	<i>Pinus elliottii</i>	1(T04)	4,08	0,9%
			Subtotal	1	4,08	0,9%
Total		1.001,28		21	447,48	100%

<sup>1/</sup>Esse quantitativo não contempla 10,74 ha referentes ao talhão 01, o qual sofreu corte raso. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na ~~Figura 7~~~~Figura 7~~, ~~Figura 8~~~~Figura 8~~ e ~~Figura 9~~~~Figura 9~~ são apresentadas imagens dos plantios de Araucaria, Eucalyptus e Pinus, respectivamente, localizados na FLONA de Chapecó.

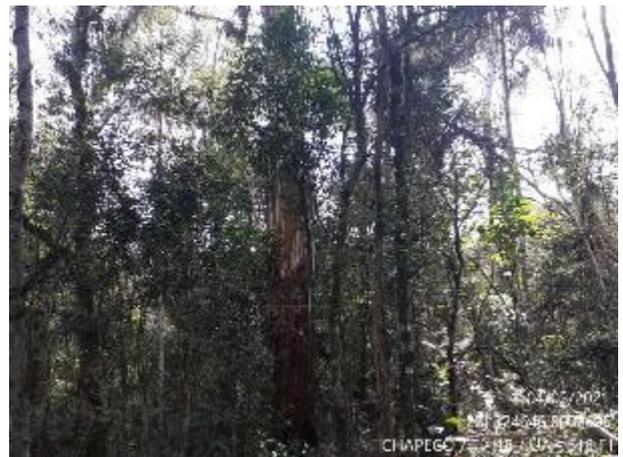
**Figura 7**

**Talhões de Araucária Localizados na FLONA de Chapecó**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 8**  
**Talhões de Eucalyptus Localizados na FLONA de Chapecó**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 9**

**Talhões de Pinus Localizados na FLONA de Chapecó**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 3. Metodologia

Esta seção apresenta a metodologia adotada para realização do inventário florestal visando fornecer informações sobre a composição, estrutura e capacidade produtiva da floresta, para diagnóstico e quantificação de produtos madeireiros e não madeireiros da FLONA de Chapecó. A mesma detalha aspectos relacionados ao planejamento dos pontos amostrais, a coleta, compilação e processamento dos dados e informações coletadas.

#### 3.1 Amostragem

O diagnóstico e quantificação dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros foram realizados por meio de amostragem nas áreas objeto de avaliação. Conforme Husch et al. (1982), amostragem é um processo que consiste em observar uma porção da população, para se obter estimativas representativas do todo.

##### 3.1.1 Processo de Amostragem

O processo de amostragem refere-se à abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). Para este trabalho foi adotado o processo de Amostragem Aleatória Estratificada. Nesta metodologia, estratos foram definidos como porções de áreas que possuem plantios florestais com características e tratamentos semelhantes. Nesse sentido, a estratificação das áreas visa reduzir a variância dentro dos estratos e, conseqüentemente, o esforço amostral. Para a estratificação das áreas as variáveis consideradas foram: (i) espécie de plantio, (ii) idade, (iii) volume e (iv) densidade (de indivíduos).

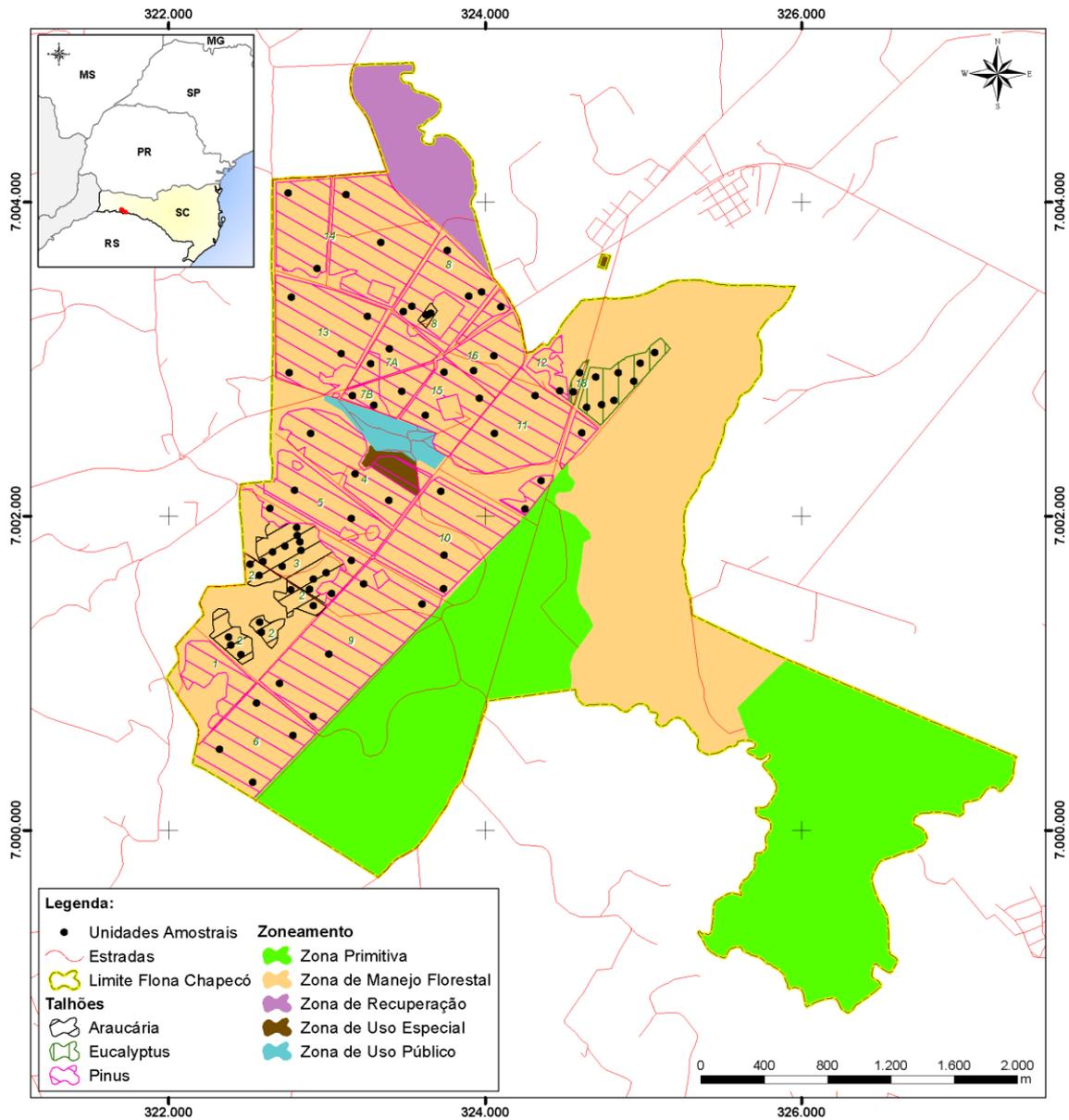
As unidades amostrais foram distribuídas aleatoriamente em cada estrato por meio de grades de coordenadas UTM - *Universal Transversa de Mercator*<sup>2</sup>, cujas localizações são apresentadas na [Figura 10](#) e [Figura 11](#).

---

<sup>2</sup> UTM ou Universal Transversa de Mercator utiliza um sistema de coordenadas cartesianas bidimensionais para fornecer localizações geográficas na superfície da Terra.

**Figura 10**

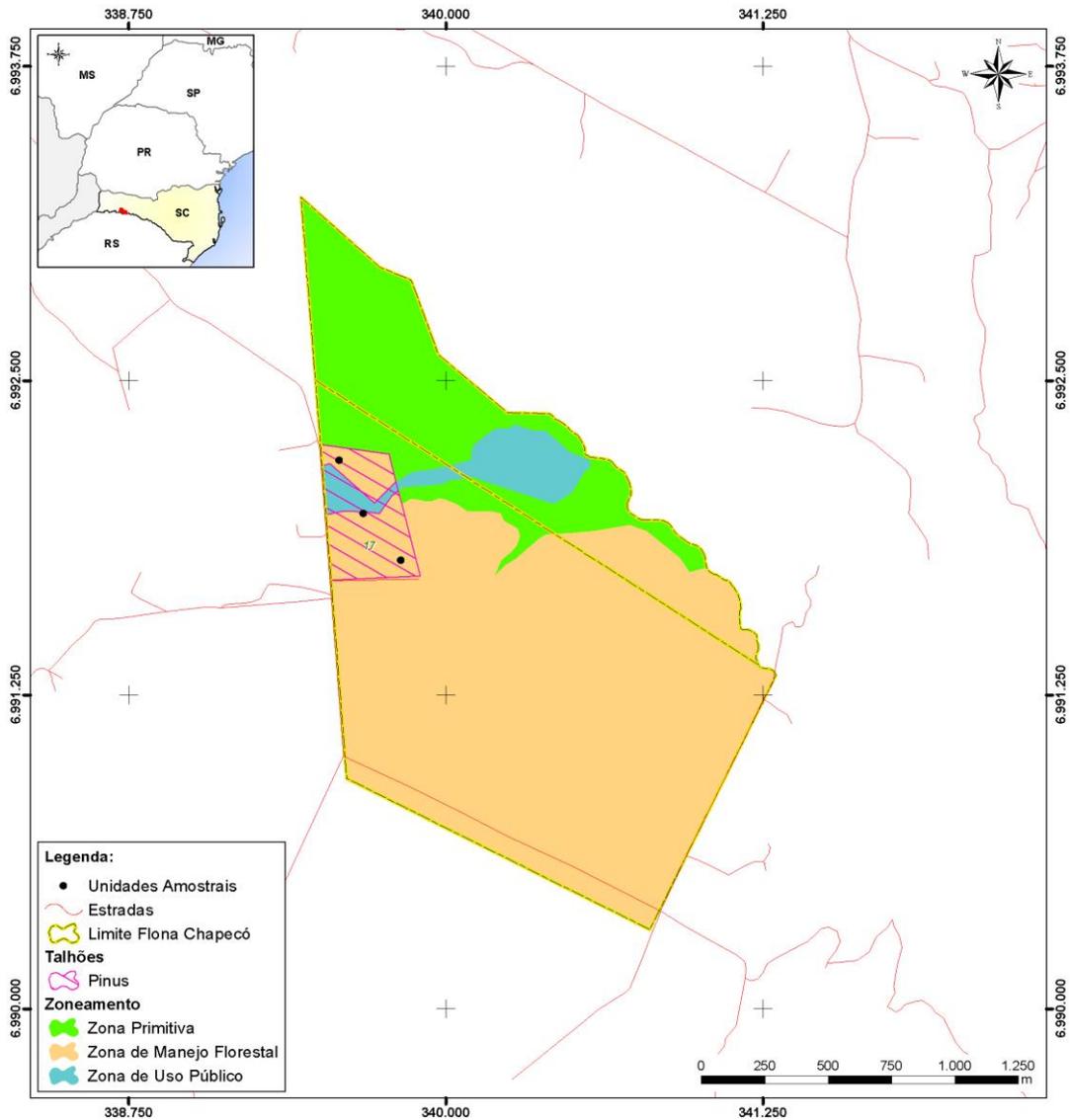
**Localização das Unidades Amostrais na FLONA de Chapecó – Glebas I e III**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 11**

**Localização das Unidades Amostrais na FLONA de Chapecó – Gleba II**



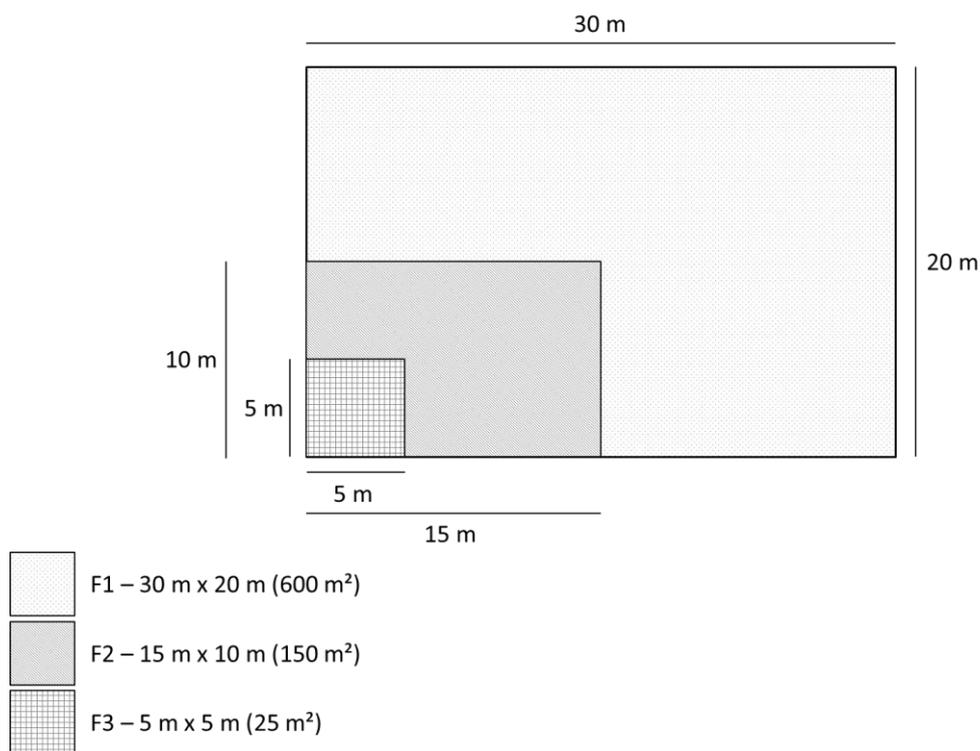
Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 3.1.2 Método de Amostragem

Método de amostragem é a abordagem da população referente a uma única unidade amostral. O método empregado neste estudo foi o de Área Fixa. Neste método de amostragem, a seleção dos indivíduos é feita proporcionalmente à área da unidade e, conseqüentemente, à frequência dos indivíduos que nela ocorrem (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Em cada ponto amostral foram avaliados três níveis de abordagem (F1, F2 e F3) para os talhões com *Araucaria angustifolia* e, dois níveis (F1 e F2) para os talhões com Pinus e Eucalyptus. Para isso foram instaladas e mensuradas três unidades amostrais de diferentes dimensões ([Figura 12](#)), considerando os diferentes objetivos e, conseqüentemente, os diferentes limites de inclusão considerados, conforme detalhado a seguir ([Tabela 2](#) e [Tabela 3](#)).

**Figura 12**  
**Formas e Dimensões das Unidades Amostrais Instaladas na FLONA de Chapecó**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 3.1.3 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas

Na [Tabela 2](#) e [Tabela 3](#) são apresentados os critérios de inclusão e variáveis coletadas em cada nível de amostragem (F1, F2 e F3) para os plantios com Araucaria, Pinus e Eucalyptus, respectivamente. Os dados foram registrados em campo em coletores digitais.

**Tabela 2**  
**Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas em cada Subnível de Amostragem nos Plantios com Araucaria**

NÍVEL	DIMENSÕES	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	CATEGORIA	INFORMAÇÕES COLETADAS
F1	30 m x 20 m	DAP ≥ 10 cm CAP ≥ 31,4 cm	Plantio	Coordenadas UTM CAPs de todas as árvores Ht e Hc das 20 árvores iniciais Ht e Hc das 6 árvores de maior CAP (livres de defeito) Qualidade do fuste
F2	15 m x 10 m	DAP ≥ 10 cm CAP ≥ 31,4 cm	Regeneração estabelecida sob o plantio	Identificação botânica de todas as árvores CAPs de todas as árvores Ht e Hc de todas as árvores Qualidade do fuste
F3	5 m x 5 m	Ht ≥ 0,3 m DAP < 10 cm	Regeneração estabelecida sob o plantio	Identificação botânica e contagem dos indivíduos Classe de altura Forma de Vida

CAP = circunferência à altura do peito (cm); DAP = diâmetro à altura do peito (cm); Ht = altura total (m); Hc = altura comercial (m).

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 3**  
**Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas em cada Subnível de Amostragem nos Plantios com Pinus e Eucalyptus**

NÍVEL	DIMENSÕES	CRITÉRIO DE INCLUSÃO	CATEGORIA	INFORMAÇÕES COLETADAS
F1	30 m x 20 m	DAP ≥ 10 cm CAP ≥ 31,4 cm	Plantio	Coordenadas UTM CAPs de todas as árvores Ht e Hc das 20 árvores iniciais Ht e Hc das 6 árvores de maior CAP (livres de defeito) Qualidade do fuste
F2	15 m x 10 m	DAP ≥ 10 cm CAP ≥ 31,4 cm	Regeneração estabelecida sob o plantio	Identificação botânica de todas as árvores CAPs de todas as árvores

CAP = circunferência à altura do peito (cm); DAP = diâmetro à altura do peito (cm); Ht = altura total (m); Hc = altura comercial (m).

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

▣ Coordenadas UTM

Foram registradas as coordenadas geográficas UTM de todas as unidades amostrais instaladas em campo, sendo tomadas no início da alocação e no ponto central de cada parcela.

▣ Número da Árvore

Os indivíduos arbóreos foram identificados por meio de plaquetas de alumínio com numeração sequencial, afixadas a 1,30 m do solo.

#### ▣ Nome Científico e Comum

A identificação botânica foi realizada por identificadores experientes da região, treinados e orientados por um parataxonomista. As espécies identificadas pelo nome comum tiveram seus nomes científicos definidos ainda em campo, quando possível, ou na fase de processamento dos dados pelo parataxonomista responsável, contando com o auxílio de literatura específica. As espécies foram identificadas com o binômio científico, de acordo com as regras do Código Internacional de Nomenclatura Botânica, considerando para tal as bases *Missouri Botanical Garden* ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)), *International Plant Names Index* ([www.ipni.org](http://www.ipni.org)) e Flora do Brasil ([www.floradobrasil.jbrj.gov.br](http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br)).

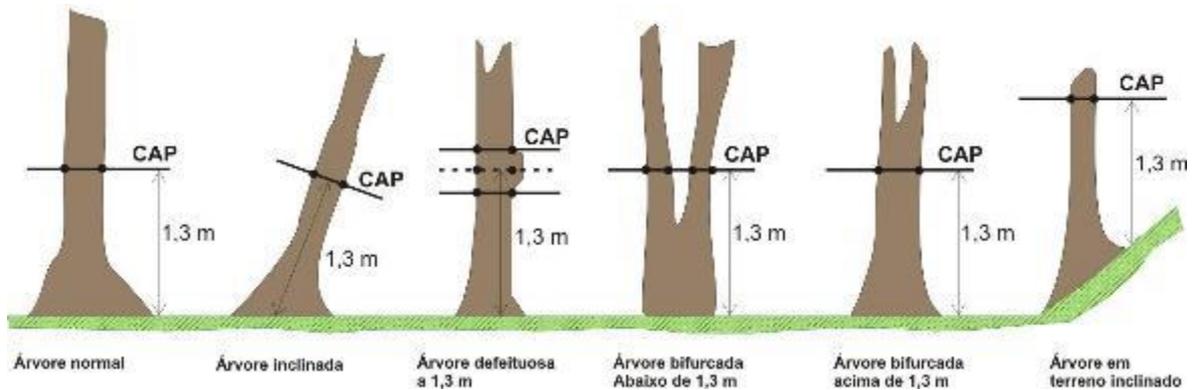
#### ▣ Circunferência à Altura do Peito (CAP)

Foram mensurados (com uso de fita métrica) todos os CAPs (Circunferência à Altura do Peito) das árvores da unidade amostral que atendiam ao critério de inclusão. A medição foi realizada a 1,3 m de altura, em locais livres de defeitos e protuberâncias. Uma baliza foi usada para padronizar a altura de medição. O CAP de todas as árvores da unidade amostral foi medido em centímetros, com uma casa decimal, e registrado na ficha de campo.

Os seguintes critérios foram utilizados para a medição do CAP ([Figura 13](#)~~Figura-13~~):

- Árvore normal: medição do CAP mantendo-se a fita na posição horizontal em relação ao solo;
- Árvore inclinada: CAP tomado com fita métrica em orientação perpendicular ao eixo do tronco da árvore;
- Árvore com deformações no ponto de medição: o ponto de medição é deslocado acima da região defeituosa.
- Árvore com bifurcação abaixo de 1,30 metros: são mensurados os dois fustes;
- Árvore com bifurcação acima de 1,30 metros: é considerada uma árvore e mensurado o CAP normalmente;
- Árvore em terreno inclinado: medição do CAP pelo ponto mais elevado do terreno.

**Figura 13**  
**Critérios para Medição dos CAPs**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### ▣ Altura Comercial (Hc) e Altura Total (Ht)

A altura comercial corresponde à distância entre a base da árvore e o limite de aproveitamento da madeira, sendo este determinado geralmente pela ocorrência de galhos e/ou bifurcação do fuste que apresentem redução considerável de espessura em relação ao fuste principal, enquanto a altura total corresponde à distância entre a base da árvore até seu ponto mais alto.

Para o nível F1, foram mensuradas as alturas (total e comercial) das 20 árvores iniciais, além das alturas das seis árvores de maior CAP livres de defeito (altura dominante). Para o nível F2 dos talhões de *Araucaria angustifolia*, foram mensuradas as alturas (total e comercial) de todas as árvores que atendiam ao limite de inclusão.

#### ▣ Qualidade das Árvores

Para avaliar as florestas de maneira qualitativa, todas as árvores (níveis F1 e F2) foram classificadas conforme a codificação apresentada na [Tabela 4](#)~~Tabela-4~~.

**Tabela 4**  
**Códigos de Qualidade Utilizados**

CÓDIGO	DENOMINAÇÃO	DESCRIÇÃO
1	Morta em pé	Secas ou podres em pé (mesmo critério de medição das árvores vivas)
2	Bifurcada ≤ 1,30 m	Árvores com bifurcação na altura igual ou inferior a 1,30 m do solo (medição das circunferências de todos os fustes).
3	Bifurcada > 1,30 m	Árvores com bifurcação acima de 1,30 m do solo (uma medição da circunferência do fuste).
4	Quebrada	Árvores que possuem fuste quebrado, geralmente sem copa.
5	Inclinada	Árvores com fuste inclinado
6	Dominante	Árvores com maiores CAPs e sem defeitos
7	Tortuosa	Árvores que apresentam fuste tortuoso
8	Pragas	Árvores que apresentam sintomas de ataque de pragas ou doenças (vespa da madeira, macaco prego, entre outros)
9	Resinada	Árvores que apresentam evidências de resinagem

Fonte: Adaptado de Instituto de Florestas do Paraná (2016).

▣ Classe de Altura e Forma de Vida da Regeneração Natural

Os indivíduos amostrados no subnível F3 foram classificados de acordo com sua forma de vida ([Tabela 5](#)) e classe de altura ([Tabela 6](#)).

**Tabela 5**  
**Formas de Vida da Regeneração Natural**

CÓDIGO	FORMA DE VIDA
1	Arbórea
2	Arbustiva
3	Bromélia
4	Epífita
5	Herbácea
6	Liana
7	Palmeira
8	Samambaia
9	Outros (descrever)

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 6**  
**Classes de Alturas da Regeneração Natural**

CLASSE DE ALTURA	LIMITE INFERIOR (cm)	LIMITE SUPERIOR (cm)
A	30	80
B	81	200
C	201	300
D	301	400
E	401	∞

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 3.2 Processamento

O processamento dos dados foi efetuado em planilhas eletrônicas e softwares estatísticos (SAS e Rstudio), permitindo calcular o volume das árvores, variáveis dendrométricas (altura, diâmetros, área basal), florísticas e estruturais das áreas de interesse.

#### 3.2.1 Equações Hipsométricas

Os indivíduos que não tiveram sua altura mensurada tiveram sua altura estimada com base em equações hipsométricas ajustadas utilizando os dados coletados em campo, as quais são apresentadas na [Tabela 7](#).

**Tabela 7**  
**Equações Hipsométricas Utilizadas**

ESPÉCIE	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup> .aj	S <sub>yx</sub> (%)	P-valor
<i>Araucaria angustifolia</i>	$Ht = \frac{DAP^2}{1,85 + 0,54DAP + 0,04DAP^2} + 1,3$	0,704	8,63	<0,0001
<i>Eucalyptus</i> sp.	$Ht = \frac{DAP^2}{0,01 + 0,46DAP + 0,03DAP^2} + 1,3$	0,110	16,38	<0,0001
<i>Pinus elliotii</i>	$Ht = \frac{DAP^2}{3,84 - 0,025DAP + 0,03DAP^2} + 1,3$	0,100	8,29	<0,0001
<i>Pinus taeda</i>	$Ht = \frac{DAP^2}{3,03 + 0,10DAP + 0,03DAP^2} + 1,3$	0,129	7,83	<0,0001
<i>Pinus</i> sp.	$Ht = \frac{DAP^2}{12,13 - 0,18DAP + 0,03DAP^2} + 1,3$	0,470	9,33	<0,0001

R<sup>2</sup> aj = coeficiente de determinação ajustado; Syx (%) = erro padrão de estimativa. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 3.2.2 Equações Volumétricas

Para o cálculo do volume total com casca dos indivíduos mensurados no Nível F1 (Araucaria, Eucalyptus e Pinus) e nível F2 (Araucaria), foram utilizadas as equações de volume descritas em Figueiredo Filho et al. (2006), Figueiredo Filho et al. (2014) e FUFEP (1978). Todas as equações volumétricas utilizadas são apresentadas na [Tabela 8](#).

**Tabela 8**  
**Equações Volumétricas Utilizadas**

ESPÉCIE	EQUAÇÃO	R <sup>2</sup> .aj	S <sub>yx</sub> (%)
<i>Araucaria angustifolia</i> <sup>1/</sup>	$v(m^3) = e^{-9,9885+2,07546 \ln(DAP)+0,71330 \ln(Ht)}$	0,99	11,3
<i>Eucalyptus sp.</i> <sup>2/</sup>	$v(m^3) = 0,000018DAP^{1,77298}Ht^{1,37336}$	0,99	8,26
<i>Pinus elliotii</i> <sup>1/</sup>	$v(m^3) = e^{-9,91223+1,95656 \ln(DAP)+0,96159 \ln(Ht)}$	0,98	11,5
<i>Pinus taeda</i> <sup>1/</sup>	$v(m^3) = e^{-10,23695+1,95164 \ln(DAP)+1,05506 \ln(Ht)}$	0,98	7,32
<i>Pinus sp.</i> <sup>1/</sup>	$v(m^3) = e^{-9,97330+1,95664 \ln(DAP)+0,97802 \ln(Ht)}$	0,98	10,92
Folhosas (fuste) <sup>3/</sup>	$v(m^3) = 0,0000596DAP^{2,14581}ht^{0,73378}$	-	-

<sup>1/</sup>Figueiredo Filho et al. (2006); <sup>2/</sup>Figueiredo Filho et al. (2014); <sup>3/</sup>FUFEP (1978); R<sup>2</sup>.aj = coeficiente de determinação ajustado; S<sub>yx</sub> (%) = erro padrão de estimativa. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 3.2.3 Funções de Afilamento

As árvores apresentam variações em sua forma dentro de um povoamento. Esta variação ocorre devido à diminuição do diâmetro em direção ao topo da árvore, ao que se denomina “taper” ou afilamento, o qual varia com a espécie, idade, espaçamento entre árvores e condições do sítio e afeta diretamente o volume (MÜLLER, 2004).

As equações de afilamento possibilitam conhecer o diâmetro a uma determinada altura ou comprimento de tora, bem como o comprimento em que se encontra um determinado diâmetro, ou seja, possibilitam descrever o perfil do tronco e, por integração, obter a estimativa do volume total e parcial em diferentes seccionamentos, permitindo também a confecção das tabelas de sortimentos. Nesse sentido, uma função de afilamento consiste em uma descrição matemática do perfil longitudinal de um fuste, desenvolvida com o propósito de permitir estimativas de forma e volume de uma árvore, baseando-se somente no seu diâmetro à altura do peito e na altura total (MÜLLER, 2004).

Na ~~Tabela 9~~ são apresentadas as classes de sortimento consideradas, assim como os respectivos usos.

**Tabela 9**  
**Classes de Uso e Sortimentos Considerados**

USO	CLASSE DE SORTIMENTO (cm)	COMPRIMENTO DA TORA (m)
Resíduo	† 8	2,4
Processo	8 † 18	2,4
Serraria I	18 † 25	2,4
Serraria II	25 † 35	2,4
Laminação	35 ≤	2,4

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Para a estimativa dos volumes por classe de sortimento foram utilizadas as funções de afilamento descritas em Figueiredo Filho et al., (2006; 2014) para as diferentes espécies:

*Araucaria angustifolia*

$$\frac{d_i}{DAP} = 1,1405 - 3,3609 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 17,8646 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 47,3422 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 55,9613 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 24,2457 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$$

$$R^2_{ajust} = 0,977 \quad S_{yx} = 8,80\%$$

*Pinus elliottii*

$$\frac{d_i}{DAP} = 1,1153 - 2,9199 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 10,9667 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 20,5551 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 16,77893 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,3894 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$$

$$R^2_{ajust} = 0,981 \quad S_{yx} = 8,77\%$$

*Pinus taeda*

$$\frac{d_i}{DAP} = 1,1215 - 3,1340 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 12,2095 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 24,2457 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 21,8211 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 7,7823 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$$

$$R^2_{ajust} = 0,986 \quad S_{yx} = 7,46\%$$

*Pinus sp.*

$$\frac{d_i}{DAP} = 1,1165 - 2,9557 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 11,1628 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 21,1441 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 17,6082 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,7922 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$$

$$R^2_{ajust} = 0,978 \quad S_{yx} = 8,18\%$$

*Eucalyptus* sp.

$$\frac{d_i}{DAP} = 1,179467 - 4,323742 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 19,94087 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 47,62906 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 51,11964 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 20,50544 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$$

$$R^2_{\text{ajust}} = 0,981$$

$$S_{yx} = 6,91\%$$

### 3.2.4 Análise Estatística

O método de estratificação utilizado para agrupar os talhões em estratos foi a análise estatística multivariada de agrupamento (*Cluster*), a qual consiste em efetuar a classificação dos talhões em grupos (estratos), de forma que os talhões dentro do mesmo grupo sejam mais similares possíveis e, de forma análoga, que os diversos grupos (*clusters*) sejam mais diferentes possíveis em sua constituição (KASSAMBARA, 2017), ou seja, o método busca encontrar a mínima variância dentro dos estratos e, ao mesmo tempo, a máxima variância entre os estratos. As variáveis utilizadas para realizar a análise de agrupamento foram: idade em anos, volume por hectare e número de árvores por hectare de cada talhão. Os dados (*inputs*) foram obtidos após uma primeira análise do inventário florestal.

Para a realização dos cálculos dos parâmetros da amostragem, foi considerado um erro amostral máximo de 10% para variável volume, com um nível de probabilidade  $\alpha = 0,05$ . Na Análise foram calculadas as seguintes variáveis:

#### ▣ Média por estrato ( $\bar{x}_h$ )

Medida de tendência central, sendo o valor que melhor apresenta a característica de interesse dentro da população.

$$\bar{x}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} x_{ih}}{n_h}$$

#### ▣ Média estratificada ( $\bar{x}_{st}$ )

$$\sum_{h=1}^L W_h \bar{x}_h$$

▣ Variância por estrato ( $s_h^2$ )

Uma medida que expressa a variação de uma determinada característica entre os indivíduos de uma população.

$$s_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (X_{ih} - \bar{x}_h)^2}{n_h - 1}$$

▣ Variância estratificada ( $s_{st}^2$ )

$$s_{st}^2 = \sum_{h=1}^L W_h s_h^2$$

▣ Variância da média estratificada ( $s_{\bar{x}(st)}^2$ )

Determina a precisão da média estimada e representa a variação teórica das médias das diversas amostras que hipoteticamente poderiam ser tomadas na população.

$$s_{\bar{x}(st)}^2 = \sum_{h=1}^L W_h^2 \frac{s_h^2}{n_h} - \sum_{h=1}^L \frac{W_h s_h^2}{N}$$

▣ Erro padrão ( $s_{\bar{x}(st)}$ )

Expressa a precisão do inventário de forma análogo à variância da média, porem em termos lineares, na mesma medida da média. O erro existe devido à variação das médias.

$$s_{\bar{x}(st)} = \sqrt{s_{\bar{x}(st)}^2}$$

▣ Erro de amostragem (E%)

Expressa a diferença entre a média paramétrica e a média estimada pela amostragem. O erro pode ser absoluto ou relativo, o primeiro é uma diferença na unidade da média, enquanto o segundo expressa essa diferença em termos percentuais.

$$E_a = \pm t s_{\bar{x}(st)}$$

$$E_r = \pm \frac{t s_{\bar{x}(st)}}{\bar{X}(st)} \cdot 100$$

▣ Intervalo de confiança para a média (IC)

Determina os limites inferior e superior, dentro do qual se espera encontrar, probabilisticamente, o valor real da variável de interesse em termos de sua média.

$$IC = [\bar{x}_{st} - ts_{\bar{x}(st)} \leq \bar{X} \leq \bar{x}_{st} + ts_{\bar{x}(st)}] = P$$

▣ Total por Estrato ( $\hat{X}_h$ )

E o volume total existente cada estrato.

$$\hat{X}_h = N_h \bar{x}_h$$

▣ Total da população ( $\hat{X}$ )

$$\hat{X} = \sum_{h=1}^L \hat{X}_h$$

▣ Intervalo de confiança para o total da população

Explica o quanto o total pode oscilar para mais ou para menos, considerando as variações identificadas no intervalo em termos de variável de interesse.

$$IC = [\hat{X} - Nts_{\bar{x}(st)} \leq X \leq \hat{X} + Nts_{\bar{x}(st)}] = P$$

Sendo:

L = número de estratos;

N<sub>h</sub> = número potencial de unidades do estrato (h);

N = número total potencial de unidade da população;

n<sub>h</sub> = número de unidades amostradas no estrato (h);

n = número total de unidade amostradas na população;

W<sub>h</sub> = (N<sub>h</sub>/N) = (A<sub>h</sub>/A) = proporção do estrato (h) na população;

w<sub>h</sub> = (n<sub>h</sub>/n) = proporção do estrato (h) na amostra total;

A<sub>h</sub> = área do estrato (h);

A = Área total da população.

### 3.2.5 Cálculo dos Parâmetros Fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados com as seguintes fórmulas:

▣ Estrutura Horizontal

□ *Densidade*

Este parâmetro informa a abundância, em número de indivíduos por unidade de área, com que cada espécie ocorre na formação vegetal. Assim, maiores valores de  $DA_{(i)}$  e  $DR_{(i)}$  indicam a existência de um maior número de indivíduos por hectare da espécie respectiva na formação vegetal avaliada.

Densidade absoluta:

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

Densidade total:

$$DT = \frac{N}{A}$$

Densidade relativa:

$$DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100$$

Em que:  $DA_i$  = densidade absoluta da *i*-ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;  $n_i$  = número de indivíduos da *i*-ésima espécie;  $N$  = número total de indivíduos;  $A$  = área total, em hectare;  $DR_i$  = densidade relativa da *i*-ésima espécie, em porcentagem;  $DT$  = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies).

□ *Dominância*

A dominância representa o espaço transversal da área ocupado pelos indivíduos de determinada espécie, podendo ser expresso em termos absolutos e relativos.

Dominância absoluta:

$$DoA_i = G_i$$

Dominância relativa:

$$DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum_{i=1}^n DoA_i}$$

Em que:  $DoA_i$  - dominância absoluta por espécie por unidade de área, em  $m^2 \cdot ha^{-1}$ ;  $G_i$  - área basal individual, em  $m^2 \cdot ha^{-1}$ ;  $DoR_i$  - dominância relativa (%).

#### □ *Frequência*

O parâmetro Frequência informa com que frequência a espécie ocorre nas unidades amostrais. Assim, maiores valores de  $FA_i$  e  $FR_i$  indicam que a espécie apresenta uma distribuição horizontal uniforme ao longo do fragmento avaliado.

Frequência absoluta:

$$FA_i = \frac{u_i}{u_t} \times 100$$

Frequência relativa:

$$FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^n FA_i}$$

Em que:  $FA_i$  = Frequência absoluta da *i*-ésima espécie na comunidade vegetal, em porcentagem;  $FR_i$  = Frequência relativa da *i*-ésima espécie na comunidade vegetal;  $u_i$  = número de unidades amostrais em que a *i*-ésima espécie ocorre;  $u_t$  = número total de unidades amostrais.

#### □ *Índice Valor de Importância*

Pode ser definida como a combinação, em uma única expressão, dos valores relativos de densidade, dominância e frequência. O valor de importância permite uma caracterização de cada espécie na floresta, indicando a participação quanto ao número de indivíduos e área transversal, além disso, a distribuição desses em relação ao restante da comunidade.

$$IVI (\%) = \frac{FR_i + DR_i + DoR_i}{3}$$

Em que:  $FR_i$  = Frequência relativa da *i*-ésima espécie na comunidade vegetal;  $DR_i$  = densidade relativa da *i*-ésima espécie, em porcentagem;  $DoR_i$  - dominância relativa (%).

#### ■ Diversidade Florística

A análise da diversidade florística foi realizada por meio do cálculo dos índices de Shannon-Wiener e Equabilidade de Pielou.

#### □ *Índice de Diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ )*

Este índice considera que os indivíduos são amostrados ao acaso, a partir de uma população infinita de igual peso entre as espécies raras e abundantes (PIELOU, 1975). Esse índice assume valores que geralmente situam-se entre 1,0 e 3,0 podendo exceder os 4,0 e alcançar em torno de 4,5 em ambientes florestais tropicais (FELFILI e REZENDE, 2003). Por não apresentar distinção entre espécies raras e abundantes, esse índice se mostra de grande relevância por expressar toda diversidade de espécies existentes na área.

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

Em que:  $H'$  = índice de Shannon-Wiener;  $N$  = número de indivíduos amostrados;  $n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie;  $S$  = número de espécies amostradas;  $\ln$  = logaritmo de base neperiana ( $e$ ).

□ *Índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ )*

É derivado do índice de diversidade de Shannon-Wiener e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). É expresso pela fórmula (BORÉM e RAMOS, 2001):

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Em que:  $J'$  = índice de Equabilidade de Pielou;  $H'$  = valor obtido para o índice de Shannon-Wiener;  $\ln(S)$  = diversidade máxima e  $S$  = número de espécies amostradas.

### 3.3 Estimativa dos Produtos Não Madeireiros

Foi realizada a estimativa dos produtos florestais não madeireiros: (i) resina, (ii) erva-mate e (iii) pinhão.

▣ Resina

O *Pinus elliottii* é a espécie que produz a maior quantidade de resina dentre as espécies do gênero *Pinus*, cujas características físicas são bastante convenientes, tais como a de maior fluidez e menor tendência a formar crostas (IPEF, 1978). Pela destilação da resina do *Pinus*, obtém-se dois produtos básicos: (i) terebintina, parte volátil e (ii) breu. Tais produtos são usados na fabricação de cosméticos, pneus, tinta, goma de mascar, dentre diversos outros produtos.

Para a estimativa da capacidade de produção de resina, os seguintes parâmetros foram considerados:

□ Número de árvores de *Pinus elliottii*

- Produção média por árvore: 4 kg.ano<sup>-1</sup>

#### ■ Pinhão

O pinhão é a semente da *Araucaria angustifolia*. Normalmente consumido durante a época de safra. Pode ser usado também na forma de amido, farinha, extrato fenólico da casca, casca em pó, como ingredientes naturais para o desenvolvimento de produtos nas indústrias farmacêutica e de alimentos. A Araucária é uma espécie dióica, ou seja, apresenta indivíduos machos e fêmeas, sendo que apenas as fêmeas produzem pinhão, podendo permanecer por mais de 200 anos em produção (MATTOS, 1972). Para a estimativa da capacidade de produção de pinhão, os seguintes parâmetros foram considerados:

- Número de árvores de Araucaria
- Proporção de fêmeas: 46,7% (FIGUEIREDO FILHO et al., 2010)
- Produção média por árvore: 375,48 g.árvore<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (FIGUEIREDO FILHO et al., 2010)

#### ■ Erva-mate

A Erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é matéria prima de uma diversidade de produtos como o chimarrão, chá-mate, tereré e alguns derivados como, por exemplo, produtos de higiene (shampoos, condicionadores, sabonetes, hidratantes, esfoliantes, creme para mãos e pés), alimentícios (cervejas, biscoitos, panquecas, sorvetes, sucos, licores) e ainda alguns medicamentos que possuem base na erva mate. Para a estimativa da capacidade de produção de erva-mate, os seguintes parâmetros foram considerados:

- Número de árvores de Erva-mate
- Produção média por árvore: 4 kg. ano<sup>-1</sup> (base: 8 kg.ano<sup>-1</sup> / Ibramate, 2014<sup>3</sup>).

---

<sup>3</sup> Assumindo 50% da produtividade indicada por Ibramate (2014) por se tratar de regeneração de sub-bosque em floresta plantada.

## 4. Resultados

Esse capítulo apresenta os resultados do inventário florestal dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros da FLONA de Chapecó.

Os resultados estão estruturados da seguinte maneira:

- ▣ Produtos Florestais Madeireiros (PFM) | Tipologias:
  - *Araucaria angustifolia*
  - *Pinus taeda*
  - *Pinus elliottii*
  - *Pinus* sp.
  - *Eucalyptus* sp.
- ▣ Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM)
  - Resina (*Pinus elliottii*)
  - Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*)
  - Pinhão (*Araucaria angustifolia*)

### 4.1 Produtos Florestais Madeireiros (PFM)

#### 4.1.1 *Araucaria angustifolia*

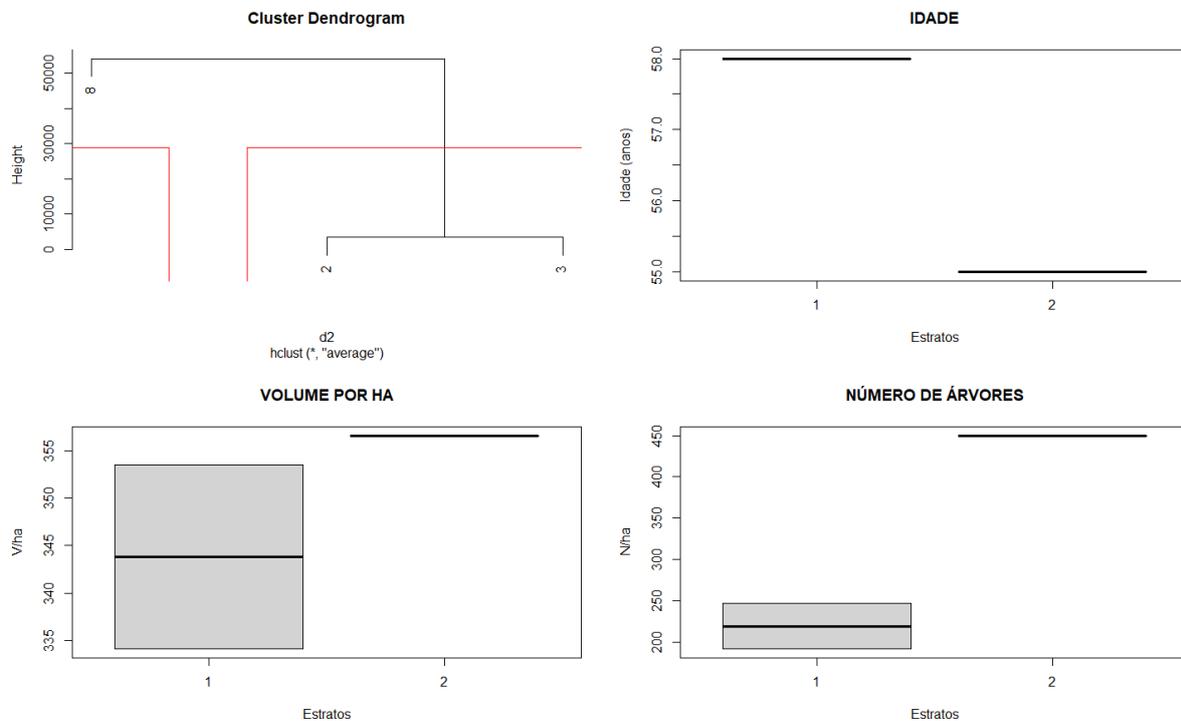
##### 4.1.1.1 Estratificação das Áreas e Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

Os talhões foram agrupados em estratos utilizando a análise estatística multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), em função das variáveis: (i) idade do plantio (anos), (ii) volume ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e (iii) densidade ( $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na [Figura 14](#) é apresentado o dendrograma de agrupamento dos talhões de *Araucaria*, além dos gráficos *box plot* para as variáveis idade, volume e número de árvores em cada estrato.

**Figura 14**

**Dendrograma e *Box Plot* das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de *Araucaria angustifolia***



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Os três talhões de Araucária foram agrupados em dois estratos. O estrato 1, composto por um talhão de 58 anos, apresenta menor volume e densidade de árvores que o estrato 2, composto por dois talhões de 55 anos.

Os parâmetros dendrométricos estimados para *Araucaria angustifolia* estão apresentados na [Tabela 10](#) e [Tabela 11](#), onde é possível observar os resultados médios por estrato e por talhão, respectivamente. Na [Tabela 12](#) e [Tabela 13](#) são apresentadas as estimativas das variáveis volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para cada estrato e talhão, respectivamente.

**Tabela 10****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para *Araucaria angustifolia***

ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
1	58	30,08	219	39,12	20,51	28,46	343,79	22,03	13,7%	4,1%	-	1,1%	-	3,0%	78,1%
2	55	0,89	450	26,65	16,98	31,73	356,58	25,58	20,4%	20,4%	-	1,9%	1,9%	-	55,4%

N = média do número de árvores do estrato; DAP = diâmetro médio por estrato; Ht = altura total média por estrato; G = área basal média por estrato; V = volume total com casca médio por estrato; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 11****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para *Araucaria angustifolia***

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
2	1	58	13,51	192	41,10	20,75	27,27	334,13	17,02	8,7%	3,5%	-	0,9%	-	4,3%	82,6%
3	1	58	16,59	247	37,58	20,30	29,65	353,45	27,04	17,6%	4,7%	-	1,4%	-	2,0%	74,3%
8	2	55	0,89	450	26,65	16,98	31,73	356,58	25,58	20,4%	20,4%	-	1,9%	1,9%	-	55,4%

N = número de árvores; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo; Ht = altura total; G = área basal; V = volume total com casca; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 12**

**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de *Araucaria angustifolia***

ESTRATO	TALHÃO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
1	2, 3	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,64	2,24	49,14	50,57	78,02	70,02	26,47	30,63	36,06	343,79
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,08	0,24	4,47	4,38	6,40	5,70	2,13	2,37	2,69	28,46
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	9	7	58	40	45	33	10	9	8	219
2	8	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	9,93	31,50	66,89	72,84	11,39	71,91	68,01	24,12	-	356,58
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	1,38	3,25	6,37	6,42	1,06	5,84	5,37	2,02	-	31,73
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	133	92	92	58	8	33	25	8	-	450

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

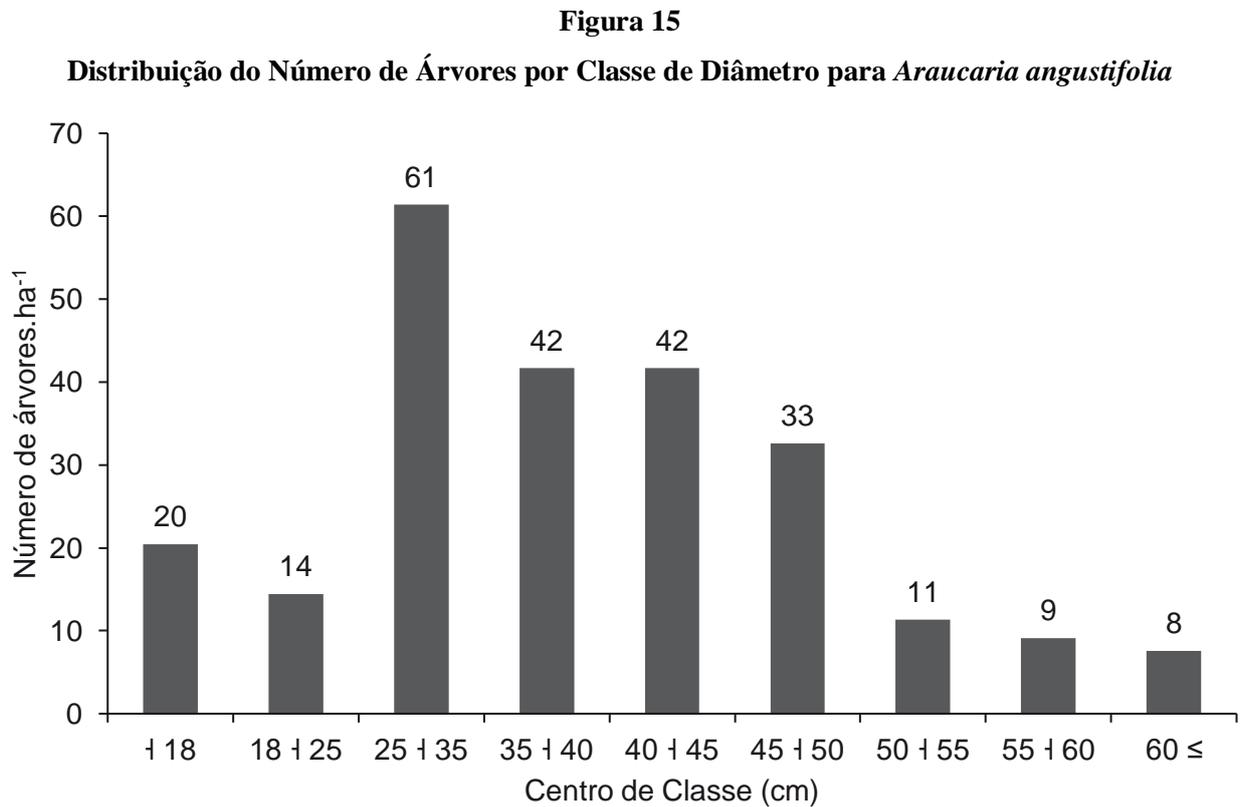
**Tabela 13**

**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Talhão dos Plantios de *Araucaria angustifolia***

TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
2	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,48	0,53	36,20	46,88	78,36	55,62	26,51	38,72	50,83	334,13
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,06	0,06	3,27	3,98	6,43	4,54	2,12	2,99	3,81	27,27
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	7	2	42	37	45	27	10	12	12	192
3	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,80	3,95	62,08	54,25	77,68	84,41	26,44	22,55	21,28	353,45
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,10	0,41	5,68	4,77	6,37	6,86	2,13	1,74	1,58	29,65
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	12	12	75	43	45	38	10	7	5	247
8	2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	9,93	31,50	66,89	72,84	11,39	71,91	68,01	24,12	-	356,58
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	1,38	3,25	6,37	6,42	1,06	5,84	5,37	2,02	-	31,73
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	133	92	92	58	8	33	25	8	-	450

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na [Figura 15](#) é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Araucaria angustifolia* por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição diamétrica unimodal, com maior frequência dos indivíduos nas classes centrais de diâmetro (25 a 50 cm).



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.1.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo estratificado, conforme descrito na metodologia. A média estratificada do volume de *Araucaria* corresponde a 344,37 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, o que representa 10.663,69 m<sup>3</sup> em 30,97 ha de plantio da espécie ([Tabela 14](#)). O erro de amostragem corresponde a 8,01%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ( $E\% \leq 10\%$ ).

**Tabela 14**  
**Análise Estatística para *Araucaria angustifolia***

ESTIMADOR	E1	E2		UNIDADE
Área	30,08	0,89		ha
Média por estrato	343,79	356,58		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Média estratificada		344,37		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Variância por estrato	15,63	48,83		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância estratificada		16,59		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância da média estratificada		0,63		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Erro padrão		0,80		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
t (0,05;22-1)		2,08		-
Erro de amostragem absoluto		1,66		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
Erro de amostragem relativo		8,01		%
Intervalo de confiança para a média	316,78	344,37	371,95	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Total por estrato	10.358,55	305,14		m <sup>3</sup> .una <sup>-1</sup>
Total da população		10.663,69		m <sup>3</sup> . 30,97 ha <sup>-1</sup>
Intervalo de confiança para o total	9.809,41	10.663,69	11.517,96	m <sup>3</sup> . 30,97 ha <sup>-1</sup>

E = estrato; una = unidade de área. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

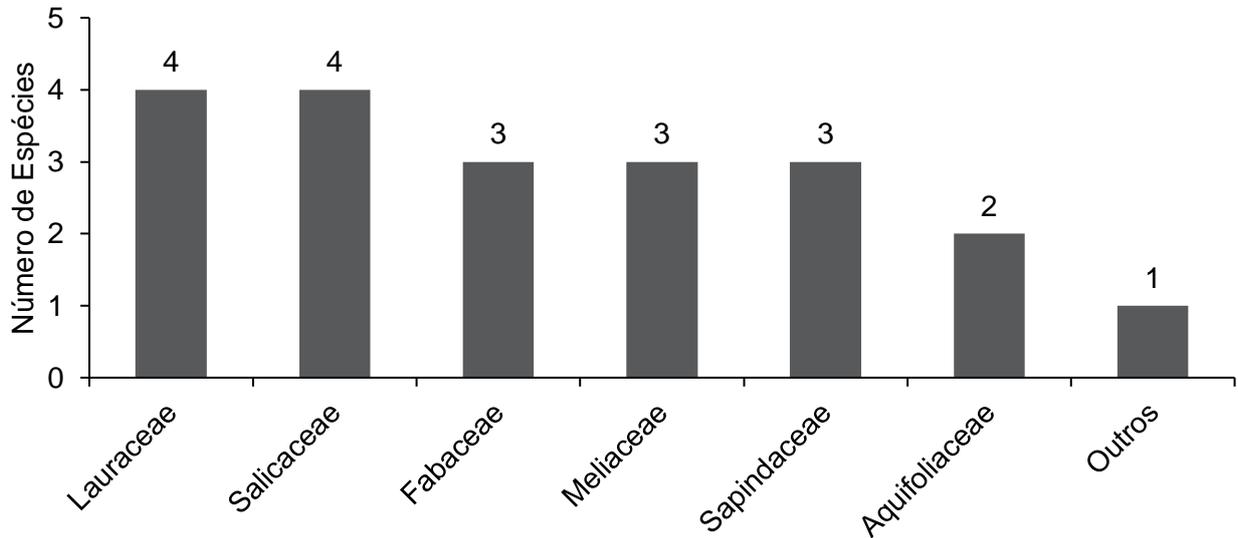
#### 4.1.1.3 Análise Fitossociológica (Nível F2)

Foram encontradas 32 espécies localizadas na regeneração natural estabelecida sob os talhões *Araucaria angustifolia*, distribuídas em 19 famílias botânicas ([Figura 16](#)~~Figura 16~~). As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Lauraceae e Salicaceae (4 espécies cada), seguidas por Meliaceae, Salicaceae (3 espécies cada) e Aquifoliaceae (2). As demais famílias apresentaram uma espécie cada.

Na [Figura 17](#)~~Figura 17~~ é apresentada a distribuição do número de indivíduos da regeneração por classe diamétrica. Observa-se uma distribuição diamétrica em J-invertido, característica de florestas nativas, com maior frequência dos indivíduos nas menores classes ( $\leq 17,5$  cm).

**Figura 16**

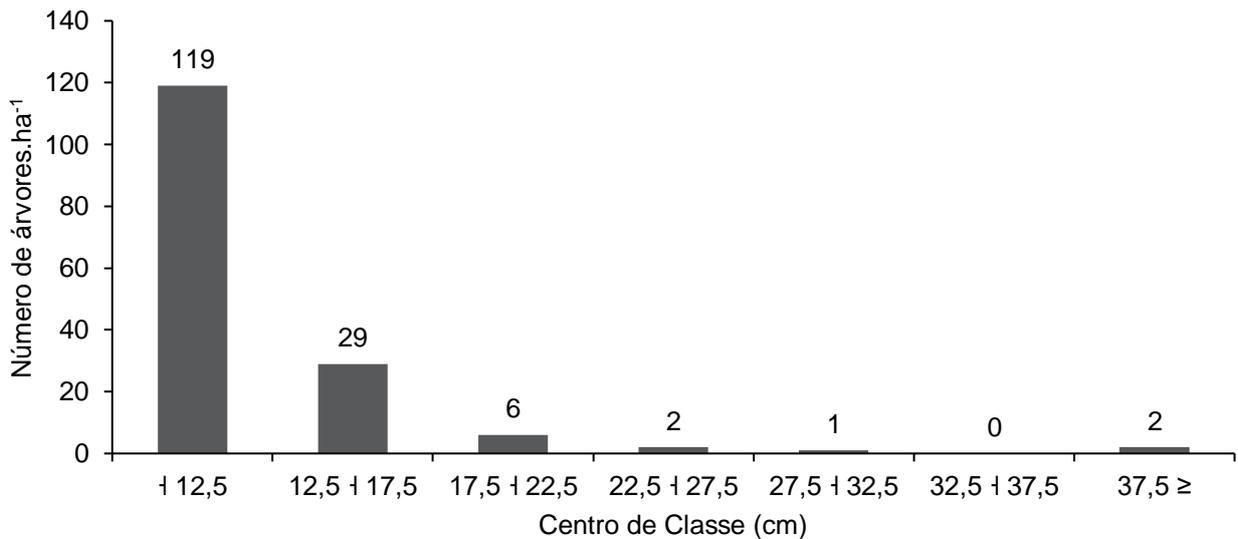
**Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F2)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 17**

**Distribuição do Número de Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F2)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

De maneira geral, as espécies mais abundantes são: *Alsophila setosa* (61,68%) e *Ilex paraguariensis* (7,64%). Em relação à dominância destacam-se e *Alsophila setosa* (37,99%) e *Ocotea puberula* (23,40%) (Tabela 15Tabela 15).

**Tabela 15**

**Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F2)**

UAs	ESPÉCIE	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVC%	IVI%
10	<i>Alsophila setosa</i>	400	61,68	3,58	37,99	45	14,71	49,83	38,13
8	<i>Ilex paraguariensis</i>	52	7,94	0,67	7,15	36	11,76	7,55	8,95
1	<i>Ocotea puberula</i>	3	0,47	2,21	23,40	5	1,47	11,94	8,45
6	<i>Jacaranda puberula</i>	24	3,74	0,29	3,05	27	8,82	3,39	5,20
4	<i>Casearia sylvestris</i>	24	3,74	0,29	3,12	18	5,88	3,43	4,25
4	<i>Mysine umbellata</i>	18	2,80	0,25	2,70	18	5,88	2,75	3,79
4	<i>Araucaria angustifolia</i>	12	1,87	0,16	1,75	18	5,88	1,81	3,17
3	<i>Lanchocarpus</i> sp.	15	2,34	0,23	2,44	14	4,41	2,39	3,06
2	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	12	1,87	0,11	1,20	9	2,94	1,53	2,00
2	<i>Parapiptadenia rigida</i>	6	0,93	0,08	0,82	9	2,94	0,87	1,56
2	<i>Cupania vernalis</i>	6	0,93	0,07	0,78	9	2,94	0,86	1,55
2	<i>Sorocea bonplandii</i>	6	0,93	0,07	0,72	9	2,94	0,83	1,53
1	<i>Casearia decandra</i>	9	1,40	0,14	1,48	5	1,47	1,44	1,45
1	<i>Prunus myrtifolia</i>	3	0,47	0,19	1,98	5	1,47	1,22	1,31
1	<i>Cabrlea canjerana</i>	6	0,93	0,11	1,21	5	1,47	1,07	1,21
1	<i>Nectandra lanceolata</i>	3	0,47	0,13	1,42	5	1,47	0,94	1,12
1	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3	0,47	0,12	1,29	5	1,47	0,88	1,08
1	<i>Dicksonia sellowiana</i>	3	0,47	0,10	1,08	5	1,47	0,77	1,01
1	<i>Erythroxylum deciduum</i>	3	0,47	0,09	0,93	5	1,47	0,70	0,96
1	<i>Luehea divaricata</i>	3	0,47	0,07	0,73	5	1,47	0,60	0,89
1	<i>Cryptocaria aschersoniana</i> .cf	3	0,47	0,07	0,72	5	1,47	0,59	0,89
1	<i>Anadenanthera colubrina</i>	3	0,47	0,05	0,57	5	1,47	0,52	0,84
1	<i>Cabrlea canjerana</i> .cf	3	0,47	0,05	0,49	5	1,47	0,48	0,81
1	<i>Ilex theizans</i>	3	0,47	0,04	0,39	5	1,47	0,43	0,77
1	<i>Cedrella fissilis</i>	3	0,47	0,04	0,38	5	1,47	0,42	0,77
1	<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	3	0,47	0,04	0,37	5	1,47	0,42	0,77
1	<i>Myrcia splendens</i>	3	0,47	0,03	0,36	5	1,47	0,41	0,77
1	<i>Matayba elaeagnoides</i>	3	0,47	0,03	0,33	5	1,47	0,40	0,76
1	<i>Casearia</i> sp.	3	0,47	0,03	0,31	5	1,47	0,39	0,75

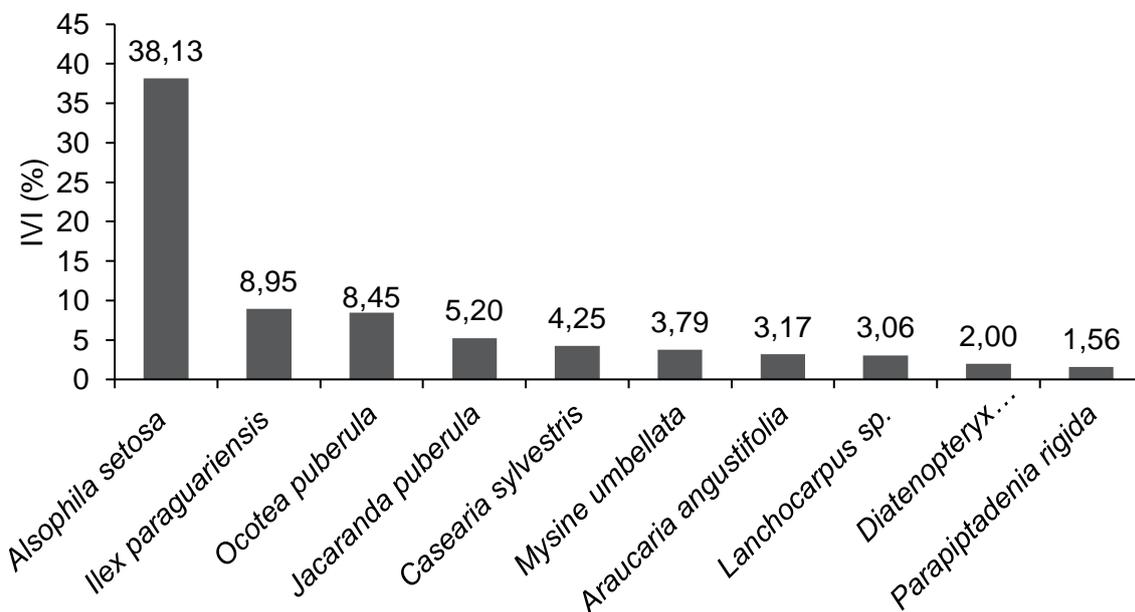
UAs	ESPÉCIE	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVC%	IVI%
1	<i>Casearia</i> sp.	3	0,47	0,03	0,30	5	1,47	0,39	0,75
1	<i>Roupala brasiliensis</i>	3	0,47	0,03	0,30	5	1,47	0,38	0,75
1	<i>Nectandra megapotamica</i>	3	0,47	0,02	0,25	5	1,47	0,36	0,73
TOTAL		648	100	9,43	100	309	100	100	100

UAs = unidades amostrais com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR = densidade relativa (%); DoA = dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR = dominância relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); IVC = índice valor de cobertura; IVI = índice valor de importância. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Considerando o valor de importância, destacam-se as espécies *Alsophila setosa* (IVI=38,13%), *Ilex paraguariensis* (IVI=8,95%) e *Ocotea puberula* (IVI=8,45%), responsáveis por 55,53% da estrutura horizontal (Tabela 15). Na Figura 18 estão representadas as 10 espécies com maiores valores de importância (IVI%), as quais representam 78,56% da estrutura horizontal do levantamento.

**Figura 18**

**Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F2)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

O índice de Shannon-Wiener traz a representação de riqueza e uniformidade na área, o que neste levantamento resultou em 1,793 nats.indivíduo<sup>-1</sup>. O índice de Pielou observado foi de 0,517, o que indica que há 51,7% de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies (Tabela 16).

**Tabela 16**  
**Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2)**

SHANNON WEANER (H')	J. PIELOU (J')
1,793	0,517

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.2 Volume de Fuste (Nível F2)

Na ~~Tabela 17~~ ~~Tabela 17~~ são apresentados os valores médios de DAP, número de indivíduos, área basal e volume por espécie da regeneração natural (nível F2) estabelecida sob os plantios com *Araucaria angustifolia*. A área basal e o volume total de todas as espécies correspondem a, respectivamente, 9,43 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 61,35 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. A densidade média de indivíduos é de 648 ind.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 17**  
**Caracterização da Regeneração Natural Estabelecida Sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F2)**

ESPÉCIE	DAP (cm)	n	g (m <sup>2</sup> /0,33ha)	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	N	v (m <sup>3</sup> /0,33ha)	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
<i>Alsophila setosa</i>	10,59	132	1,18	3,58	400	3,04	9,22
<i>Anadenanthera colubrina</i>	14,99	1	0,02	0,05	3	0,10	0,32
<i>Araucaria angustifolia</i>	13,10	4	0,05	0,16	12	0,38	1,16
<i>Cabralea canjerana</i>	15,49	2	0,04	0,11	6	0,27	0,82
<i>Cabralea canjerana .cf</i>	13,94	1	0,02	0,05	3	0,10	0,31
<i>Casearia sp.</i>	11,01	1	0,01	0,03	3	0,06	0,19
<i>Casearia sylvestris</i>	12,06	8	0,10	0,29	24	0,62	1,89
<i>Casearia decandra</i>	13,10	3	0,05	0,14	9	0,31	0,95
<i>Casearia sp.</i>	10,98	1	0,01	0,03	3	0,06	0,20
<i>Cedrella fissilis</i>	12,25	1	0,01	0,04	3	0,07	0,20
<i>Cryptocaria aschersoniana .cf</i>	16,87	1	0,02	0,07	3	0,21	0,62
<i>Cupania vernalis</i>	12,43	2	0,02	0,07	6	0,14	0,42
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	10,54	4	0,04	0,11	12	0,24	0,74
<i>Dicksonia sellowiana</i>	20,69	1	0,03	0,10	3	0,08	0,23
<i>Erythroxylum deciduum</i>	19,19	1	0,03	0,09	3	0,21	0,65
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	12,16	1	0,01	0,04	3	0,05	0,14
<i>Ilex paraguariensis</i>	12,38	17	0,22	0,67	52	1,53	4,65
<i>Ilex theizans</i>	12,35	1	0,01	0,04	3	0,07	0,22
<i>Jacaranda puberula</i>	12,02	8	0,09	0,29	24	0,63	1,90
<i>Lanchoarpus sp.</i>	13,44	5	0,08	0,23	15	0,57	1,73
<i>Luehea divaricata</i>	17,00	1	0,02	0,07	3	0,15	0,46
<i>Matayba elaeagnoides</i>	11,43	1	0,01	0,03	3	0,07	0,21
<i>Myrcia splendens</i>	11,97	1	0,01	0,03	3	0,09	0,26

ESPÉCIE	DAP (cm)	n	g (m <sup>2</sup> /0,33ha)	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	N	v (m <sup>3</sup> /0,33ha)	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
<i>Mysine umbellata</i>	13,25	6	0,08	0,25	18	0,57	1,72
<i>Nectandra lanceolata</i>	23,71	1	0,04	0,13	3	0,38	1,16
<i>Nectandra megapotamica</i>	9,99	1	0,01	0,02	3	0,04	0,12
<i>Ocotea puberula</i>	96,29	1	0,73	2,21	3	8,94	27,08
<i>Parapiptadenia rigida</i>	12,59	2	0,03	0,08	6	0,14	0,43
<i>Prunus myrtifolia</i>	28,01	1	0,06	0,19	3	0,53	1,62
<i>Roupala brasiliensis</i>	10,95	1	0,01	0,03	3	0,06	0,17
<i>Sorocea bonplandii</i>	11,86	2	0,02	0,07	6	0,13	0,39
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	22,63	1	0,04	0,12	3	0,38	1,17
Soma				9,43	648		61,35

DAP = diâmetro à altura do peito; n = número de indivíduos amostrados; g = área transversal; G = área basal; N = número de indivíduos por hectare; v = volume com casca dos indivíduos amostrados; V = volume com casca por hectare. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.1 Regeneração Natural (Nível F3)

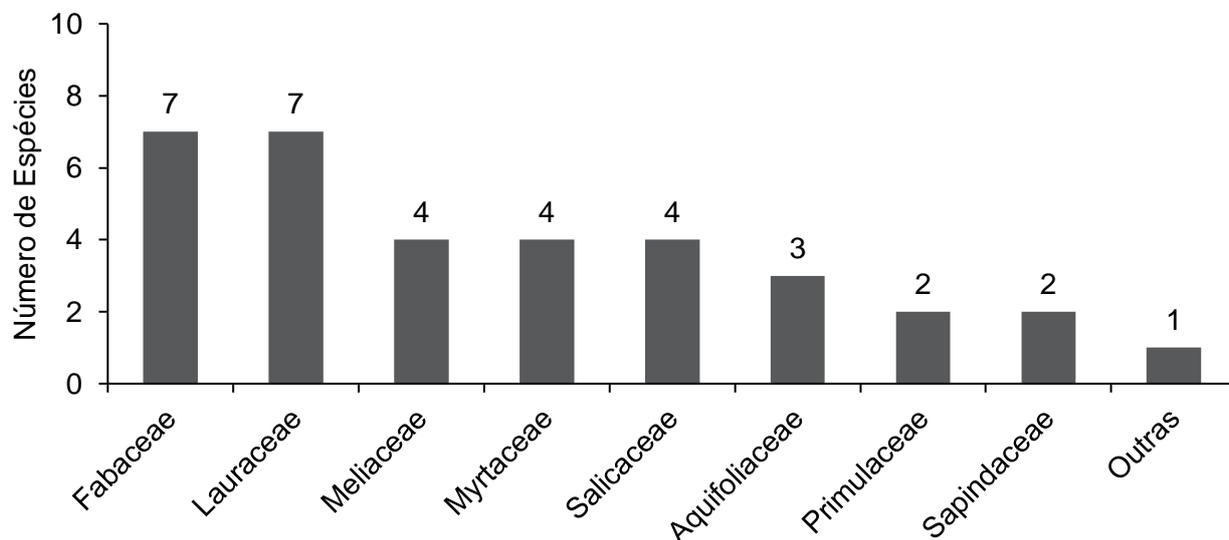
No levantamento da regeneração natural (nível F3) estabelecida sob os plantios de *Araucaria angustifolia* foram encontradas 77 espécies, pertencentes a 34 famílias botânicas. As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Fabaceae e Lauraceae (7 espécies cada), seguidas por Meliaceae, Myrtaceae e Salicaceae (4 espécies cada), Aquifoliaceae (3 espécies), Primulaceae e Sapindaceae (2 espécies cada). As demais famílias apresentaram uma espécie cada ([Figura 19](#)).

A densidade média de indivíduos regenerantes (DAP < 10 cm) é de 33.436 ind.ha<sup>-1</sup>, sendo as espécies mais abundantes *Cedrella fissilis*, *Alsophila setosa*, *Jacaranda puberula*, *Mysine umbellata* e *Miconia sp*, cujas respectivas densidades estão apresentadas na [Figura 20](#).

Na [Figura 21](#) é apresentada a distribuição do número de indivíduos por classe de altura, onde é possível observar que 63,6% dos indivíduos apresentam altura total até 2 m.

**Figura 19**

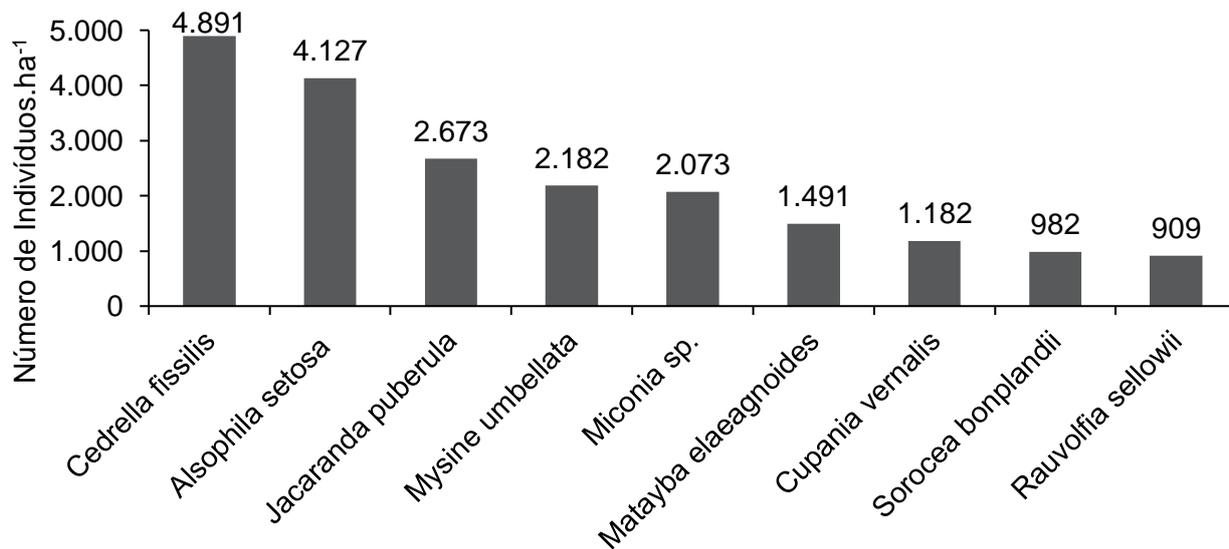
**Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F3)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 20**

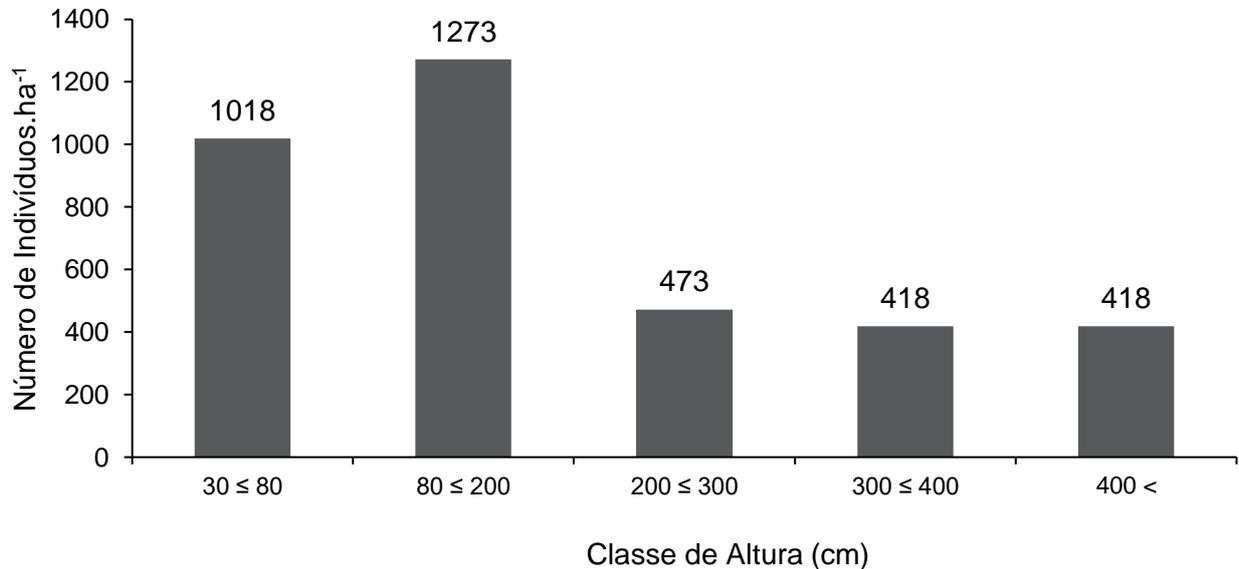
**Densidade de Regenerantes Estabelecidos sob os Talhões de *Araucaria angustifolia***



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 21**

**Distribuição do Número de Indivíduos Por Classe de Altura da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F3)**

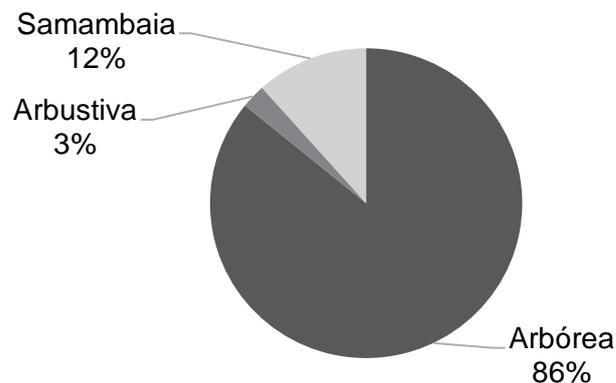


Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na [Figura 22](#) é apresentada a proporção de indivíduos por forma de vida, com predominância de indivíduos arbóreos (86%), seguidos por samambaias (12%) e arbustos (3%).

**Figura 22**

**Distribuição de Indivíduos por Classe de Forma de Vida da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F3)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

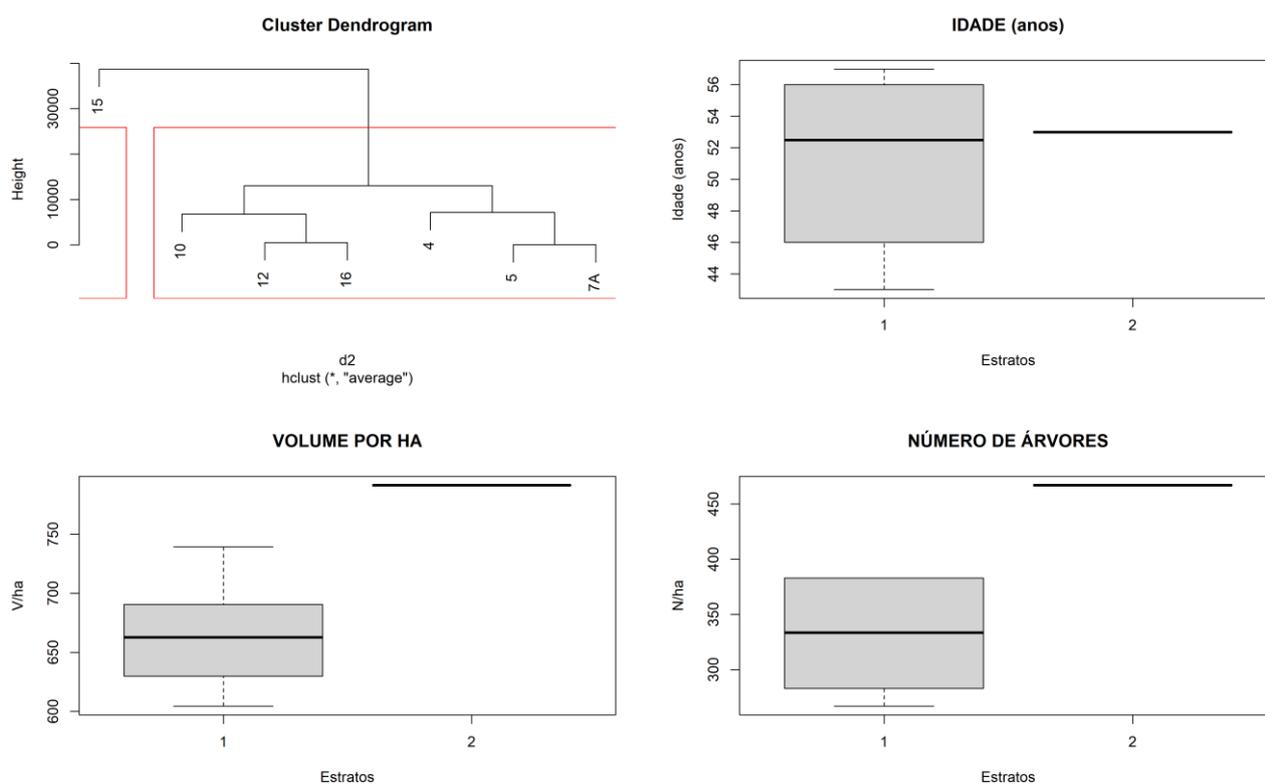
## 4.1.2 *Pinus elliottii*

### 4.1.2.1 Estratificação das Áreas e Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

Os talhões foram agrupados em estratos utilizando a análise estatística multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), em função das variáveis: (i) idade do plantio (anos), (ii) volume ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e (iii) densidade ( $\text{N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na [Figura 23](#) é apresentado o dendrograma de agrupamento dos talhões de *Pinus elliottii*, além dos gráficos *box plot* para as variáveis idade, volume e número de árvores em cada estrato.

**Figura 23**

**Dendrograma e *Box Plot* das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de *Pinus elliottii***



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Os sete talhões de *Pinus elliottii* foram agrupados em dois estratos. O estrato 1, composto por seis talhões com idades que variaram de 43 a 57 anos, apresentam volume médio de 664,79 e densidade de árvores média de 329 árvores.ha<sup>-1</sup>, o estrato 2, composto por um talhão com idade de 53 anos, apresenta volume médio de 791,52 m<sup>3</sup> e densidade de árvores média de 461 árvores.ha<sup>-1</sup>.

Os parâmetros dendrométricos estimados para *Pinus elliottii* estão apresentados na ~~Tabela 18~~ e ~~Tabela 19~~, onde é possível observar os resultados médios por estrato e por talhão, respectivamente. Na ~~Tabela 20~~ e ~~Tabela 21~~ são apresentadas as estimativas das variáveis: volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para cada estrato e talhão, respectivamente.

**Tabela 18****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para *Pinus elliottii***

ESTRATO	ÁREAS (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	122,17	329	41,5	30,2	46,68	664,79	32,22	8,0%	0,4%	6,2%	-	23,9%	0,7%	-	60,9%
2	16,89	461	37,8	31,5	53,64	791,52	27,63	7,2%	-	9,6%	2,4%	24,1%	-	-	56,6%

N = média do número de árvores do estrato; DAP = diâmetro médio por estrato; Ht = altura total média por estrato; G = área basal média por estrato; V = volume total com casca médio por estrato; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 19****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para *Pinus elliottii***

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
4	1	57	28,80	317	44,9	29,5	52,73	739,08	-	-	1,8%	1,8%	-	31,6%	-	-	64,9%
5	1	56	19,83	375	41,5	29,2	49,14	681,76	46,83	13,3%	-	4,4%	-	20,0%	-	-	62,2%
10	1	46	36,09	344	40,3	30,2	42,18	604,29	82,98	21,0%	-	12,9%	-	19,4%	-	-	46,8%
12	1	43	4,19	267	45,2	31,7	43,57	643,44	-	-	-	25,0%	-	18,8%	-	-	56,3%
15	2	53	16,89	461	38,6	31,5	53,64	791,52	27,63	7,2%	-	9,6%	2,4%	24,1%	-	-	56,6%
16	1	53	17,69	283	43,5	30,7	43,51	629,68	36,14	5,9%	-	2,0%	-	31,4%	2,0%	-	58,8%
7A	1	52	15,57	375	39,7	30,6	48,20	690,48	-	-	-	2,2%	-	17,8%	2,2%	-	77,8%

N = número de árvores; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo; Ht = altura total; G = área basal; V = volume total com casca; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 20**

**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de *Pinus elliottii***

ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
		10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 † 40	40 † 45	45 † 50	50 † 55	55 † 60	60 ≤	
1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,69	1,60	67,36	129,35	155,00	104,08	97,29	52,96	56,45	664,79
	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,06	0,13	4,84	9,16	10,81	7,39	6,81	3,62	3,86	46,68
	N (arv.ha <sup>-1</sup> )	2	4	64	82	76	43	32	14	11	329
2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	7,08	161,52	196,88	241,95	106,12	16,25	61,71	-	791,52
	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,53	11,34	13,88	15,80	6,85	1,20	4,04	-	53,64
	N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	11	150	128	111	39	6	17	-	461

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 21**

**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de *Pinus elliottii***

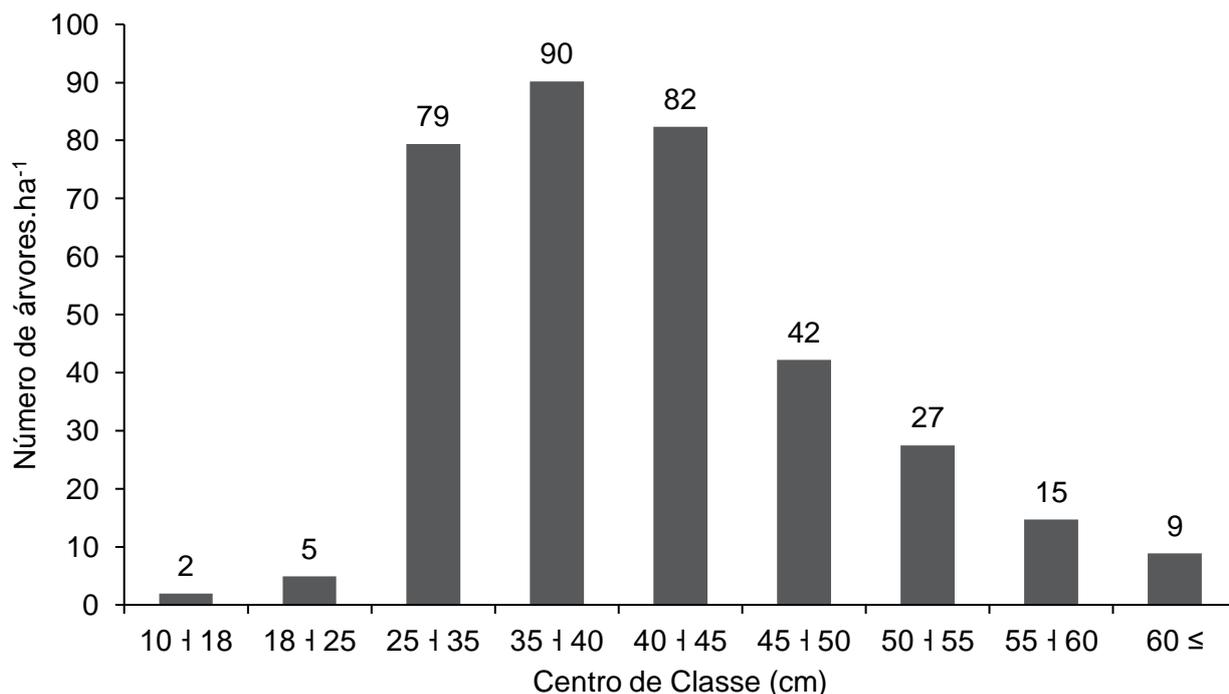
TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 † 40	40 † 45	45 † 50	50 † 55	55 † 60	60 ≤	
4	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	38,30	90,87	154,65	134,04	198,85	40,12	82,24	739,08
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	2,86	6,39	10,94	9,75	13,95	2,81	6,03	52,73
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	39	56	78	56	67	11	11	317
5	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	116,36	143,42	167,03	57,93	72,51	90,61	33,89	681,76
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	8,47	10,08	12,18	4,38	5,33	6,32	2,38	49,14
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	117	92	83	25	25	25	8	375
10	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	1,70	5,07	89,74	169,54	125,14	81,15	53,18	18,95	59,81	604,29
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,14	0,39	6,49	12,29	8,57	5,56	3,50	1,35	3,90	42,18
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	6	11	89	111	61	33	17	6	11	344
12	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	55,76	243,48	163,59	108,75	-	71,86	643,44
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	3,70	16,30	11,24	7,38	-	4,95	43,57
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	-	33	117	67	33	-	17	267

TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
15	2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	7,08	161,52	196,88	241,95	106,12	16,25	61,71	-	791,52
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,53	11,34	13,88	15,80	6,85	1,20	4,04	-	53,64
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	11	150	128	111	39	6	17	-	461
16	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	56,37	99,49	147,34	96,62	48,39	106,64	74,83	629,68
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	4,06	6,97	10,32	6,78	3,42	7,12	4,83	43,51
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	50	61	72	39	17	28	17	283
7A	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	2,29	3,62	78,57	194,32	155,57	121,10	103,49	31,54	-	690,48
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,19	0,28	5,33	13,75	10,58	8,60	7,36	2,10	-	48,20
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	8	8	67	125	75	50	33	8	-	375

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na ~~Figura 24~~ ~~Figura 24~~ é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus elliottii* por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição diamétrica unimodal, com maior frequência dos indivíduos nas classes centrais de diâmetro (25 a 45 cm).

**Figura 24**  
**Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para *Pinus elliottii***



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.2.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo estratificado, conforme descrito na metodologia. A média estratificada do volume de *Pinus elliottii* corresponde a 680,07 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, o que representa 94.568,97 m<sup>3</sup> em 139,06 ha de plantio da espécie (~~Tabela 22~~ ~~Tabela 22~~). O erro de amostragem corresponde a 8,77%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ( $E\% \leq 10\%$ ).

**Tabela 22**  
**Análise Estatística para *Pinus elliottii***

ESTIMADOR	E1	E2		UNIDADE
Área	122,17	16,89		ha
Média por estrato	664,79	791,52		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Média estratificada		680,07		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Variância por estrato	46,85	64,02		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância estratificada		48,93		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância da média estratificada		2,85		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Erro padrão		1,69		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
t (0,05; (17-1))		2,12		-
Erro de amostragem absoluto		3,58		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
Erro de amostragem relativo		8,77		%
Intervalo de confiança para a média	620,44	680,07	739,70	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Total por estrato	83.084,42	11.484,55		m <sup>3</sup> .una <sup>-1</sup>
Total da população		94.568,97		m <sup>3</sup> . 139,06 ha <sup>-1</sup>
Intervalo de confiança para o total	86.276,34	94.568,97	102.861,60	m <sup>3</sup> . 139,06 ha <sup>-1</sup>

E = estrato; una = unidade de área. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

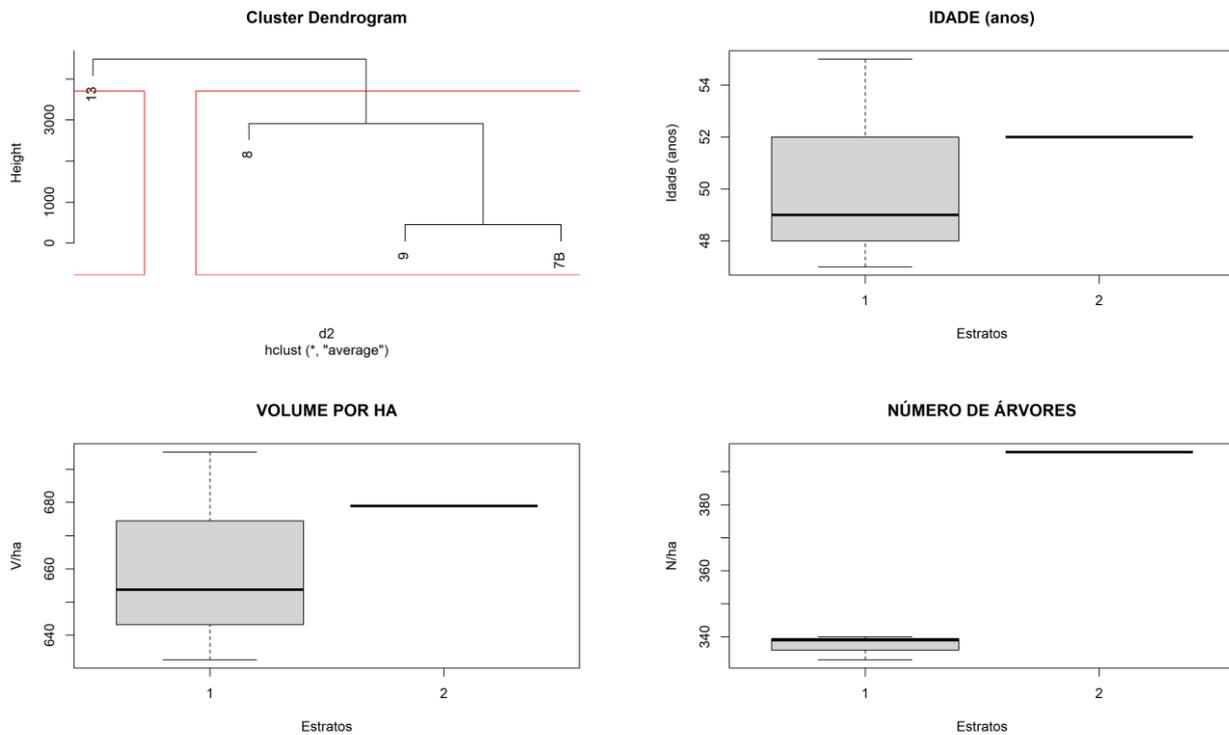
#### 4.1.1 *Pinus taeda*

##### 4.1.1.1 Estratificação das Áreas e Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

Os talhões foram agrupados em estratos utilizando a análise estatística multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), em função das variáveis: (i) idade do plantio (anos), (ii) volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) e (iii) densidade (N.ha<sup>-1</sup>). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na [Figura 25](#) é apresentado o dendrograma de agrupamento dos talhões de *Pinus taeda*, além dos gráficos *box plot* para as variáveis idade, volume e número de árvores em cada estrato.

**Figura 25**

**Dendrograma e *Box Plot* das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de *Pinus taeda***



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Os quatro talhões de *Pinus taeda* foram agrupados em dois estratos. O estrato 1, composto por três talhões com idades que variaram de 47 a 55 anos, apresentam volume médio de 660,50 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade de árvores média de 337 árvores.ha<sup>-1</sup>. O estrato 2 é composto por um talhão com idade de 52 anos, volume de 678,99 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade de árvores de 396 árvores.ha<sup>-1</sup>.

Os parâmetros dendrométricos estimados para *Pinus taeda* estão apresentados na [Tabela 23](#) e [Tabela 24](#), onde é possível observar os resultados médios por estrato e por talhão, respectivamente. Na [Tabela 25](#) e [Tabela 26](#) são apresentadas as estimativas das variáveis: volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para cada estrato e talhão, respectivamente.

**Tabela 23****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para *Pinus taeda***

ESTRATO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	81,29	337	41,4	30,9	46,85	664,82	12,54	3,4%	-	7,6%	-	24,7%	0,4%	-	63,9%
2	34,90	396	38,9	30,0	48,93	679,02	48,36	12,6%	-	3,2%	-	14,7%	-	-	69,5%

N = média do número de árvores do estrato; DAP = diâmetro médio por estrato; Ht = altura total média por estrato; G = área basal média por estrato; V = volume total com casca médio por estrato; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 24****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para *Pinus taeda***

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
8	1	55	19,92	333	42,7	31,1	48,80	695,24	5,02	1,0%	-	5,0%	-	16,0%	1,0%	-	77,0%
9	1	49	55,55	340	40,8	30,9	46,02	653,75	22,04	5,9%	-	7,8%	-	29,4%	-	-	56,9%
13	2	52	34,90	396	38,9	30,0	48,93	679,02	48,36	12,6%	-	3,2%	-	14,7%	-	-	69,5%
7B	1	47	5,83	339	40,5	30,5	44,98	632,58	9,25	3,3%	-	11,5%	-	31,1%	-	-	54,1%

N = número de árvores; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo; Ht = altura total; G = área basal; V = volume total com casca; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 25**

**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de *Pinus taeda***

ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
		10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	64,87	136,93	169,72	154,21	84,88	42,06	12,16	664,82
	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	4,75	9,79	12,03	10,75	5,71	2,97	0,85	46,85
	N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	62	88	85	62	27	12	3	337
2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	4,51	123,61	151,02	201,17	78,27	66,21	35,32	18,90	679,02
	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,36	9,34	11,00	14,22	5,88	4,46	2,30	1,36	48,93
	N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	8	121	100	100	33	21	8	4	396

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

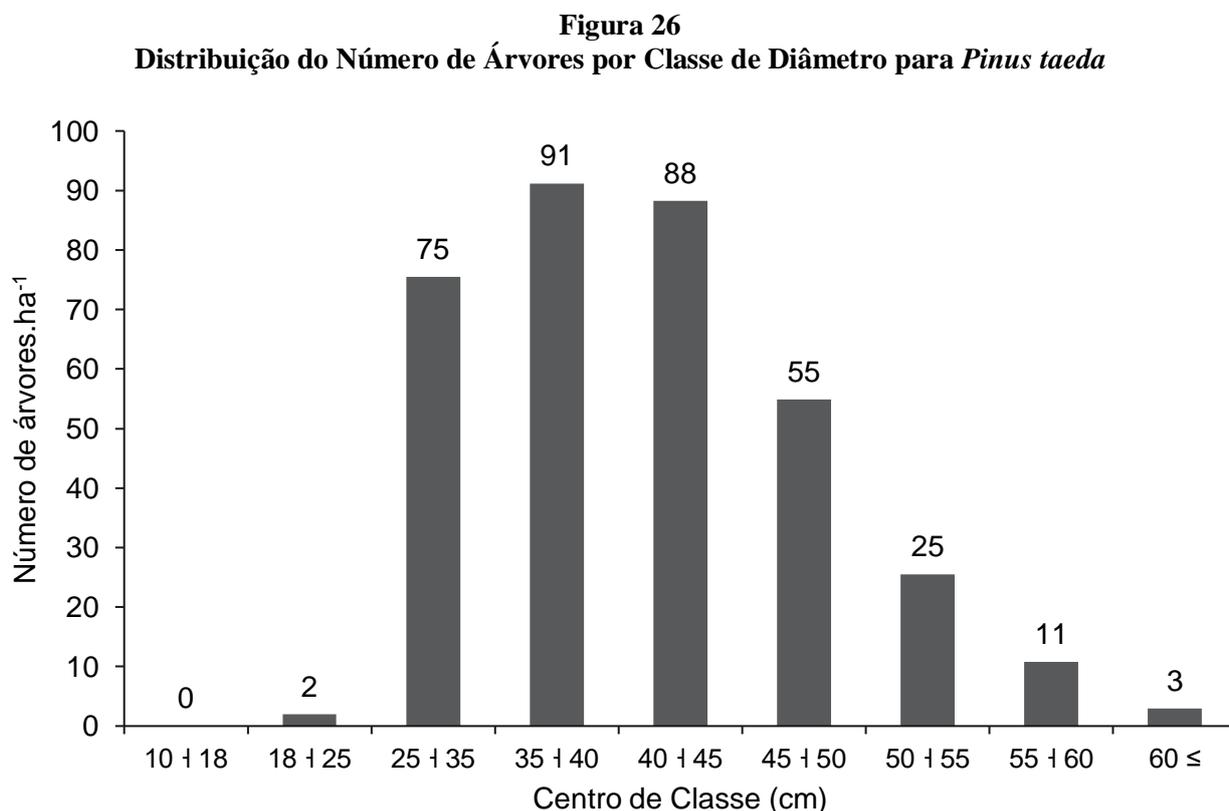
**Tabela 26**

**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de *Pinus taeda***

TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
8	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	49,21	131,86	151,95	203,72	123,19	35,32	-	695,24
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	3,50	9,31	10,98	13,98	8,42	2,60	-	48,80
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	43	83	77	80	40	10	-	333
9	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	71,39	143,10	186,51	113,80	58,41	48,94	31,61	653,75
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	5,31	10,30	13,17	7,98	3,66	3,40	2,20	46,02
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	70	93	93	47	17	13	7	340
13	2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	4,51	123,61	151,02	201,17	78,27	66,21	35,32	18,90	679,02
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,36	9,34	11,00	14,22	5,88	4,46	2,30	1,36	48,93
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	8	121	100	100	33	21	8	4	396
7B	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	80,10	135,12	171,35	139,05	65,17	41,80	-	632,58
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	-	5,91	9,74	11,86	9,97	4,61	2,89	-	44,98
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	-	78	89	83	56	22	11	-	339

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na ~~Figura 26~~ ~~Figura 26~~ é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus taeda* por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição diamétrica unimodal, com maior frequência dos indivíduos nas classes centrais de diâmetro (25 a 55 cm).



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.1.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo estratificado, conforme descrito na metodologia. A média estratificada do volume de *Pinus taeda* corresponde a 668,93 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, o que representa 77.723,79 m<sup>3</sup> em 116,19 ha de plantio da espécie (~~Tabela 27~~ ~~Tabela 27~~). O erro de amostragem corresponde a 8,18%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ( $E\% \leq 10\%$ ).

**Tabela 27**  
**Análise Estatística para *Pinus taeda***

ESTIMADOR	E1	E2		UNIDADE
Área	81,29	34,90		ha
Média por estrato	664,82	679,02		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Média estratificada		668,93		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Variância por estrato	31,28	56,24		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância estratificada		38,77		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância da média estratificada		2,40		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Erro padrão		1,55		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
t (0,05;17-1)		2,12		-
Erro de amostragem absoluto		3,28		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
Erro de amostragem relativo		8,18		%
Intervalo de confiança para a média	614,19	668,93	723,66	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Total por estrato	54.378,92	23.344,87		m <sup>3</sup> .una <sup>-1</sup>
Total da população		77.723,79		m <sup>3</sup> . 116,19 ha <sup>-1</sup>
Intervalo de confiança para o total	71.364,12	77.723,79	84.083,47	m <sup>3</sup> . 116,19 ha <sup>-1</sup>

E = estrato; una = unidade de área. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

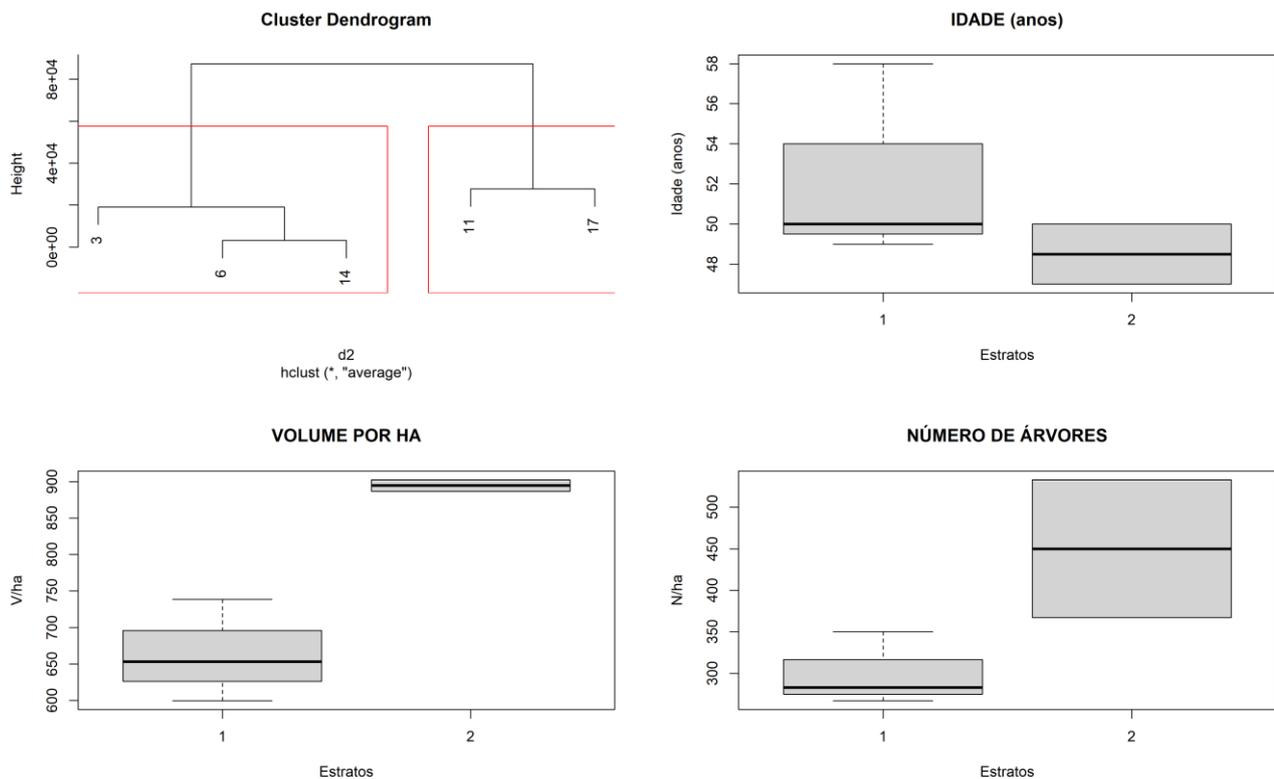
#### 4.1.2 *Pinus sp.*

##### 4.1.2.1 Estratificação das Áreas e Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

Os talhões foram agrupados em estratos utilizando a análise estatística multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), em função das variáveis: (i) idade do plantio (anos), (ii) volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) e (iii) densidade (N.ha<sup>-1</sup>). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na [Tabela 28](#) é apresentado o dendrograma de agrupamento dos talhões de *Pinus sp.*, além dos gráficos *box plot* para as variáveis idade, volume e número de árvores em cada estrato.

**Figura 27**

**Dendrograma e *Box Plot* das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de *Pinus sp.***



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Os cinco talhões de *Pinus sp.* foram agrupados em dois estratos. O estrato 1, composto por três talhões com idades que variaram de 49 a 58 anos, apresentam volume médio de 656,93 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade média de 295 árvores.ha<sup>-1</sup>. O estrato 2 é composto por dois talhões com idades que variam de 47 a 50 anos, volume médio de 896,64 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade de 427 árvores.ha<sup>-1</sup>.

Os parâmetros dendrométricos estimados para *Pinus sp.* estão apresentados na [Tabela 28](#) e [Tabela 29](#), onde é possível observar os resultados médios por estrato e por talhão, respectivamente. Na [Tabela 30](#) e [Tabela 31](#) são apresentadas as estimativas das variáveis: volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para cada estrato e talhão, respectivamente.

**Tabela 28****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para *Pinus* sp.**

ESTRATO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	98,10	295	43,7	30,6	46,21	656,93	21,18	7,2%	-	4,6%	-	22,1%	-	-	66,2%
2	49,26	427	40,8	30,7	61,85	896,64	32,56	10,7%	-	9,3%	1,0%	27,8%	-	-	51,2%

N = média do número de árvores do estrato; DAP = diâmetro médio por estrato; Ht = altura total média por estrato; G = área basal média por estrato; V = volume total com casca médio por estrato; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 29****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para *Pinus* sp.**

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
3	1	58	10,99	344	43,1	31,0	52,18	738,59	45,45	11,3%	-	4,8%	-	29,0%	-	-	54,8%
6	1	49	30,07	267	45,2	31,2	44,91	653,22	18,34	6,3%	-	4,7%	-	17,2%	-	-	71,9%
11	2	47	36,29	363	43,7	29,7	61,83	902,52	17,11	8,3%	-	9,2%	1,8%	25,7%	-	-	55,0%
14	1	50	57,04	288	42,7	29,8	43,05	599,39	5,82	4,3%	-	4,3%	-	20,3%	-	-	71,0%
17	2	50	12,97	533	37,5	31,9	61,87	886,84	58,31	13,5%	-	9,4%	-	30,2%	-	-	46,9%

N = número de árvores; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo; Ht = altura total; G = área basal; V = volume total com casca; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 30****Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de *Pinus* sp.**

ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
		10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 † 40	40 † 45	45 † 50	50 † 55	55 † 60	60 ≤	
1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	4,17	47,06	72,83	151,23	120,38	95,33	103,99	61,95	656,93
	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,39	3,55	5,29	10,72	8,44	6,52	6,98	4,31	46,21
	N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	9	44	47	76	48	30	27	14	295
2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,61	14,50	97,72	111,82	145,48	141,54	93,41	67,12	224,44	896,64
	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,09	1,39	7,77	8,12	10,26	9,28	6,22	4,36	14,38	61,85
	N (arv.ha <sup>-1</sup> )	6	35	106	73	73	52	29	17	35	427

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

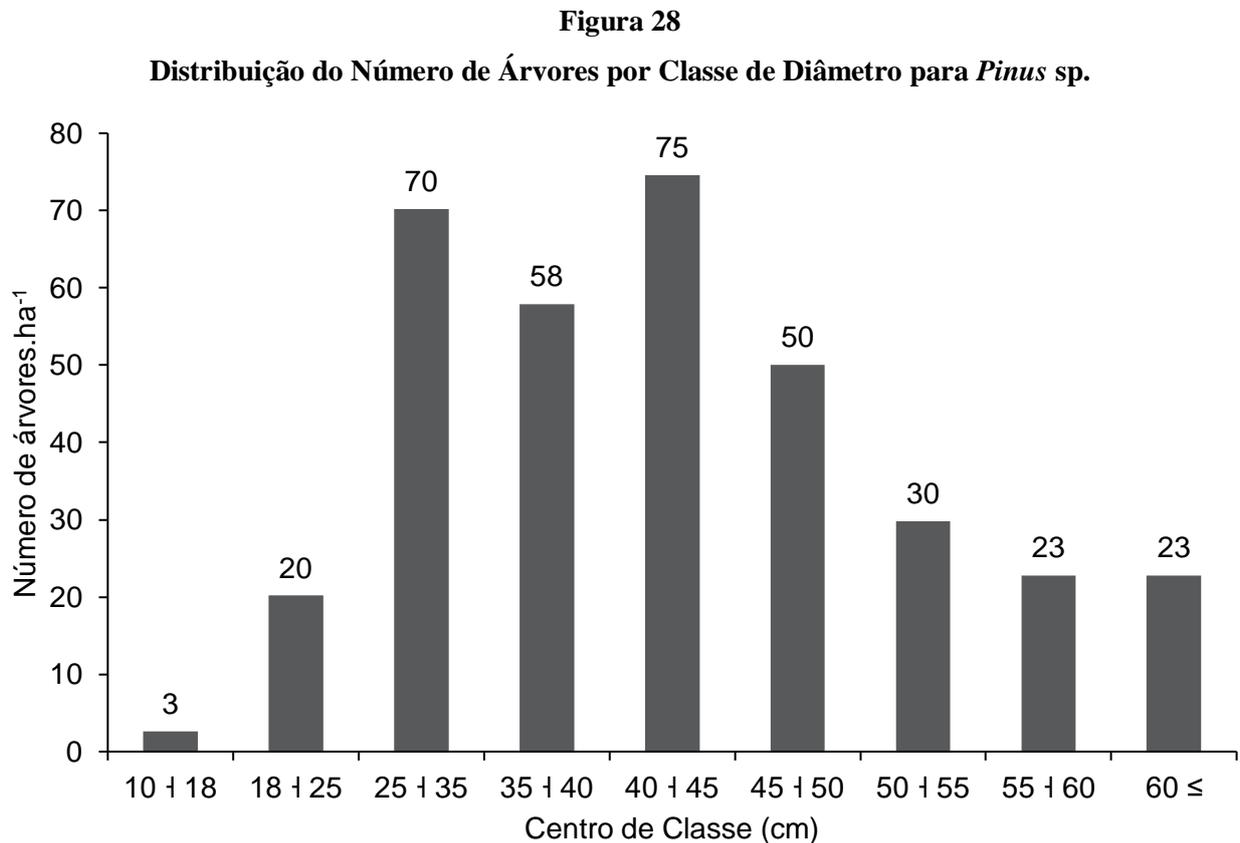
**Tabela 31****Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de *Pinus* sp.**

TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 † 40	40 † 45	45 † 50	50 † 55	55 † 60	60 ≤	
3	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	3,00	59,32	103,95	204,02	108,02	102,93	105,96	51,40	738,59
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,27	4,47	7,60	14,28	7,61	7,17	7,11	3,67	52,18
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	6	56	67	100	44	33	28	11	344
6	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	6,02	36,17	37,28	114,62	114,78	122,31	161,71	60,33	653,22
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,56	2,73	2,74	8,16	8,09	8,03	10,62	3,98	44,91
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	13	33	25	58	46	38	42	13	267
11	2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,97	7,98	67,89	67,98	94,32	118,99	104,11	81,16	359,11	902,52
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,15	0,87	5,66	5,08	7,04	7,74	6,99	5,32	23,00	61,83
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	10	27	77	47	50	43	33	20	57	363
14	1	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	3,19	48,75	85,05	148,24	135,24	62,64	44,78	71,50	599,39
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,31	3,68	6,12	10,62	9,41	4,52	3,25	5,13	43,05
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	8	46	54	75	54	21	13	17	288

TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)								TOTAL	
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60		60 ≤
17	2	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	25,35	147,44	184,90	230,74	179,12	75,57	43,72	-	886,84
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	2,26	11,29	13,18	15,62	11,84	4,92	2,76	-	61,87
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	50	156	117	111	67	22	11	-	533

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na [Figura 28](#) é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus sp.* por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição diamétrica unimodal, com maior frequência dos indivíduos nas classes centrais de diâmetro (25 a 55 cm).



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.2.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo estratificado, conforme descrito na metodologia. A média estratificada do volume de *Pinus sp.* corresponde a 737,06 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, o que representa 108.612,06 m<sup>3</sup> em 147,36 ha de plantio da espécie ([Tabela 32](#)). O erro de amostragem corresponde a 8,36%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ( $E\% \leq 10\%$ ).

**Tabela 32**  
**Análise Estatística para *Pinus* sp.**

ESTIMADOR	E1	E2	UNIDADE	
Área	98,10	49,26	ha	
Média por estrato	656,93	896,64	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	
Média estratificada		737,06	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	
Variância por estrato	35,18	125,01	(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	
Variância estratificada		65,21	(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	
Variância da média estratificada		3,10	(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	
Erro padrão		1,63	m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>	
t (0,05;19-1)		2,10	-	
Erro de amostragem absoluto		3,70	m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>	
Erro de amostragem relativo		8,36	%	
Intervalo de confiança para a média	675,46	737,06	798,69	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Total por estrato	72.302,05	36.310,01		m <sup>3</sup> .una <sup>-1</sup>
Total da população		108.612,06		m <sup>3</sup> . 147,36 ha <sup>-1</sup>
Intervalo de confiança para o total	99.529,87	108.612,06	117.694,25	m <sup>3</sup> . 147,36 ha <sup>-1</sup>

E = estrato; una = unidade de área. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

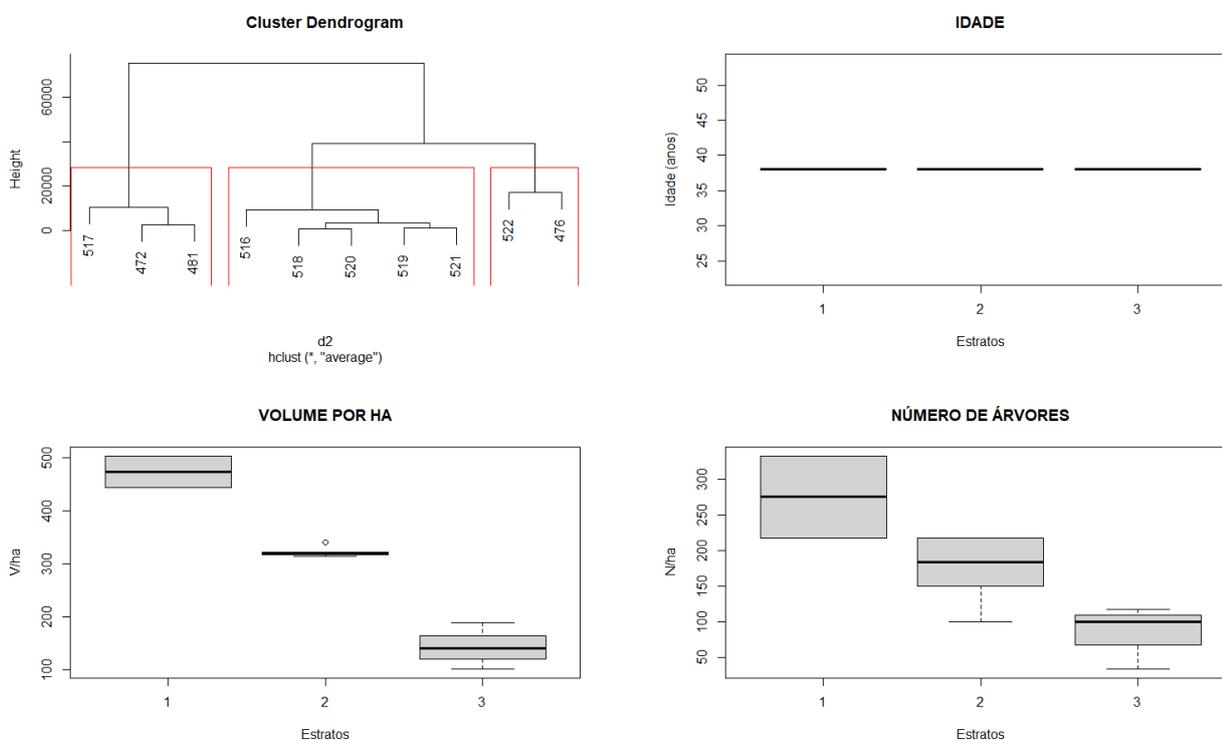
### 4.1.3 *Eucalyptus* sp.

#### 4.1.3.1 Estratificação das Áreas e Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

O talhão de *Eucalyptus* sp. foi dividido em três estratos em função da alta heterogeneidade observada entre as parcelas. Para isso as unidades amostrais foram agrupadas em estratos utilizando a análise estatística multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), em função das variáveis: (i) volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) e (ii) densidade ( $N \cdot ha^{-1}$ ). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na [Figura 29](#) é apresentado o dendrograma de agrupamento dos talhões de *Eucalyptus* sp., além dos gráficos *box plot* para as variáveis idade, volume e número de árvores em cada estrato.

**Figura 29**

**Dendrograma e *Box Plot* das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de *Eucalyptus* sp.**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

As dez unidades amostrais de *Eucalyptus* sp. foram agrupados em três estratos. O estrato 1, composto por duas unidades amostrais, apresenta volume médio de 473,31 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade média de 275 árvores.ha<sup>-1</sup>. O estrato 2 é composto por cinco unidades amostrais, apresenta volume médio de 322,83 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade de 173 árvores.ha<sup>-1</sup>. O estrato 3 é composto por três unidades amostrais, apresenta volume médio de 143,23 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e densidade de 83 árvores.ha<sup>-1</sup>.

Os parâmetros dendrométricos estimados para *Eucalyptus* sp. estão apresentados na [Tabela 33](#)~~Tabela-33~~ e [Tabela 34](#)~~Tabela-34~~, onde é possível observar os resultados médios por estrato e por talhão, respectivamente. Na [Tabela 35](#)~~Tabela-35~~ e [Tabela 36](#)~~Tabela-36~~ são apresentadas as estimativas das variáveis volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para cada estrato e talhão, respectivamente.

**Tabela 33****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para *Eucalyptus* sp.**

ESTRATO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (m <sup>3</sup> /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
1	1,81	275	49,0	28,3	55,85	473,31	55,32	19,4%	-	8,0%	-	40,0%	12,0%	20,6%
2	7,52	173	53,3	25,3	40,71	322,83	39,81	17,3%	-	7,0%	-	37,2%	-	38,5%
3	4,58	83	48,9	22,9	18,87	143,23	33,82	20,0%	-	16,7%	-	41,7%	8,3%	13,3%

N = média do número de árvores do estrato; DAP = diâmetro médio por estrato; Ht = altura total média por estrato; G = área basal média por estrato; V = volume total com casca médio por estrato; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 34****Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para *Eucalyptus* sp.**

TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	Mortas (m <sup>3</sup> /ha)	Mortas (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
18	38	13,91	167	50,0	26,0	37,19	299,04	41,12	18,4%	-	7,1%	-	36,1%	4,1%	38,8%

N = número de árvores; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo; Ht = altura total; G = área basal; V = volume total com casca; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 35****Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de *Eucalyptus* sp.**

ESTRATO	TALHÃO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 † 40	40 † 45	45 † 50	50 † 55	55 † 60	60 ≤	
1	18	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	3,86	26,59	49,50	25,36	11,67	36,39	55,60	264,34	473,31
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	-	0,56	3,17	6,44	3,24	1,46	3,57	6,21	31,19	55,85
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	-	17	50	58	25	8	17	25	75	275
2	18	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,43	1,88	16,22	9,64	16,64	24,87	28,79	28,69	195,66	322,83
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,07	0,27	2,11	1,36	2,43	2,95	3,49	3,34	24,70	40,71
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	3	7	27	13	17	17	17	13	60	173
3	18	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,69	-	8,96	4,19	10,07	-	-	32,07	87,24	143,23
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,11	-	1,22	0,54	1,48	-	-	4,43	11,09	18,87
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	6	-	17	6	11	-	-	17	28	83

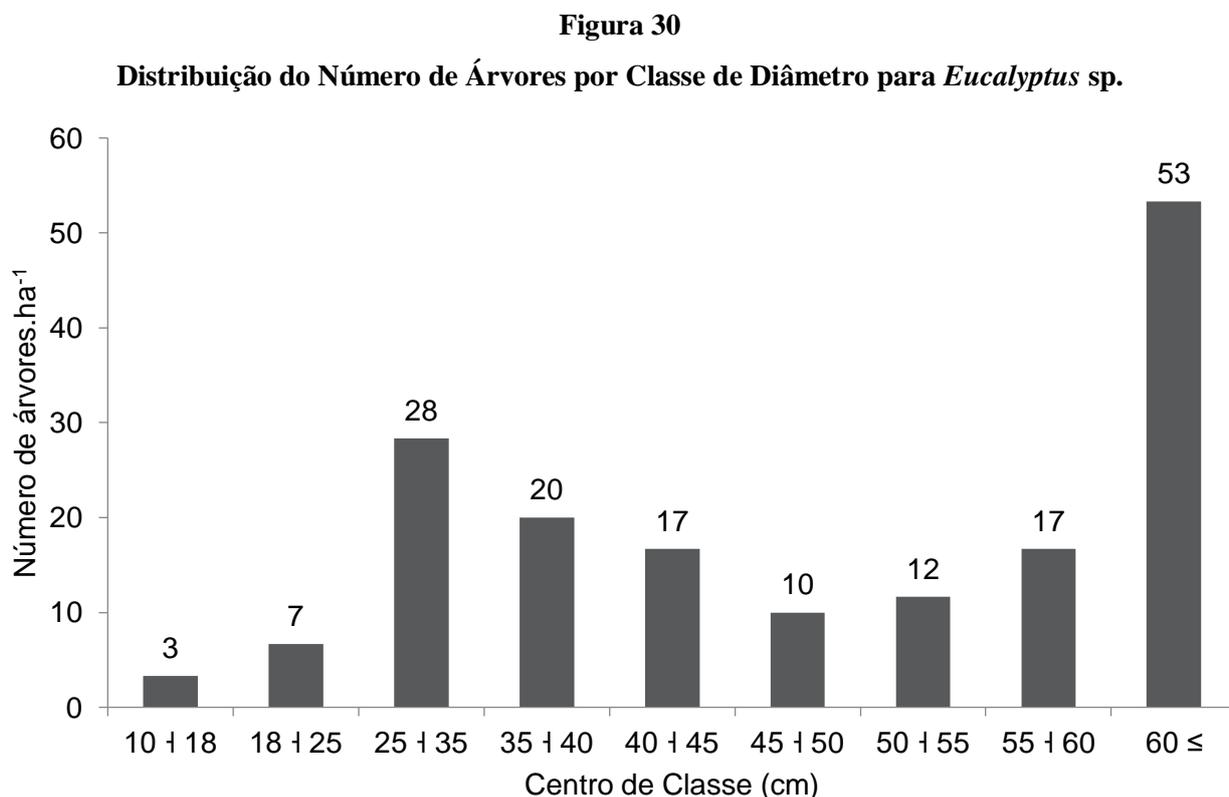
DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Tabela 36****Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de *Eucalyptus* sp.**

TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 † 40	40 † 45	45 † 50	50 † 55	55 † 60	60 ≤	
18	1, 2, 3	V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,42	1,71	16,12	15,98	16,41	14,77	21,67	35,09	176,87	299,04
		G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	0,07	0,25	2,05	2,13	2,31	1,77	2,46	4,24	21,92	37,19
		N (arv.ha <sup>-1</sup> )	3	7	28	20	17	10	12	17	53	167

DAP = diâmetro à altura do peito; N = número de árvores; G = área basal; V = volume total com casca. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na ~~Figura 30~~ ~~Figura 30~~ é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Eucalyptus sp.* por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição multimodal, com uma moda no intervalo de classe de 25 + 35 e maior frequência dos indivíduos nas classes superiores de diâmetro (60 cm ≤).



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

#### 4.1.3.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo estratificado entre as unidades amostrais, conforme descrito na metodologia. A média estratificada do volume de *Eucalyptus sp.* corresponde a 283,06 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, o que representa 3.937,26 m<sup>3</sup> em 13,91 ha de plantio da espécie (~~Tabela 37~~ ~~Tabela 37~~). O erro de amostragem corresponde a 6,89%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento (E% ≤ 10%).

**Tabela 37**  
**Análise Estatística para *Eucalyptus* sp.**

ESTIMADOR	E1	E2	E3	UNIDADE
Área	1,81	7,52	4,58	ha
Média por estrato	473,31	322,83	143,23	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Média estratificada		283,06		m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Variância por estrato	6,59	0,40	6,88	(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância estratificada		3,34		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Variância da média estratificada		0,27		(m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>
Erro padrão		0,52		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
t (0,05; (10-1))		2,26		-
Erro de amostragem absoluto		1,17		m <sup>3</sup> .600m <sup>2</sup> <sup>-1</sup>
Erro de amostragem relativo		6,89		%
Intervalo de confiança para a média	263,55	283,06	302,56	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
Total por estrato	512,02	2.128,99	1.296,25	m <sup>3</sup> .una <sup>-1</sup>
Total da população		3.937,26		m <sup>3</sup> . 13,91 ha <sup>-1</sup>
Intervalo de confiança para o total	3.665,94	3.937,26	4.208,58	m <sup>3</sup> . 13,91 ha <sup>-1</sup>

E = estrato; una = unidade de área. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

A ~~Tabela 38~~ **Tabela 38** a seguir apresenta a síntese da estimativa de volume total para as espécies plantadas nas Zonas de Manejo das Glebas I, II e III da FLONA de Chapecó. Como se observa, o maior volume de madeira é de *Pinus* sp. com total de 108.612,06 m<sup>3</sup>, seguido pelo *Pinus elliottii* com 94.568,97 m<sup>3</sup>, *Pinus taeda* com total de 77.723,79 m<sup>3</sup>, *Araucaria angustifolia* com 10.664,75 m<sup>3</sup> e *Eucalyptus* sp. com 3.937,36 m<sup>3</sup>. Ao todo, estas espécies totalizam 295.506,93 m<sup>3</sup>. Os sortimentos calculados para as espécies estão apresentados no Apêndice 13-B-1.

**Tabela 38**

**Síntese da Estimativa Volumétrica do Inventário Florestal dos Plantios por Espécie na FLONA de Chapecó**

ESPÉCIE		CLASSE de DAP (cm)				TOTAL	ÁREA
		10 † 18	18 † 25	25 † 35	35 ≤		
<i>Araucaria angustifolia</i>	V (m³.ha⁻¹)	3,70	11,87	54,47	274,32	344,36	1 ha
	Total (m³)	114,51	367,48	1.686,98	8.495,78	<b>10.664,75</b>	30,97 ha
<i>Pinus elliottii</i>	V (m³.ha⁻¹)	0,57	2,17	76,95	600,37	680,06	1 ha
	Total (m³)	78,91	302,00	10.701,28	83.486,78	<b>94.568,97</b>	139,06 ha
<i>Pinus taeda</i>	V (m³.ha⁻¹)	0,00	1,14	81,54	586,26	668,94	1 ha
	Total (m³)	0,00	132,67	9.474,08	68.117,04	<b>77.723,79</b>	116,19 ha
<i>Pinus sp.</i>	V (m³.ha⁻¹)	0,19	8,87	70,10	657,89	737,05	1 ha
	Total (m³)	27,94	1.307,39	10.330,19	96.946,54	<b>108.612,06</b>	147,36 ha
<i>Eucalyptus sp.</i>	V (m³.ha⁻¹)	0,40	1,62	15,25	265,78	283,06	1 ha
	Total (m³)	5,55	22,55	212,20	3.697,06	<b>3.937,36</b>	13,91 ha
Total	Total (m³)	226,91	2.132,10	32.404,72	260.743,20	<b>295.506,93</b>	447,48 ha

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

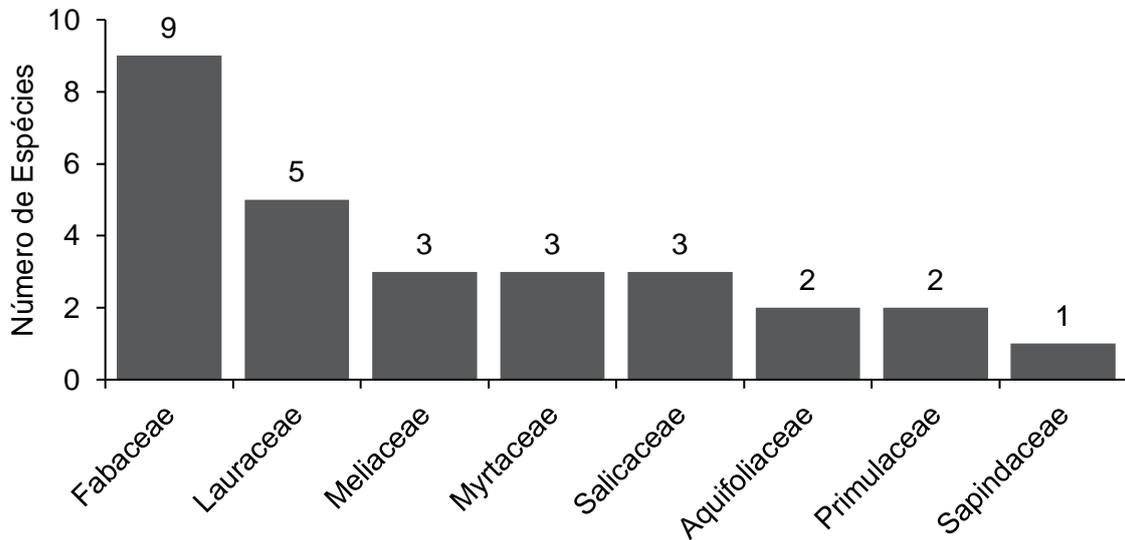
#### 4.1.3.1 Análise Fitossociológica (Nível F2)

Foram encontradas 47 espécies de porte arbóreo localizadas na regeneração natural estabelecida sob os talhões de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, distribuídas em 27 famílias botânicas ([Figura 31](#)~~Figura 31~~).

Na [Figura 32](#)~~Figura 32~~ é apresentada a distribuição do número de indivíduos da regeneração por classe diamétrica. Observa-se uma distribuição diamétrica em J-invertido, característica de florestas nativas, com maior frequência dos indivíduos nas menores classes ( $\leq 17,5$  cm).

**Figura 31**

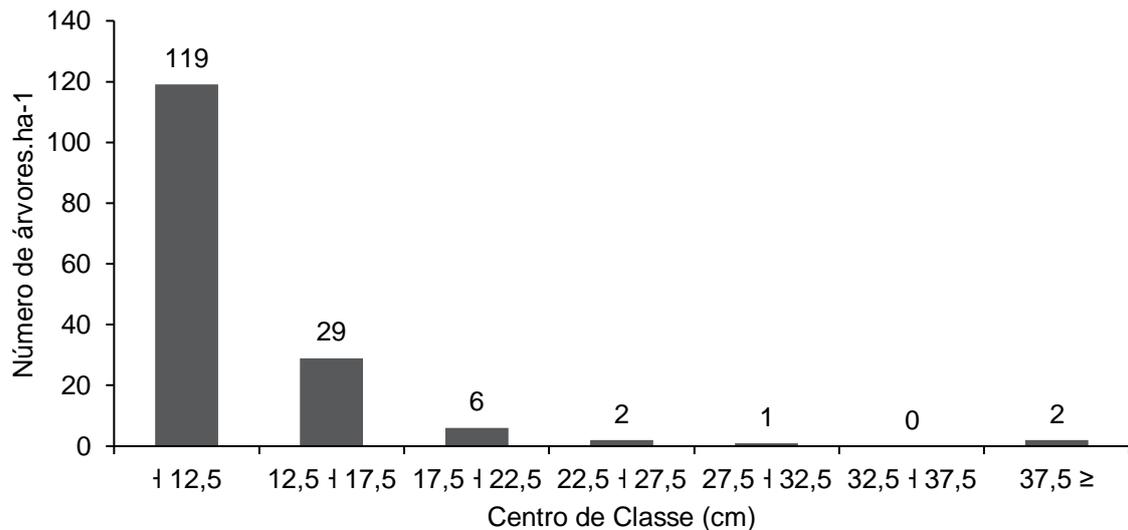
**Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* (Nível F2)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**Figura 32**

**Distribuição dos Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* (Nível F2)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

De maneira geral, as espécies mais abundantes e com maior dominância são: *Alsophila setosa* (28,1% e 14,9%) e *Ilex paraguariensis* (17,9% e 14,0%) (Tabela 39-Tabela 39).

**Tabela 39**

**Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* (Nível F2)**

UAs	ESPÉCIE	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVC%	IVI%
14	<i>Alsophila setosa</i>	96	28,08	0,85	14,93	23	9,09	21,51	17,37
26	<i>Ilex paraguariensis</i>	61	17,98	0,80	14,03	42	16,88	16,00	16,30
10	<i>Araucaria angustifolia</i>	14	4,10	0,63	11,10	16	6,49	7,60	7,23
5	<i>Ocotea porosa</i>	14	4,10	0,49	8,53	8	3,25	6,32	5,29
7	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	17	5,05	0,24	4,14	11	4,55	4,59	4,58
4	<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	4	1,26	0,36	6,25	6	2,60	3,76	3,37
7	<i>Nectandra lanceolata</i>	8	2,21	0,17	2,92	11	4,55	2,56	3,22
6	<i>Ocotea diospyrifolia</i>	10	2,84	0,13	2,36	10	3,90	2,60	3,03
5	<i>Cedrella fissilis</i>	6	1,89	0,18	3,21	8	3,25	2,55	2,78
5	<i>Cupania vernalis</i>	8	2,21	0,09	1,66	8	3,25	1,93	2,37
5	<i>Matayba elaeagnoides</i>	8	2,21	0,09	1,57	8	3,25	1,89	2,34
2	<i>Parapiptadenia rigida</i>	3	0,95	0,27	4,75	3	1,30	2,85	2,33
2	<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	11	3,15	0,12	2,03	3	1,30	2,59	2,16
2	<i>Pinus sp.</i>	9	2,52	0,15	2,62	3	1,30	2,57	2,15
3	<i>Jacaranda puberula</i>	6	1,89	0,12	2,17	5	1,95	2,03	2,00
4	<i>Mysine umbellata</i>	5	1,58	0,05	0,86	6	2,60	1,22	1,68
4	<i>Dalbergia sp.</i>	4	1,26	0,06	1,05	6	2,60	1,16	1,64
2	<i>Picramnia parvifolia</i>	4	1,26	0,11	1,90	3	1,30	1,58	1,49
3	<i>Casearia sylvestris</i>	3	0,95	0,06	1,10	5	1,95	1,02	1,33
3	<i>Luehea divaricata</i>	3	0,95	0,06	1,03	5	1,95	0,99	1,31
3	<i>Vernonanthura diffusa</i>	3	0,95	0,04	0,79	5	1,95	0,87	1,23
2	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	2	0,63	0,06	1,00	3	1,30	0,82	0,98
2	<i>Anadenanthera colubrina</i>	2	0,63	0,04	0,70	3	1,30	0,67	0,88
2	<i>Cinnamodendron dinisii</i>	2	0,63	0,04	0,68	3	1,30	0,65	0,87
1	<i>Dicksonia sellowiana</i>	2	0,63	0,07	1,21	2	0,65	0,92	0,83
2	<i>Nectandra grandiflora</i>	2	0,63	0,03	0,53	3	1,30	0,58	0,82
2	<i>Pinus elliottii</i>	2	0,63	0,03	0,51	3	1,30	0,57	0,81
2	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2	0,63	0,02	0,37	3	1,30	0,50	0,77
1	<i>Drimys brasiliensis</i>	3	0,95	0,02	0,40	2	0,65	0,67	0,66
1	<i>Persea willdenovii</i>	2	0,63	0,03	0,52	2	0,65	0,58	0,60
1	<i>Cinnamomum amoenum</i>	2	0,63	0,03	0,45	2	0,65	0,54	0,58
1	<i>Lonchocarpus sp.</i>	2	0,63	0,02	0,35	2	0,65	0,49	0,54
1	<i>Coussarea contracta</i>	2	0,63	0,02	0,31	2	0,65	0,47	0,53
1	<i>Casearia obliqua</i>	2	0,63	0,01	0,22	2	0,65	0,42	0,50

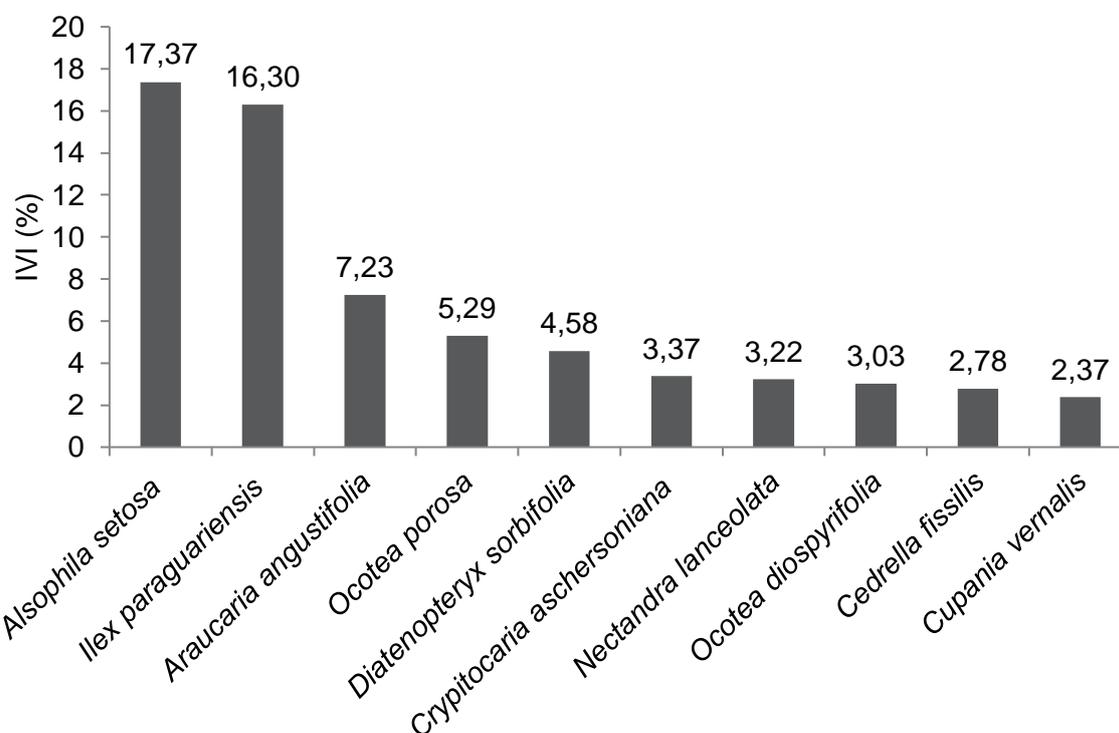
UAs	ESPÉCIE	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVC%	IVI%
1	<i>Nectandra megapotamica</i>	1	0,32	0,03	0,53	2	0,65	0,42	0,50
1	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	1	0,32	0,03	0,45	2	0,65	0,38	0,47
1	<i>Symplocos tenuifolia</i>	1	0,32	0,02	0,38	2	0,65	0,35	0,45
1	NI	1	0,32	0,02	0,32	2	0,65	0,32	0,43
1	<i>Rauvolfia sellowii</i> .cf	1	0,32	0,02	0,28	2	0,65	0,30	0,41
1	<i>Casearia decandra</i>	1	0,32	0,01	0,26	2	0,65	0,29	0,41
1	<i>Prunus myrtifolia</i>	1	0,32	0,01	0,25	2	0,65	0,28	0,41
1	<i>Myrciaria tenella</i>	1	0,32	0,01	0,25	2	0,65	0,28	0,40
1	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	0,32	0,01	0,24	2	0,65	0,28	0,40
1	<i>Myrsine guianensis</i>	1	0,32	0,01	0,22	2	0,65	0,27	0,39
1	<i>Cinnamomum</i> sp.	1	0,32	0,01	0,20	2	0,65	0,26	0,39
1	<i>Urera baccifera</i>	1	0,32	0,01	0,19	2	0,65	0,25	0,38
1	<i>Myrocarpus frondosus</i>	1	0,32	0,01	0,19	2	0,65	0,25	0,38

UAs = unidades amostrais com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR = densidade relativa (%); DoA = dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR = dominância relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa; IVC = índice valor de cobertura; IVI = índice valor de importância. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Considerando o valor de importância, destacam-se as espécies *Alsophila setosa* (IVI=17,37%), *Ilex paraguariensis* (IVI=16,30%) e *Araucaria angustifolia* (IVI=7,23%), responsáveis por 40,90% da estrutura horizontal arbórea (Tabela 39Tabela-39). Na Tabela 34Tabela-34 estão representadas as 10 espécies com maior valor de importância (IVI%), as quais representam 78,56% da estrutura horizontal do levantamento.

**Figura 33**

**Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.* (Nível F2)**



Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

O índice de Shannon-Wiener traz a representação de riqueza e uniformidade na área, o que neste levantamento resultou em 2,855 nats.indivíduo<sup>-1</sup>. O índice de Pielou observado foi de 0,741, o que indica que há 74,1% de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies (Tabela 40Tabela-40).

**Tabela 40**

**Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2)**

SHANNON WEANER (H')	J. PIELOU (J')
2,855	0,741

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

## 4.2 Produtos Florestais Não Madeireiros (PFM)

### 4.2.1 Resina – *Pinus elliottii*

Na ~~Tabela 41~~ ~~Tabela 41~~ são apresentadas as estimativas de produção de resina para os talhões de *Pinus elliottii*. Considerando toda a área ocupada com os talhões da espécie e uma produtividade média de 4 kg de resina por árvore.ano<sup>-1</sup>, o total estimado corresponde a 177.148,72 kg.ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 41**

**Estimativa da Produção de Resina nos Talhões de *Pinus elliottii***

ESPÉCIE	TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	RESINA (kg.ano <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> )	RESINA (kg.ano <sup>-1</sup> .T <sup>-1</sup> )
<i>Pinus elliottii</i>	4	57	28,80	317	1.266,67	36.478,61
<i>Pinus elliottii</i>	5	56	19,83	325	1.300,00	25.784,98
<i>Pinus elliottii</i>	10	46	36,09	272	1.088,89	39.297,35
<i>Pinus elliottii</i>	12	43	4,19	267	1.066,67	4.469,33
<i>Pinus elliottii</i>	15	53	16,89	428	1.711,11	28.896,05
<i>Pinus elliottii</i>	16	53	17,69	267	1.066,67	18.864,85
<i>Pinus elliottii</i>	7A	52	15,57	375	1.500,00	23.357,55
Total			139,06	321	1.285,71	177.148,72

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

### 4.2.2 Erva-mate – *Ilex paraguariensis*

Na ~~Tabela 42~~ ~~Tabela 42~~ são apresentadas as estimativas de produção de Erva-mate para os indivíduos estabelecidos sob os talhões de *Araucaria* (52 árvores por hectare), *Pinus* e *Eucalyptus* (61 árvores por hectare). Considerando toda a área ocupada com os talhões das espécies e uma produtividade média de 4 kg de folha por árvore por ano, o total estimado corresponde a 109.200,77 kg.ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 42****Estimativa da Produção de Erva-mate nos Talhões de *Araucaria*, *Pinus* e *Eucalyptus***

TALHÃO	ÁREA	N.ha <sup>-1</sup>	ERVA-MATE (kg.arv)	ERVA-MATE (kg.ha <sup>-1</sup> )	ERVA-MATE (kg.ano <sup>-1</sup> )
<i>Araucaria angustifolia</i>	30,98	52	4	206,04	6.383,12
<i>Pinus elliottii</i> / <i>Pinus taeda</i> / <i>Pinus</i> sp. / <i>Eucalyptus</i> sp.	419,39	61	4	245,16	102,817.65
Total					109.200,77

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

**4.2.3 Pinhão – *Araucaria angustifolia***

Na [Tabela 43](#) são apresentadas as estimativas de produção de pinhão para os talhões de *Araucaria angustifolia*. Considerando toda a área ocupada com os talhões da espécie e uma produtividade média de 375,48 gramas por árvore por ano, o total estimado corresponde a 1.241,28 kg.ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 43****Estimativa da Produção de Pinhão nos Talhões de *Araucaria angustifolia***

TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	ÁRVORES FÊMEAS (N.ha <sup>-1</sup> )	PINHÃO (kg.ano <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> )	PINHÃO (kg.ano <sup>-1</sup> .T <sup>-1</sup> )
2	58	13,51	192	90	33,61	453,89
3	58	16,59	247	115	43,25	717,47
8	55	0,89	450	210	78,91	69,92
Total		30,98		415		1.241,28

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

## 5. Considerações Finais

O presente estudo teve por objetivo a realização de diagnóstico dos principais produtos madeireiros e não madeireiros plantados e de ocorrência natural, na Zona de Manejo Florestal Sustentável das Glebas I e II da FLONA de Chapecó. O mesmo utilizou metodologia científica comprovada e adotada na realização de inventários de plantios florestais com espécies comerciais (exóticas e nativas) no país, em particular na região Sul.

Os resultados do estudo foram obtidos com base nas premissas adotadas e aplicação da metodologia. Os mesmos identificaram a existência expressiva de volume comercial de produtos florestais madeireiros de espécies comercialmente utilizadas pelo mercado na região da FLONA de Chapecó, especificamente e em maior grau quanto à madeira em tora de *Pinus*, além de tora de Araucária. Os volumes comerciais identificados na ZMFS somam o total de 295.506,93 m<sup>3</sup> de estoque de madeira (sendo 10.664,75 m<sup>3</sup> com *Araucaria angustifolia*, 280.904,82 m<sup>3</sup> com *Pinus* e 3.937,36 m<sup>3</sup> com *Eucalyptus*). No caso do *Pinus*, cabe destacar que o volume total é dividido entre *Pinus* sp., *P. elliottii* e *P. taeda*, com, respectivamente, 38,67%, 33,67% e 27,67% do volume de *Pinus*. No que se refere aos principais produtos não madeireiros com viés e potencial comercial, na ZMFS destacam-se a resina de *Pinus elliottii* (177.148,72 kg.ano<sup>-1</sup>), folha de erva-mate (*Ilex paraguariensis* - 109.200,77 kg.ano<sup>-1</sup>) e semente de *Araucaria angustifolia* (pinhão - 1.241,28 kg.ano<sup>-1</sup>).

**Apêndice 13-B-1**  
**Sortimentos por Espécies na FLONA de Chapecó**

Espécie		Sortimento* (m³)					Total	Área (ha)
		† 8	8 † 18	18 † 25	25 † 35	35 ≤		
<i>Araucaria angustifolia</i>	V (m³.ha <sup>-1</sup> )	5,18	12,30	36,20	127,21	163,47	344,36	1 ha
	Total (m³)	160,30	380,99	1.120,97	3.939,76	5.062,73	10.664,75	30,97
<i>Pinus elliotii</i>	V (m³.ha <sup>-1</sup> )	5,16	34,57	81,35	278,98	279,99	680,06	1 ha
	Total (m³)	718,21	4.807,55	11.312,39	38.795,31	38.935,51	94.568,97	139,06
<i>Pinus taeda</i>	V (m³.ha <sup>-1</sup> )	5,00	35,07	88,57	299,46	240,85	668,94	1 ha
	Total (m³)	580,77	4.074,31	10.290,53	34.793,68	27.984,51	77.723,79	116,19
<i>Pinus</i> sp.	V (m³.ha <sup>-1</sup> )	4,94	32,88	71,53	239,95	387,75	737,05	1 ha
	Total (m³)	727,32	4.845,69	10.540,83	35.359,56	57.138,66	108.612,06	147,36
<i>Eucalyptus</i> sp.	V (m³.ha <sup>-1</sup> )	2,33	11,01	19,80	48,55	201,37	283,06	1 ha
	Total (m³)	32,37	153,10	275,47	675,40	2.801,02	3.937,36	13,91
Total (m³)		2.218,98	14.261,63	33.540,19	113.563,70	131.922,43	295.506,93	447,48

\* volume de resíduo: diâmetro < 8 cm; volume para processo: 8 cm † 18 cm e comprimento da tora de 2,40 m; volume para serraria 1: 18 cm † 25 cm e comprimento da tora de 2,40 m; volume para serraria 2: 25 cm † 35 cm e comprimento da tora de 2,40 m e volume para laminação: 35 cm ≤ e comprimento da tora de 2,40 m. Equação de afilamento (Figueiredo Filho et al., 2006): *Araucaria angustifolia*:  $\frac{d_i}{DAP} = 1,1405 - 3,3609 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 17,8646 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 47,3422 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 55,9613 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 24,2457 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$ ; *Pinus elliotii*:  $\frac{d_i}{DAP} = 1,1153 - 2,9199 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 10,9667 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 20,5551 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 16,77893 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,3894 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$ ; *Pinus taeda*:  $\frac{d_i}{DAP} = 1,1215 - 3,1340 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 12,2095 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 24,2457 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 21,8211 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 7,7823 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$ ; *Pinus* sp.:  $\frac{d_i}{DAP} = 1,1165 - 2,9557 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 11,1628 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 21,1441 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 17,6082 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,7922 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$ ; *Eucalyptus* sp. (Figueiredo Filho et al., 2014):  $\frac{d_i}{DAP} = 1,179467 - 4,323742 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 19,94087 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 47,62906 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 51,11964 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 20,50544 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$ . Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

## 6. Referências Bibliográficas

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, 2013. v. 22, n. 6, p. 711-728.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Estrutura fitossociológica da comunidade arbórea de uma topossequência pouco alte- rada de uma área de floresta atlântica, no município de Silva Jardim-RJ. *Revista Árvore*. 2001. v. 25, n. 1, p. 131-140.

EPAGRI/CIRAM. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina**. EPAGRI, 2021. Disponível em: <<https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/zoneamento/>>. Acesso em: 25, maio de 2021.

FELFILI, J. M.; REZENDE, R. P. **Conceitos e métodos em fitossociologia**. Brasília: Ed. UNB, 2003. 68 p.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; WATZLAWICK, L. F. **Inventário das florestas naturais da Floresta Nacional de Irati – Estado do Paraná**. Irati: UNICENTRO. 2006. 188p.

FIGUEIREDO FILHO, A.; ORELLANA, E.; NASCIMENTO, F.; DIAS, A. N.; INOUE, M. T. Produção de sementes de *Araucaria angustifolia* em plantio e em floresta natural no Centro-Sul do estado do Paraná. *Floresta*, 2010. v. 41, n. 1, p. 153-160.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; MIRANDA, R. O. V. de; RETSLAFF, F. A. de S. **Compêndio de equações de volume e de afilamento de espécies florestais plantadas e nativas para as regiões fitogeográficas do Brasil**. Curitiba: Os Autores, 2014. 306 p.

FUPEF, Curitiba, PR. **Inventário florestal do pinheiro no sul do Brasil**. Curitiba: FUPEF/ IBDF, 1978. 327p.

HORN FILHO, N. **O Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina - RJ20509** : Trabalho executado pela CPRM com a colaboração de geólogos de entidades externas como UFRGS, USP, UNICAMP, UFSC, UFRRJ, UNISINOS, UFPR e UDESC. Base Cartográfica: A base cartográfica foi obtida em formato digital a partir do IBGE (1:50.0) e do Projeto Sistema Aquífero Guarani (1:250.0).

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2. ed. New York: Ronald, 1972. 410 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de dados de informações ambientais – BdiA [on-line]. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 10 de maio 2021.

ICMBIO. 2013. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Chapecó** – Volume I. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 194 pg.

INSTITUTO DE FLORESTAS DO PARANÁ. Manual de Inventário Florestal. v.1. Curitiba, 2016.

KASSAMBARA, A. **Practical Guide To Cluster Analysis in R**. 1 ed. USA: STHDA, 2017.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Vegetação**. In: IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed). Geografia do Brasil: região Sul. 1990. Rio de Janeiro: SERGRAF/IBGE, v. 2, p. 113-150.

MAACK, R. **Breves notícias sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. Arquivos de Biologia e Tecnologia.** 1947. Curitiba, vol. II, p. 66-154.

MATTOS, J. R. **O pinheiro brasileiro.** São Paulo: Grêmio Politécnico, 1972. 620 p.

MAZZA, C. A. da S., MAZZA, M. C. M., SANTOS, J. E. SIG aplicado à caracterização ambiental de uma unidade de conservação Floresta Nacional de Irati, Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. 2005, Goiânia, Brasil. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005, p. 2251-2258.

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

MÜLLER, I. **Forma de Tronco e Sortimentos de Madeira para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden., Manejado em Alto Fuste, na Região Sudeste do Estado do Rio Grande do Sul.** 2004.166 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, RS.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal.** Curitiba, 1977. 316 p.

PIELOU, E. C. **Ecological diversity.** New York: Wiley-Interscience, 1975. 165p.

RODERJAN, C.V. et al.; Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati, PR. **Floresta.** Curitiba, PR. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná: UFPR, 1989. p.30-49. Vol. 19. n. 1 e 2.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. Atlas escolar de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1991, 96 p.

THOMÉ, V.M.R; ZAMPIERI, S; BRAGA, H.J; PANDOLFO, C; SILVA JÚNIOR, V.P; BACIC, I; LAUS NETO, J; SOLDATELI, D; GEBLER & ORE, J. D; ECHEVERRIA. L; MATTOS, M.; SUSKI, P.P. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina.** Florianópolis: Epagri, 1999, v.1000. p.1000. CD-ROOM.

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