

ANEXO 13C

INVENTÁRIO FLORESTAL DA FLONA DE TRÊS BARRAS

Sumário

1. Introdução.....	6
2. Contextualização da Floresta Nacional de Três Barras Caracterização Física-Ambiental e Zona de Manejo.....	7
2.1 Aspectos Físicos e Ambientais	7
2.2 Identificação das Áreas.....	13
3. Metodologia.....	21
3.1 Amostragem	21
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).....	85
5. Considerações Finais	89
6. Referências Bibliográficas.....	91

Lista de Tabelas

Tabela 1 Número de Talhões e Respectivas Áreas por Espécie na Zona de Manejo Florestal – FLONA de Três Barras.....	15
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	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>	42
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>	43
Tabela 14 Análise Estatística para <i>Araucaria angustifolia</i>	50
Tabela 15 Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	52
Tabela 16 Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2)	54
Tabela 17 Caracterização da Regeneração Natural Estabelecida Sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	55
Tabela 18 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Pinus elliottii</i>	61
Tabela 19 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Pinus elliottii</i>	61
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>	63
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>	63
Tabela 22 Análise Estatística para <i>Pinus elliottii</i>	69
Tabela 23 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Estrato para <i>Pinus taeda</i>	71

Tabela 24 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Pinus taeda</i>	71
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>	72
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>	72
Tabela 27 Análise Estatística para <i>Pinus taeda</i>	75
Tabela 28 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão de <i>Pinus</i> sp.	76
Tabela 29 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro por talhão de <i>Pinus</i> sp.	76
Tabela 30 Análise Estatística para <i>Pinus</i> sp.	78
Tabela 31 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos para <i>Pinus</i> (Resina)	79
Tabela 32 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus</i> (Resina)	79
Tabela 33 Análise do Volume para <i>Pinus</i> (Resina)	80
Tabela 34 Síntese da Estimativa Volumétrica por Espécie na FLONA de Três Barras	81
Tabela 35 Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2)	83
Tabela 36 Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2)	84
Tabela 37 Estimativa da Produção de Resina nos Talhões de <i>Pinus elliottii</i>	85
Tabela 38 Estimativa da Produção de Erva-mate nos Talhões de <i>Araucaria</i> e <i>Pinus</i>	86
Tabela 39 Estimativa da Produção de Pinhão nos Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i>	87

Lista de Figuras

Figura 1 Localização da Floresta Nacional de Três Barras	7
Figura 2 Mapa de Solos Recortado para a Área da FLONA de Três Barras	9
Figura 3 Localização da FLONA de Três Barras no Mapa de Classificação da Vegetação Brasileira	11
Figura 4 Localização da FLONA de Três Barras no Mapa de Regiões Geomorfológicas	12
Figura 5 Zoneamento da FLONA de Três Barras e Localização dos Talhões	13
Figura 6 Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i> Localizados na FLONA de Três Barras	16
Figura 7 Talhões de <i>Pinus elliottii</i> Localizados na FLONA de Três Barras	17
Figura 8 Talhões de <i>Pinus taeda</i> Localizados na FLONA de Três Barras	18
Figura 9 Talhões de <i>Pinus</i> sp. Localizados na FLONA de Três Barras	19
Figura 10 Talhão de <i>Pinus</i> (Resina) Localizado na FLONA de Três Barras	20
Figura 11 Localização das Unidades Amostrais na FLONA de Três Barras	21
Figura 12 Formas e Dimensões das Unidades Amostrais Instaladas na FLONA de Três Barras	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>	49
Figura 16 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	51
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)	52
Figura 18 Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	54
Figura 19 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3)	57
Figura 20 Densidade de Regenerantes Estabelecidos sob os Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i>	57
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)	58
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)	58
Figura 23 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus elliottii</i>	59
Figura 24 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus elliottii</i>	68

Figura 25 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus taeda</i>	70
Figura 26 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus taeda</i>	74
Figura 27 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus</i> sp.	77
Figura 28 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus</i> (Resina)	80
Figura 29 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2)	82
Figura 30 Distribuição dos Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2)	82
Figura 31 Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2).....	84

Lista de Apêndices

- Apêndice 13-C-1 – Tabela de Sortimentos
- Apêndice 13-C-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 Três Barras. 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 *Pinus* e *Araucaria* localizados na Zona de Manejo Florestal de Araucaria e Zona de Manejo Florestal de Pinus, denominadas no presente documento como Zona de Manejo Florestal (ZMF), relevantes ao diagnóstico dos PFM e PFNM da FLONA de Três Barras (UMF III).

O presente relatório foi concebido em conformidade com o 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 Três Barras (UMF III), para fins de exploração comercial, através das concessões florestais.

2. Contextualização da Floresta Nacional de Três Barras | 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 (ZMF), as quais são relevantes ao diagnóstico dos PFM e PFNM da Floresta Nacional de Três Barras.

2.1 Aspectos Físicos 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 Três Barras.

2.1.1 Abrangência Física

A FLONA de Três Barras está situada no município de Três Barras, Santa Catarina, distante 350 km da capital Florianópolis. Além disso, limita-se ao município de Canoinhas, o qual faz parte na Zona de Amortecimento da Unidade de Conservação (Figura 1). A principal rodovia para o acesso a FLONA é a BR-280.

Figura 1
Localização da Floresta Nacional de Três Barras



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

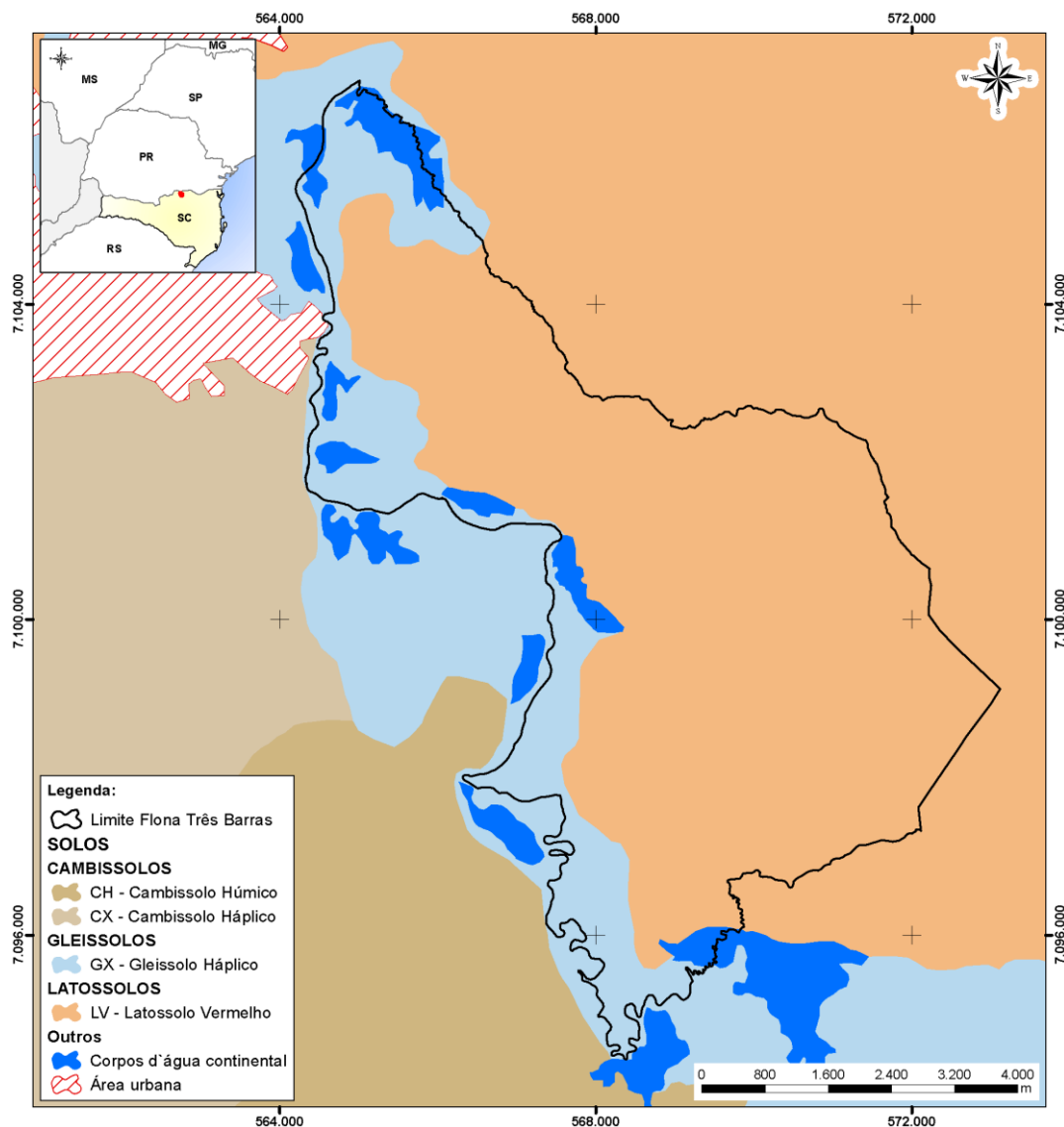
2.1.2 Clima

Segundo a classificação de Köppen, o clima regional é do tipo Cfb (ALVARES et al, 2013), temperado, com chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca, com verão fresco e geadas frequentes. A temperatura média anual varia de 15,5 a 17,0 °C, com média das máximas variando de 22,6 a 24,0 °C e das mínimas de 10,8 a 11,8 °C. A precipitação anual varia de 1.360 a 1.670 mm e a umidade relativa do ar de 80,0 a 86,2% (ICMBio, 2016).

2.1.3 Solos

Na área da FLONA de Três Barras predominam solos caracterizados pela presença de excesso de água durante todo o ano (Gleissolo Háptico) e solos sem problemas relacionados ao excesso de umidade (Latossolo Vermelho, Cambissolo Háptico e Cambissolo Húmico) (Figura 2).

Figura 2
Mapa de Solos Recortado para a Área da FLONA de Três Barras



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

Assim, nas áreas planas e baixas, nos vales dos rios e riachos aparecem os Gleissolos, tendo como vegetação original os “Campos de Várzeas” e uma zona de transição para solos mais secos, onde aparecem plantas arbustivas que podem evoluir para uma “Floresta com Branquilhos” (ICMBio, 2016).

Nas áreas mais elevadas e secas e nos relevos mais planos aparecem os Latossolos, solos profundos com alto potencial de uso agrícola e florestal. Nessas áreas ocorrem remanescentes de mata nativa (Floresta Ombrófila Mista) e reflorestamentos com Araucaria e Pinus. Nas áreas mais declivosas e mesmo em manchas de relevo mais plano aparecem os Cambissolos, mais rasos e sem excesso de umidade (ICMBio, 2016).

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 com Araucária) 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, 2016).

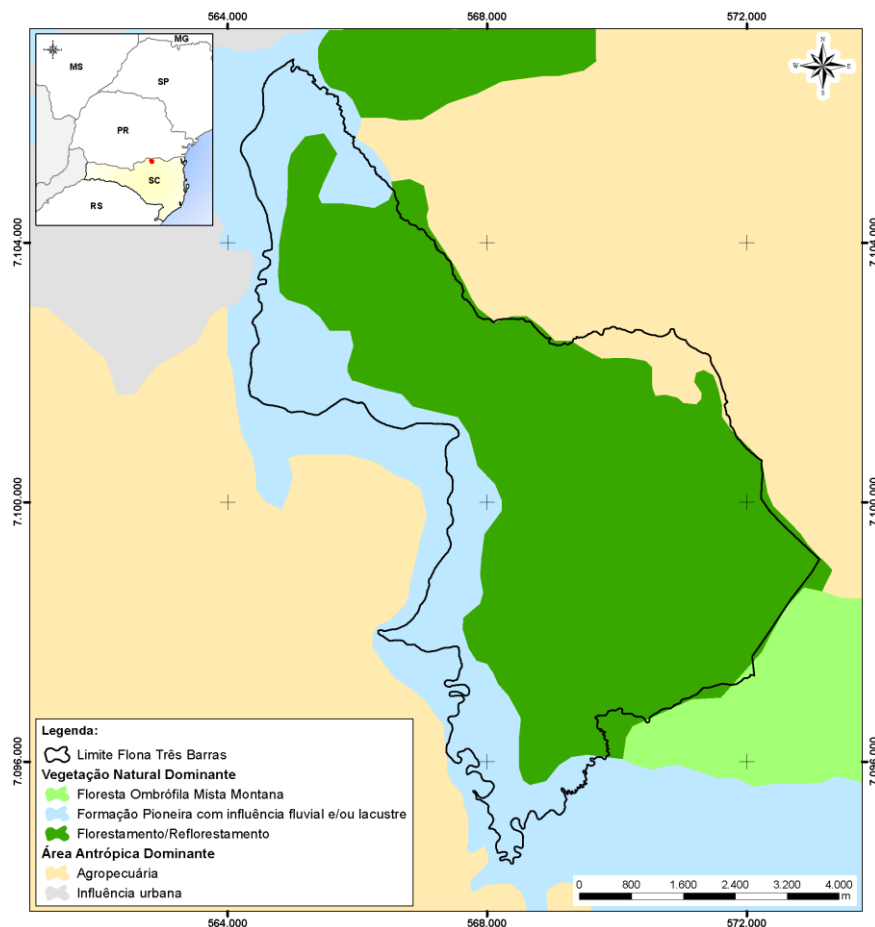
A FLONA de Três Barras está inserida no bioma Mata Atlântica, fitofisionomia Floresta Ombrófila Mista (Figura 3), a qual é considerada uma das mais heterogêneas e complexas da região sul, tendo como espécie de maior relevância a Araucária (*Araucaria angustifolia*). Conforme o IBGE (2004), a Floresta Ombrófila Mista é uma das Regiões Fitoecológicas em que está dividida a vegetação brasileira, sendo exclusiva do Planalto Meridional Brasileiro (Região Sul do Brasil abaixo do Trópico de Capricórnio, em altitudes entre 500 e 1200 metros). Estas florestas refletem situações específicas de duas floras que se encontram: A Tropical Afro-Brasileira e a Temperada Austro-Brasileira, tendo a *Araucaria angustifolia* como espécie caracterizadora. A estrutura é bastante variada constituída por adensamentos onde se destacam os gêneros *Ocotea* e *Nectandra* e agrupamentos pouco desenvolvidos com predomínio de *Podocarpus lamberti* (pinheiro-bravo), *Drimys brasiliensis* (cataia), *Capisicondendron dinisii* (pimenteira) e *Ilex* spp. (erva-mate, caúnas e congonhas).

Na FLONA de Três Barras ocorrem três formações naturais sendo: (i) Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), (ii) Floresta Ombrófila Mista Aluvial (Floresta Aluvial), fortemente dominada pelo Branquilho (*Sebastiania brasiliensis* e *Sebastiania commersoniana*), localizadas ao longo dos solos com influências aluviais e, (iii) Pioneiras, vegetação com influência fluvial” (Campos de Várzeas ou Banhados), formados basicamente por gramíneas e ciperáceas que também ocorrem em relevos planos e alagadiços. Essas vegetações nativas totalizam 50% da área da FLONA (IBGE,1994).

A paisagem atual da FLONA de Três Barras 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 dos gêneros *Araucaria* e *Pinus*.

Figura 3

Localização da FLONA de Três Barras no Mapa de Classificação da Vegetação Brasileira



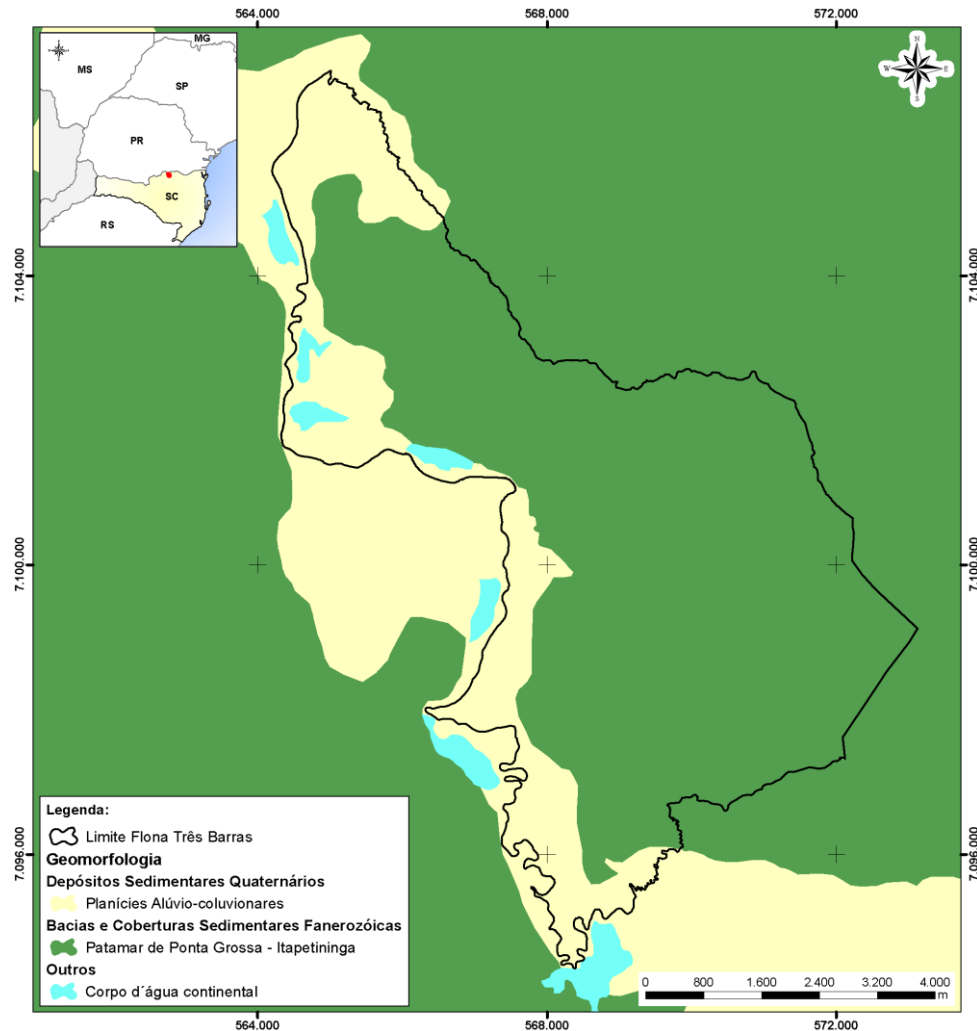
Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

2.1.5 Relevo

A região do Planalto Norte Catarinense está em sua grande maioria situada no Patamar Oriental da Bacia do Paraná, assentada sobre a unidade geomorfológica “Patamar de Ponta Grossa” que corresponde a uma superfície regular, quase plana, de baixa energia de relevo (Figura 4). Ao longo dos rios, principalmente do Negro, Iguaçu e Canoinhas aparecem áreas planas resultantes de acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas, correspondente às planícies e terraços de várzea (SANTA CATARINA, 1991).

Figura 4

Localização da FLONA de Três Barras no Mapa de Regiões Geomorfológicas



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

O relevo da FLONA é uma de suas características mais marcante, variando de plano a suave-ondulado, com elevações suaves e pouco mais dissecado a sudeste, na área de contribuição do Rio Baronesa, onde aparecem áreas de relevo ondulado e uma pequena faixa de relevo forte ondulado às margens do referido rio (MARQUES e FRANCO, 2006; MARQUES e SCHIMALSKI, 2008; ICMBIo, 2016).

A maior porção das áreas da FLONA está situada entre 730 e 800 m de altitude, a elevação máxima alcança 848 metros – a leste na única divisa seca da unidade – e a mais baixa 725 metros próximo a foz do Rio dos Pardos. No Rio Canoinhas, principal divisor da área da FLONA, registra-se em seus pontos mais elevado e baixo, respectivamente, 770 e 725m. As áreas consideradas como “Áreas Altas” da FLONA, são aquelas com

mais de 780 metros e estão totalmente livres da ação dos rios que margeiam a UC (MARQUES e FRANCO, 2006; MARQUES e SCHIMALSKI, 2008; ICMBIo, 2016).

2.2 Identificação das Áreas

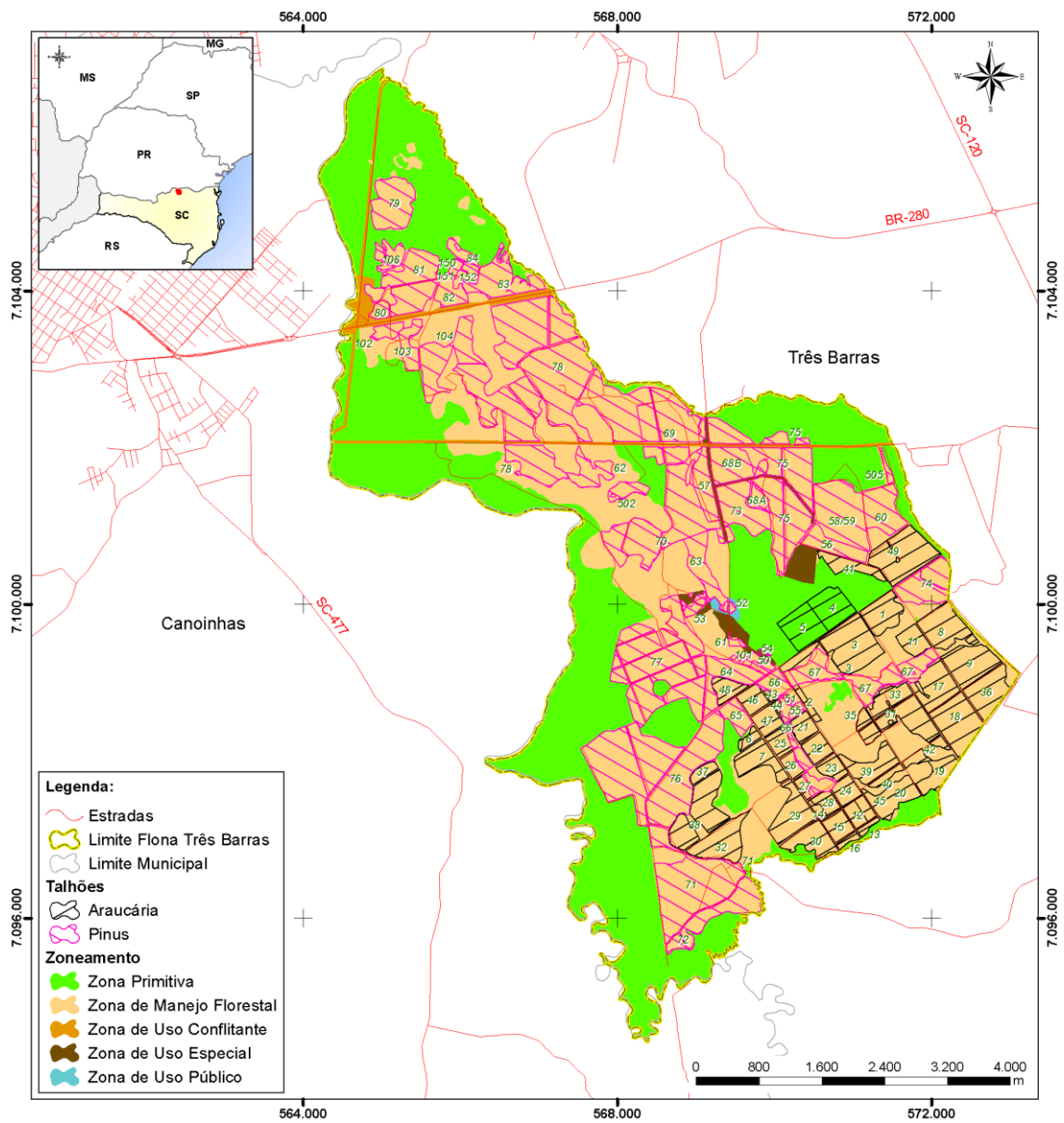
A FLONA de Três Barras é subdividida em cinco Zonas de uso: (i) Zona Primitiva, (ii) Zona de Manejo Florestal, (iii) Zona de Uso Conflitante, (iv) Zona de Uso Especial e, (v) Zona de Uso Público (Figura 5).

- Zona Primitiva: contempla área de 1.551,75
- Zona de Manejo Florestal: contempla área de 2.684,45 ha, subdividida em Zona de Manejo Florestal de Araucária e Zona de Manejo Florestal de Pinus;
- Zona de Uso Conflitante: contempla área de 80,38 ha;
- Zona de Uso Especial: contempla área de 41,45 ha;
- Zona de Uso Público: contempla área de 4,26 ha.

O diagnóstico e quantificação dos produtos madeireiros e não madeireiros foi realizado nos talhões de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Pinus* sp., localizados na Zona de Manejo Florestal (ZMF). De acordo com o Plano de Manejo da FLONA de Três Barras (FNTB), a ZMF compreende as áreas de floresta nativa ou plantada, com potencial econômico para o manejo florestal sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Na Figura 5 é apresentado o zoneamento e localização dos talhões nas respectivas zonas de uso da FLONA de Três Barras. Em toda ZMF existem 88 talhões com plantios florestais, sendo 45 talhões de *Araucaria angustifolia*, 35 talhões de *Pinus elliottii*, 5 talhões de *Pinus taeda*, 2 talhões de *Pinus* sp. e 1 talhão de *Pinus* (Resina) (Tabela 1)

Figura 5
Zoneamento da FLONA de Três Barras e Localização dos Talhões



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

Tabela 1**Número de Talhões e Respectivas Áreas por Espécie na Zona de Manejo Florestal – FLONA de Três Barras**

ZONA	ÁREA (ha)	ESPÉCIE	Nº TALHÕES	ÁREA (ha)	%
Zona de Manejo Florestal	2.684,45	<i>Araucaria angustifolia</i>	45	591,21	30,1%
		<i>Pinus elliottii</i>	35	955,69	48,7%
		<i>Pinus taeda</i>	5	406,10	20,7%
		<i>Pinus</i> sp.	2	1,41	0,1%
		<i>Pinus</i> (Resina)	1	8,01	0,4%
Total			88	1.962,42	100%

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

Na Figura 6 a Figura 10 são apresentadas, respectivamente, imagens dos plantios com *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus*. sp. e *Pinus* (Resina), localizados na FLONA de Três Barras.

Figura 6

Talhões de *Araucaria angustifolia* Localizados na FLONA de Três Barras



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

Figura 7
Talhões de *Pinus elliottii* Localizados na FLONA de Três Barras



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

Figura 8

Talhões de *Pinus taeda* Localizados na FLONA de Três Barras



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

Figura 9

Talhões de *Pinus* sp. Localizados na FLONA de Três Barras



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

Figura 10
Talhão de *Pinus* (Resina) Localizado na FLONA de Três Barras



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 Três Barras. 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. (1972), 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

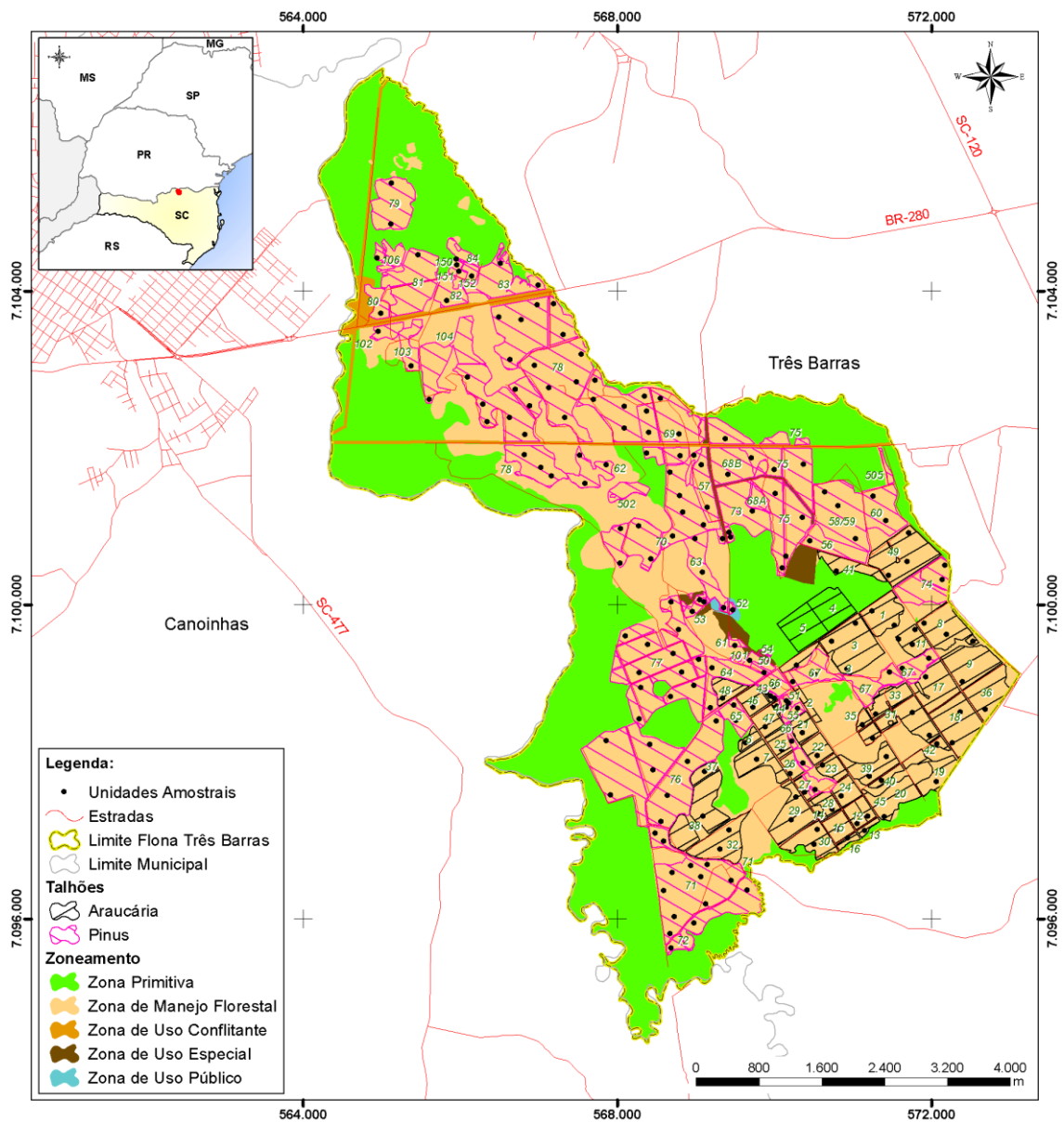
O processo de amostragem refere-se à abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). Para este trabalho foi adotado o processo de Amostragem Aleatória Estratificada. Nesta metodologia, estratos foram definidos como porções de áreas que possuem plantios florestais 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*¹, cujas localizações são apresentadas na Figura 11.

Figura 11

Localização das Unidades Amostrais na FLONA de Três Barras

¹ UTM ou *Universal Transversa de Mercator* utiliza um sistema de coordenadas cartesianas bidimensionais para fornecer localizações geográficas na superfície da Terra.



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

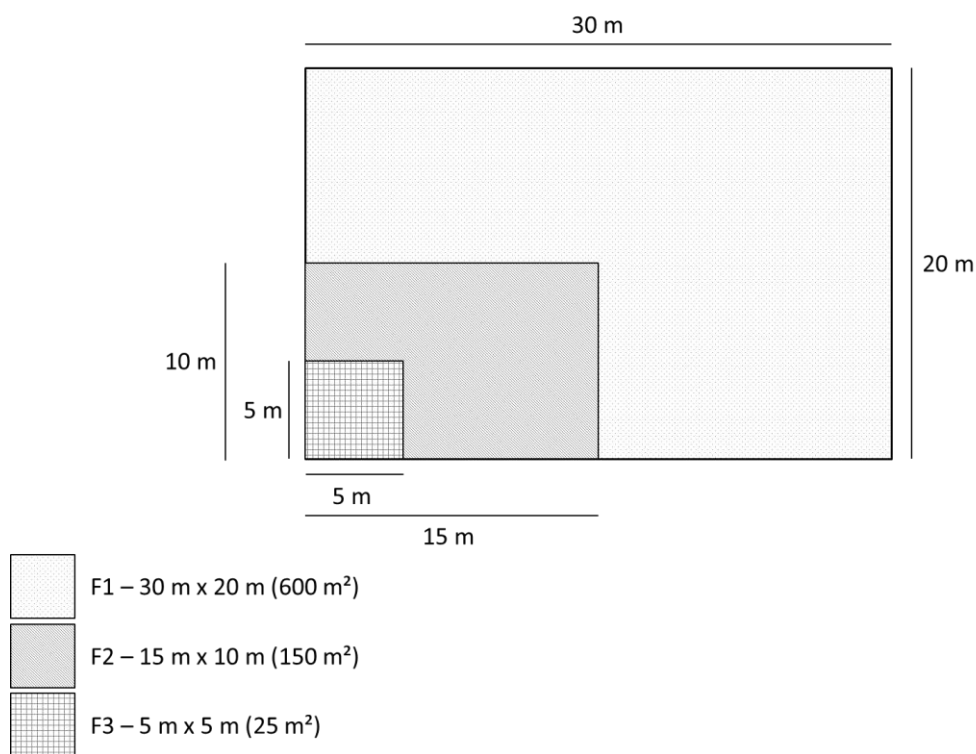
3.1.2 Método de Amostragem

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. 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 na Tabela 2 e Tabela 3.

Figura 12

Formas e Dimensões das Unidades Amostrais Instaladas na FLONA de Três Barras



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

3.1.3 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas

Na Tabela 2e Tabela 3 são apresentados os critérios de inclusão e variáveis coletadas em cada nível de amostragem para os plantios com *Araucaria* (F1, F2 e F3) e *Pinus* (F1 e F2), 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

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), *International Plant Names Index* (www.ipni.org) e Flora do Brasil (www.floradobrasil.jbrj.gov.br).

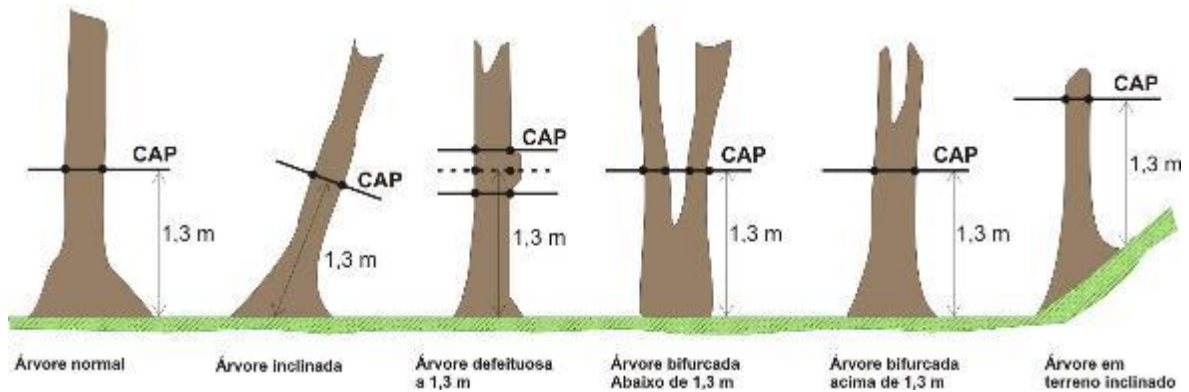
▣ Circunferência à Altura do Peito (CAP)

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):

- 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
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 com os dados coletados em campo, as quais são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7
Equações Hipsométricas Utilizadas

ESPÉCIE	EQUAÇÃO	R ² _{aj}	S _{yx} (%)	P-valor
<i>Araucaria angustifolia</i>	$Ht = \frac{DAP^2}{0,8411 + 0,5599DAP + 0,0357DAP^2} + 1,3$	0,722	10,59	<0,0001
<i>Pinus elliottii</i>	$Ht = \frac{DAP^2}{3,9921 + 0,4041DAP + 0,0189DAP^2} + 1,3$	0,110	16,38	<0,0001
<i>Pinus taeda</i>	$Ht = \frac{DAP^2}{4,5222 + 0,2083DAP + 0,0215DAP^2} + 1,3$	0,100	8,29	<0,0001
<i>Pinus</i> sp*	$Ht = \frac{DAP^2}{-3,5543 + 0,5824DAP + 0,0201DAP^2} + 1,3$	0,129	7,83	<0,0001
<i>Pinus</i> (Resina)*	$Ht = \frac{DAP^2}{-3,5543 + 0,5824DAP + 0,0201DAP^2} + 1,3$	0,129	7,83	<0,0001

R² aj = coeficiente de determinação ajustado; Syx (%) = erro padrão de estimativa. * Os dados foram agrupados para o ajuste da equação hipsométrica.

3.2.2 Equações Volumétricas

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

Tabela 8
Equações Volumétricas Utilizadas

ESPÉCIE	EQUAÇÃO	R ² _{aj}	S _{yx} (%)
<i>Araucaria angustifolia</i> *	$v(m^3) = e^{-9,41877+2,07546 \ln(DAP)+0,71330 \ln(Ht)}$	0,99	11,3
<i>Pinus elliottii</i> *	$v(m^3) = e^{-9,91223+1,95656 \ln(DAP)+0,96159 \ln(Ht)}$	0,99	8,26
<i>Pinus taeda</i> *	$v(m^3) = e^{-10,23695+1,95164 \ln(DAP)+1,05506 \ln(Ht)}$	0,98	11,5
<i>Pinus sp.</i> *	$v(m^3) = e^{-9,97330+1,95664 \ln(DAP)+0,97802 \ln(Ht)}$	0,98	7,32
<i>Pinus sp.</i> (Resina)*	$v(m^3) = e^{-9,97330+1,95664 \ln(DAP)+0,97802 \ln(Ht)}$	0,98	10,92
<i>Folhosas (fuste)</i> **	$v(m^3) = 0,0000596DAP^{2,14581}ht^{0,73378}$	-	-

* Figueiredo Filho et al. (2006); **FUPEF (1978); R²_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} (%) = erro padrão de estimativa.

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 (2021)

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

Araucaria angustifolia

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

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

Pinus elliottii

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

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

Pinus taeda

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

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

Pinus sp e Pinus (Resina).

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

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

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 estatística 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.

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

▣ 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.

$$E_a = \pm t s_{\bar{x}(st)}^2$$

$$E_r = \pm \frac{t s_{\bar{x}(st)}^2}{\bar{x}(st)} \cdot 100$$

▣ 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.

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

▣ 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;

Nh = número potencial de unidades do estrato (h);

N = número total potencial de unidade da população;

nh = número de unidades amostradas no estrato (h);

n = número total de unidades amostradas na população;

Wh = (Nh/N) = (Ah/A) = proporção do estrato (h) na população;

wh = (nh/n) = proporção do estrato (h) na amostra total;

Ah = 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 & 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*, obtêm-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/ano²

■ Pinhão

² A produtividade média de resina utilizada foi baseada em trabalhos publicados em revistas científicas (RATOLA et al., 2011), revistas de divulgação tecnológicas (G1, 2016), trabalhos acadêmicos (TACIANE, 2009; OLIVEIRA, 2016; SILVA Jr, 2018), trabalhos de institutos de pesquisa (EMBRAPA, 2020) e consulta ao mercado (RESINAS PAIQUERE, 2021). Os valores encontrados na literatura variaram de 1,8 kg/árvore/ano até 10 kg/árvore/ano. Em geral, altas produtividades estão relacionadas a plantios comerciais manejados, provenientes de material genético selecionado. Paiquere (comunicação pessoal) considera uma produtividade média de 3 kg/árvore/ano. Diante disso, neste trabalho a produtividade média adotada corresponde a 4 kg/árvore/ano, considerando a idade e porte das árvores.

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⁻¹.ano⁻¹ (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/ano³.

³ A produtividade média de erva-mate utilizada teve como base estudos realizados por instituições de pesquisa (RODIGHERI et al, 2000; LOURENÇO et al., 2001; IBGE, 2016; PENTEADO Jr e GOULART, 2019), universidades (SANTIN et al., 2015; ZERBIELLI, 2016) e dados disponibilizados por empresas (REI VERDE, 2021) e entidades (IBRAMATE, 2014) do setor. Os valores encontrados variam de 2 kg/árvore/ano até 8,15 kg/árvore/ano. Em geral, altas produtividades estão relacionadas a plantios comerciais, com alta densidade de árvores, provenientes de material genético selecionado. Rei Verde (comunicação pessoal) considera uma produtividade média de 4 kg/árvore/ano para indivíduos localizados no sub-bosque de fragmentos nativos. Diante disso, neste trabalho a produtividade média adotada corresponde a 4 kg/árvore/ano.

4. Resultados

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

Os resultados estão estruturados conforme indicado abaixo:

▣ Produtos Florestais Madeireiros (PFM) | Tipologias:

- Araucaria angustifolia*
- Pinus elliottii*
- Pinus taeda*
- Pinus* sp.
- Pinus* (Resina)

▣ Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM)

- Resina [*Pinus elliottii* e *Pinus* (Resina)]
- Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*)
- Pinhão (*Araucaria angustifolia*)

4.1 Produtos Florestais Madeireiros (PFM)

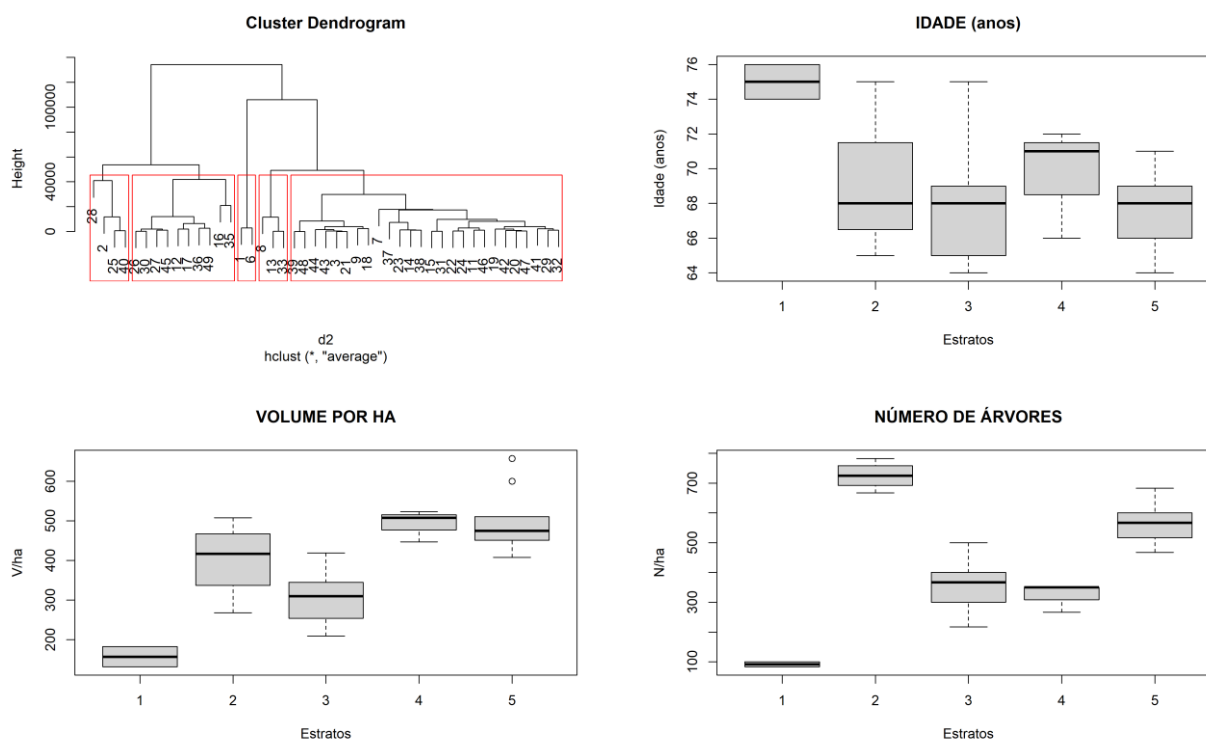
4.1.1 *Araucaria angustifolia*

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 45 talhões de Araucária foram agrupados em cinco estratos. O estrato 1 é composto por dois talhões com idades de 74 e 73 anos, apresenta menor volume e densidade de árvores que os demais estratos; o estrato 2 é composto por quatro talhões com idade variando de 65 a 75 anos, volume médio de 402,05 m³.ha⁻¹ e densidade média de 725 árvores.ha⁻¹; o estrato 3 é composto por 26 talhões com idade variando de 64 a 75 anos, volume médio de 299,30 m³.ha⁻¹ e densidade média de 337 árvores.ha⁻¹; o estrato 4 é composto por três talhões com idade variando de 66 a 72 anos, volume médio de 480,94 m³.ha⁻¹ e densidade média de 304 árvores.ha⁻¹; o estrato 5 é composto por dez talhões com idade variando de 64 a 71 anos, volume médio de 492,92 m³.ha⁻¹ e densidade média de 561 árvores.ha⁻¹.

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	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
1	22,61	89	38,4	18,2	13,26	165,24	-	-	6,3%	12,5%	-	-	-	81,3%
2	30,28	725	23,6	17,1	37,19	402,05	8,44	6,5%	1,6%	-	-	0,5%	-	91,4%
3	371,54	337	28,9	17,9	26,08	299,30	6,97	3,4%	5,2%	0,4%	0,5%	0,8%	-	89,8%
4	38,56	304	36,5	22,0	36,42	480,94	5,05	3,9%	5,2%	-	3,9%	-	-	87,0%
5	128,21	561	28,9	19,6	41,85	492,92	7,72	2,9%	5,3%	-	0,2%	-	-	91,6%

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

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
1	1	76	18,62	83	38,9	19,3	13,71	182,25	-	-	-	10,0%	-	-	-	90,0%
2	2	75	11,89	783	23,4	18,4	43,31	507,67	3,23	4,1%	-	-	-	-	-	95,9%
3	3	75	36,09	250	29,5	17,5	21,56	250,90	-	-	2,2%	2,2%	-	4,4%	-	91,1%
6	1	74	3,99	100	37,6	16,5	12,36	131,21	-	-	16,7%	16,7%	-	-	-	66,7%
7	3	74	17,46	500	26,4	17,0	30,80	324,13	8,05	6,3%	6,3%	-	-	-	-	87,5%
8	4	72	23,51	258	37,0	22,7	32,63	446,85	9,39	6,1%	-	-	6,1%	-	-	87,9%
9	3	72	26,58	208	37,7	20,1	25,90	315,10	14,89	3,8%	-	-	-	-	-	96,2%
11	3	72	10,80	328	30,1	17,6	29,17	346,15	3,52	1,7%	3,3%	-	-	-	-	95,0%
12	5	71	5,61	467	31,2	20,7	40,51	495,58	13,06	3,4%	3,4%	-	-	-	-	93,1%
13	4	71	2,39	350	38,1	22,2	41,43	522,94	1,43	4,5%	-	-	-	-	-	95,5%
14	3	71	2,62	367	26,1	15,8	22,30	227,99	8,18	4,3%	13,0%	-	-	-	-	82,6%
15	3	71	9,47	367	33,6	20,3	34,65	416,61	19,35	4,3%	-	-	-	-	-	95,7%

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
16	5	71	2,43	683	28,5	17,9	53,23	599,72	1,03	2,4%	14,3%	-	-	-	-	83,3%
17	5	69	22,79	483	27,7	18,7	36,76	454,07	-	-	13,8%	-	-	-	-	86,2%
18	3	69	30,54	267	32,7	20,0	25,27	306,71	40,49	13,5%	5,4%	-	-	-	-	81,1%
19	3	68	12,55	433	28,9	17,4	32,90	366,52	-	-	3,8%	-	-	-	-	96,2%
20	3	68	19,06	400	29,0	15,7	32,19	344,34	1,21	4,0%	12,0%	-	-	-	-	84,0%
21	3	68	8,68	250	32,5	19,1	22,37	259,00	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
22	3	68	9,12	317	32,0	18,5	28,04	317,87	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
23	3	68	7,94	383	25,7	16,7	23,86	259,06	-	-	13,0%	4,3%	-	4,3%	-	78,3%
24	3	68	8,97	333	30,2	16,9	27,79	304,08	20,97	4,8%	4,8%	-	-	-	-	90,5%
25	2	68	7,98	717	24,5	18,3	38,87	426,85	8,64	6,5%	6,5%	-	-	-	-	87,0%
26	5	68	5,37	583	27,7	19,1	39,76	454,27	-	-	2,9%	-	-	-	-	97,1%
27	5	68	3,44	600	26,5	19,7	35,86	414,97	-	-	5,6%	-	-	-	-	94,4%
28	2	68	6,50	667	21,6	14,1	28,06	267,41	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
29	3	68	22,74	417	26,5	16,5	26,26	281,61	-	-	8,0%	-	-	-	-	92,0%
30	5	68	17,24	600	27,8	18,1	40,60	450,57	3,43	1,4%	2,7%	-	-	-	-	95,9%
31	3	67	21,32	383	31,1	19,2	34,16	418,52	-	-	2,2%	-	-	-	-	97,8%
32	3	67	24,30	400	27,7	17,8	27,86	312,35	7,24	2,0%	2,0%	-	2,0%	4,0%	-	90,0%
33	4	66	12,66	350	34,1	20,8	38,99	507,11	-	-	18,2%	-	4,5%	-	-	77,3%
35	5	66	3,28	550	31,7	22,1	50,46	657,27	57,93	19,5%	7,3%	-	-	-	-	73,2%
36	5	66	26,87	517	31,3	20,9	42,78	510,17	-	-	1,6%	-	1,6%	-	-	96,8%
37	3	66	4,87	467	24,2	16,4	23,07	235,31	2,26	6,7%	3,3%	-	3,3%	-	-	86,7%
38	3	66	33,10	400	24,5	16,4	21,38	221,71	9,08	4,0%	4,0%	-	4,0%	-	-	88,0%
39	3	65	17,16	300	27,9	17,4	19,76	208,97	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
40	2	65	3,92	733	24,8	17,8	38,50	406,28	21,88	13,7%	-	-	-	2,0%	-	84,3%
41	3	65	11,62	450	25,3	18,6	26,63	314,89	25,14	6,9%	10,3%	-	-	-	-	82,8%
42	3	64	6,15	400	29,6	20,6	30,31	365,94	22,47	14,3%	-	-	3,6%	-	-	82,1%
43	3	64	1,32	267	29,7	18,5	21,73	253,71	0,41	2,0%	12,2%	-	-	2,0%	-	83,7%
44	3	64	1,26	217	32,2	19,5	20,96	260,19	1,84	7,1%	14,3%	-	-	-	-	78,6%

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
45	5	64	4,15	567	28,3	17,1	38,73	407,49	7,90	2,9%	-	-	-	-	-	97,1%
46	3	64	9,27	350	28,7	17,8	30,32	373,02	9,36	8,7%	4,3%	-	-	-	-	87,0%
47	3	64	9,45	383	26,8	18,0	28,31	334,79	-	-	-	4,3%	-	-	-	95,7%
48	3	64	9,08	300	26,6	16,4	19,54	209,23	-	-	16,7%	-	-	-	-	83,3%
49	5	64	37,03	561	28,7	20,3	41,26	498,69	7,10	1,9%	5,8%	-	-	-	-	92,2%

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	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 ³ .ha ⁻¹)	2,24	-	25,56	6,50	9,10	33,87	-	-	87,97	165,24
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,26	-	2,44	0,68	0,81	3,00	-	-	6,07	13,26
	N (arv.ha ⁻¹)	17	-	33	6	6	17	-	-	11	89
2	V (m ³ .ha ⁻¹)	36,55	56,45	148,74	77,38	29,47	7,57	25,22	-	20,67	402,05
	G (m ² .ha ⁻¹)	4,30	5,82	13,91	6,75	2,39	0,66	1,91	-	1,45	37,19
	N (arv.ha ⁻¹)	267	158	204	63	17	4	8	-	4	725
3	V (m ³ .ha ⁻¹)	10,51	15,17	81,01	56,23	65,23	30,59	17,81	7,36	15,40	299,30
	G (m ² .ha ⁻¹)	1,30	1,54	7,40	4,85	5,44	2,46	1,40	0,58	1,12	26,08
	N (arv.ha ⁻¹)	87	42	100	44	39	14	7	2	3	337
4	V (m ³ .ha ⁻¹)	5,28	9,27	60,60	73,29	103,76	58,24	98,84	-	71,66	480,94
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,58	0,83	4,99	5,84	8,02	4,35	7,29	-	4,51	36,42
	N (arv.ha ⁻¹)	38	21	67	54	58	25	33	-	8	304
5	V (m ³ .ha ⁻¹)	13,19	31,98	162,27	107,44	101,48	43,35	20,71	8,00	4,51	492,92

G (m ² .ha ⁻¹)	1,59	3,15	14,26	8,80	8,18	3,33	1,55	0,62	0,36	41,85
N (arv.ha ⁻¹)	112	83	198	80	58	19	7	2	1	561

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 ≤	
1	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,66	-	30,89	-	-	16,74	-	-	131,96	182,25
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,29	-	2,92	-	-	1,39	-	-	9,10	13,71
		N (arv.ha ⁻¹)	17	-	42	-	-	8	-	-	17	83
2	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	48,05	47,53	104,15	66,81	57,58	-	100,87	-	82,68	507,67
		G (m ² .ha ⁻¹)	5,65	4,80	9,40	5,40	4,63	-	7,64	-	5,80	43,31
		N (arv.ha ⁻¹)	367	133	150	50	33	-	33	-	17	783
3	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	8,03	20,57	40,95	20,20	41,89	45,20	-	-	74,08	250,90
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,01	2,09	3,92	1,77	3,64	3,67	-	-	5,47	21,56
		N (arv.ha ⁻¹)	67	50	56	17	28	22	-	-	11	250
6	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,39	-	14,91	19,50	27,30	68,11	-	-	-	131,21
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,19	-	1,48	2,03	2,44	6,22	-	-	-	12,36
		N (arv.ha ⁻¹)	17	-	17	17	17	33	-	-	-	100
7	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	15,23	38,36	128,66	65,37	76,51	-	-	-	-	324,13
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,79	3,81	12,53	5,91	6,76	-	-	-	-	30,80
		N (arv.ha ⁻¹)	117	100	183	50	50	-	-	-	-	500
8	4	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,87	15,00	69,42	34,42	87,55	57,42	77,03	-	104,13	446,85
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,21	1,35	5,54	2,69	6,66	4,34	5,59	-	6,24	32,63
		N (arv.ha ⁻¹)	17	33	75	25	50	25	25	-	8	258

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 ≤	
9	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,59	7,68	31,49	30,97	89,39	40,63	87,35	24,99	-	315,10
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,34	0,73	2,71	2,60	7,12	3,24	7,07	2,09	-	25,90
		N (arv.ha ⁻¹)	25	17	33	25	50	17	33	8	-	208
11	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	10,36	11,38	50,59	58,11	85,58	37,67	27,48	-	64,97	346,15
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,36	1,14	4,75	4,96	7,04	2,97	2,32	-	4,63	29,17
		N (arv.ha ⁻¹)	100	33	61	44	50	17	11	-	11	328
12	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	17,40	-	185,11	63,05	63,01	75,75	91,26	-	-	495,58
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,96	-	15,54	5,29	4,95	5,65	7,11	-	-	40,51
		N (arv.ha ⁻¹)	117	-	200	50	33	33	33	-	-	467
13	4	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	86,08	199,22	91,77	40,91	104,96	-	-	522,94
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	7,39	16,01	7,43	2,88	7,72	-	-	41,43
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	100	150	50	17	33	-	-	350
14	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	10,81	17,95	108,73	61,66	28,84	-	-	-	-	227,99
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,43	1,90	10,64	5,74	2,58	-	-	-	-	22,30
		N (arv.ha ⁻¹)	100	50	150	50	17	-	-	-	-	367
15	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	6,90	-	112,46	205,95	91,30	-	-	-	-	416,61
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,85	-	9,65	16,80	7,35	-	-	-	-	34,65
		N (arv.ha ⁻¹)	50	-	117	150	50	-	-	-	-	367
16	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	30,97	35,59	67,88	36,36	204,89	109,35	-	51,51	63,18	599,72
		G (m ² .ha ⁻¹)	3,71	3,69	6,85	3,34	17,66	8,73	-	4,24	5,00	53,23
		N (arv.ha ⁻¹)	217	117	100	33	133	50	-	17	17	683
17	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	22,48	9,35	87,19	45,94	161,52	79,36	48,24	-	-	454,07
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,69	0,89	7,41	3,79	12,42	6,07	3,50	-	-	36,76
		N (arv.ha ⁻¹)	200	33	83	33	83	33	17	-	-	483
18	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	5,68	13,57	61,17	89,55	44,34	17,58	74,83	-	-	306,71

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 ≤	
19	3	G (m ² .ha ⁻¹)	0,66	1,32	5,18	7,27	3,72	1,54	5,59	-	-	25,27
		N (arv.ha ⁻¹)	42	33	67	67	25	8	25	-	-	267
		V (m ³ .ha ⁻¹)	15,16	-	119,75	65,20	127,98	38,43	-	-	-	366,52
20	3	G (m ² .ha ⁻¹)	1,89	-	11,09	5,63	11,24	3,04	-	-	-	32,90
		N (arv.ha ⁻¹)	133	-	150	50	83	17	-	-	-	433
		V (m ³ .ha ⁻¹)	13,92	-	76,01	57,18	76,70	62,98	-	57,55	-	344,34
21	3	G (m ² .ha ⁻¹)	1,84	-	7,74	5,43	6,98	5,49	-	4,71	-	32,19
		N (arv.ha ⁻¹)	133	-	117	50	50	33	-	17	-	400
		V (m ³ .ha ⁻¹)	6,71	5,48	81,82	43,09	80,06	41,85	-	-	-	259,00
22	3	G (m ² .ha ⁻¹)	0,75	0,63	7,34	3,77	6,71	3,17	-	-	-	22,37
		N (arv.ha ⁻¹)	33	17	100	33	50	17	-	-	-	250
		V (m ³ .ha ⁻¹)	9,14	-	86,98	60,45	161,30	-	-	-	-	317,87
23	3	G (m ² .ha ⁻¹)	1,09	-	7,77	5,44	13,74	-	-	-	-	28,04
		N (arv.ha ⁻¹)	67	-	100	50	100	-	-	-	-	317
		V (m ³ .ha ⁻¹)	19,40	-	99,35	85,43	54,87	-	-	-	-	259,06
24	3	G (m ² .ha ⁻¹)	2,39	-	9,17	7,56	4,74	-	-	-	-	23,86
		N (arv.ha ⁻¹)	167	-	117	67	33	-	-	-	-	383
		V (m ³ .ha ⁻¹)	5,78	4,36	92,40	64,56	52,45	29,64	-	54,89	-	304,08
25	2	G (m ² .ha ⁻¹)	0,78	0,46	8,99	5,71	4,60	2,69	-	4,56	-	27,79
		N (arv.ha ⁻¹)	67	17	133	50	33	17	-	17	-	333
		V (m ³ .ha ⁻¹)	36,10	44,34	161,82	124,29	60,30	-	-	-	-	426,85
26	5	G (m ² .ha ⁻¹)	4,09	4,57	14,61	10,70	4,91	-	-	-	-	38,87
		N (arv.ha ⁻¹)	250	133	200	100	33	-	-	-	-	717
		V (m ³ .ha ⁻¹)	16,24	40,50	167,23	106,08	90,03	34,18	-	-	-	454,27
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,94	4,05	14,74	9,00	7,28	2,75	-	-	-	39,76

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 ≤	
		N (arv.ha ⁻¹)	133	100	200	83	50	17	-	-	-	583
27	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	9,16	56,56	219,61	70,27	59,38	-	-	-	-	414,97
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,17	5,56	19,10	5,48	4,55	-	-	-	-	35,86
		N (arv.ha ⁻¹)	83	150	283	50	33	-	-	-	-	600
28	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	38,38	39,76	133,95	55,31	-	-	-	-	-	267,41
		G (m ² .ha ⁻¹)	4,90	4,34	13,53	5,28	-	-	-	-	-	28,06
		N (arv.ha ⁻¹)	317	100	200	50	-	-	-	-	-	667
29	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	10,50	25,24	103,63	94,33	11,79	36,12	-	-	-	281,61
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,40	2,74	9,79	8,42	1,06	2,84	-	-	-	26,26
		N (arv.ha ⁻¹)	100	83	133	75	8	17	-	-	-	417
30	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	12,79	45,26	195,13	65,22	114,43	17,74	-	-	-	450,57
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,54	4,57	17,83	5,72	9,50	1,45	-	-	-	40,60
		N (arv.ha ⁻¹)	100	125	250	50	67	8	-	-	-	600
31	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	13,21	2,49	92,40	86,99	87,28	81,61	22,18	32,36	-	418,52
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,65	0,29	7,84	7,22	7,01	6,11	1,69	2,35	-	34,16
		N (arv.ha ⁻¹)	108	8	100	67	50	33	8	8	-	383
32	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	13,20	6,89	115,40	80,82	45,28	50,76	-	-	-	312,35
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,69	0,68	10,42	7,16	3,75	4,15	-	-	-	27,86
		N (arv.ha ⁻¹)	117	17	150	67	25	25	-	-	-	400
33	4	V (m ³ .ha ⁻¹)	17,38	7,09	17,46	25,11	148,16	77,20	136,34	-	78,36	507,11
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,92	0,61	1,48	1,99	11,32	5,86	10,27	-	5,55	38,99
		N (arv.ha ⁻¹)	117	17	17	17	83	33	50	-	17	350
35	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	14,75	8,24	158,79	126,24	166,52	81,81	100,91	-	-	657,27
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,80	0,76	12,71	9,36	12,47	5,86	7,50	-	-	50,46
		N (arv.ha ⁻¹)	133	17	167	83	83	33	33	-	-	550

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 ≤	
36	5	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,80	47,38	163,15	159,27	70,39	36,91	-	30,26	-	510,17
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,35	4,42	14,26	13,00	5,70	2,83	-	2,23	-	42,78
		N (arv.ha ⁻¹)	25	108	200	117	42	17	-	8	-	517
37	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	11,50	41,13	163,28	19,41	-	-	-	-	-	235,31
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,44	4,39	15,52	1,71	-	-	-	-	-	23,07
		N (arv.ha ⁻¹)	83	133	233	17	-	-	-	-	-	467
38	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	12,20	26,75	136,50	22,31	23,96	-	-	-	-	221,71
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,53	2,68	12,99	2,00	2,17	-	-	-	-	21,38
		N (arv.ha ⁻¹)	116,67	66,67	183,33	16,67	16,67	-	-	-	-	400
39	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	4,99	30,16	112,73	30,25	15,53	15,32	-	-	-	208,97
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,58	3,15	10,56	2,87	1,22	1,38	-	-	-	19,76
		N (arv.ha ⁻¹)	33,33	83,33	141,67	25,00	8,33	8,33	-	-	-	300
40	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	23,68	94,17	195,03	63,12	-	30,29	-	-	-	406,28
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,55	9,58	18,09	5,62	-	2,65	-	-	-	38,50
		N (arv.ha ⁻¹)	133,33	266,67	266,67	50,00	-	16,67	-	-	-	733
41	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	22,97	14,26	129,49	91,24	56,93	-	-	-	-	314,89
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,80	1,32	10,77	7,28	4,47	-	-	-	-	26,63
		N (arv.ha ⁻¹)	183,33	33,33	133,33	66,67	33,33	-	-	-	-	450
42	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	13,47	32,53	108,26	107,41	64,98	39,28	-	-	-	365,94
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,41	3,05	8,92	8,74	5,00	3,19	-	-	-	30,31
		N (arv.ha ⁻¹)	66,67	83,33	116,67	83,33	33,33	16,67	-	-	-	400
43	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	9,65	13,74	46,56	35,19	106,02	11,46	31,09	-	-	253,71
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,14	1,37	4,10	3,07	8,79	0,91	2,34	-	-	21,73
		N (arv.ha ⁻¹)	72,22	38,89	50,00	27,78	61,11	5,56	11,11	-	-	267
44	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	9,13	4,52	19,06	-	151,50	75,99	-	-	-	260,19

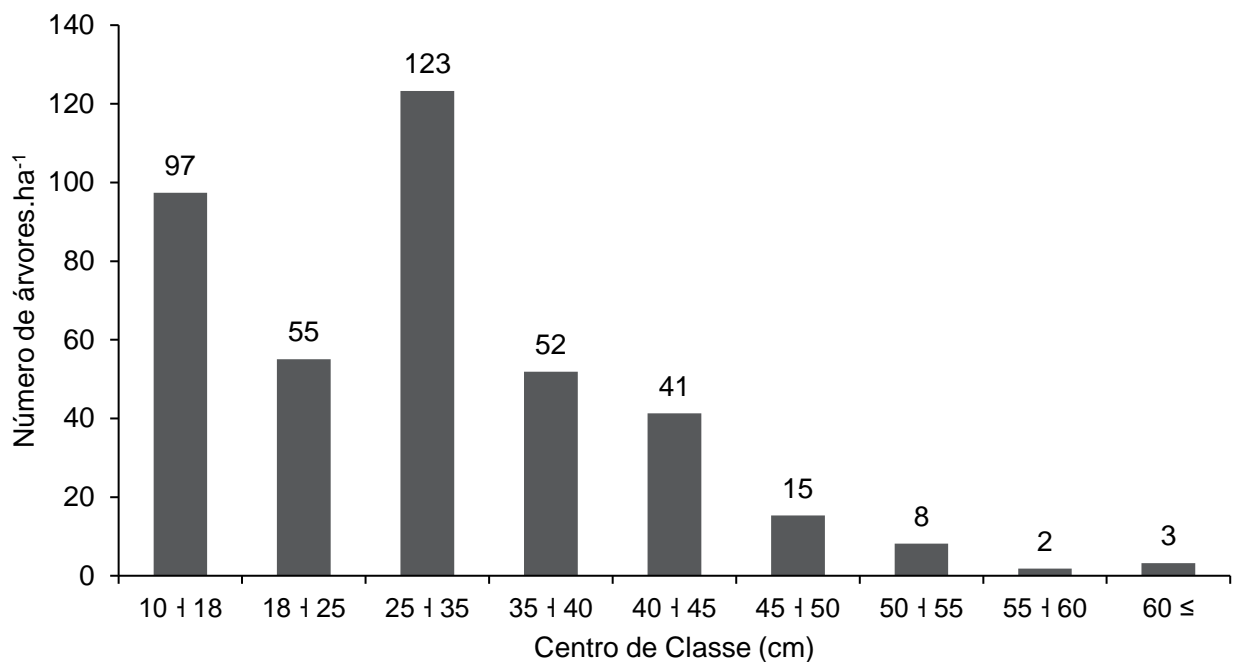
Talhão	Estrato	Variáveis	Classe de DAP (cm)									Total
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
45	5	G (m ² .ha ⁻¹)	1,04	0,51	1,56	-	11,92	5,92	-	-	-	20,96
		N (arv.ha ⁻¹)	66,67	16,67	16,67	-	83,33	33,33	-	-	-	217
		V (m ³ .ha ⁻¹)	5,41	51,28	168,92	80,31	101,56	-	-	-	-	407,49
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,64	5,37	16,46	7,29	8,97	-	-	-	-	38,73
		N (arv.ha ⁻¹)	50,00	150,00	233,33	66,67	66,67	-	-	-	-	567
		V (m ³ .ha ⁻¹)	15,91	16,61	31,48	-	82,28	-	89,00	52,69	85,06	373,02
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,90	1,76	2,87	-	6,92	-	6,90	4,03	5,94	30,32
		N (arv.ha ⁻¹)	133,33	50,00	50,00	-	50,00	-	33,33	16,67	16,67	350
		V (m ³ .ha ⁻¹)	13,45	52,66	47,90	21,15	-	73,41	43,30	-	82,93	334,79
47	3	G (m ² .ha ⁻¹)	1,60	4,99	4,09	1,90	-	5,98	3,50	-	6,25	28,31
		N (arv.ha ⁻¹)	116,67	133,33	50,00	16,67	-	33,33	16,67	-	16,67	383
		V (m ³ .ha ⁻¹)	13,23	12,62	88,14	-	61,52	33,72	-	-	-	209,23
48	3	G (m ² .ha ⁻¹)	1,70	1,31	8,35	-	5,17	3,02	-	-	-	19,54
		N (arv.ha ⁻¹)	100,00	33,33	116,67	-	33,33	16,67	-	-	-	300
		V (m ³ .ha ⁻¹)	12,37	20,30	166,81	175,62	68,05	39,04	16,49	-	-	498,69
49	5	G (m ² .ha ⁻¹)	1,54	1,93	14,22	14,08	5,27	2,99	1,22	-	-	41,26
		N (arv.ha ⁻¹)	127,78	44,44	200,00	127,78	38,89	16,67	5,56	-	-	561

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 multimodal, com maior frequência dos indivíduos nas classes inferiores e centrais de diâmetro (10 a 45 cm), tendo a classe de 25 + 35 com o maior número de indivíduos.

Figura 15

Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para *Araucaria angustifolia*



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 353,26 m³.ha⁻¹, o que representa 208,848.61 m³ em 591,21 ha de plantio da espécie (Tabela 14). O erro de amostragem corresponde a 5,10%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

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

ESTIMADOR	E1	E2	E3	E4	E5	UNIDADE
Área	22,61	30,28	371,54	38,56	128,21	ha
Média por estrato	165,24	402,05	299,30	480,94	492,92	m ³ .ha ⁻¹
Média estratificada			353,26			m ³ .ha ⁻¹
Variância por estrato	11,43	35,90	18,55	6,77	21,77	(m ³ .600m ² -1) ²
Variância estratificada			19,10			(m ³ .600m ² -1) ²
Variância da média estratificada			0,29			(m ³ .600m ² -1) ²
Erro padrão			0,54			m ³ .600m ² -1
t (0,05; (63-1))			1,999			-
Erro de amostragem absoluto			1,08			m ³ .600m ² -1
Erro de amostragem relativo			5,10			%
Intervalo de confiança para a média	335,23		353,26		371,28	m ³ .ha ⁻¹
Total por estrato	7.988,75	10.697,29	131.249,62	13.622,47	45.290,48	m ³ .una ⁻¹
Total da população			208.848,61			m ³ . 591,21 ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	198.192,78		208.848,61		219.504,45	m ³ . 591,21 ha ⁻¹

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

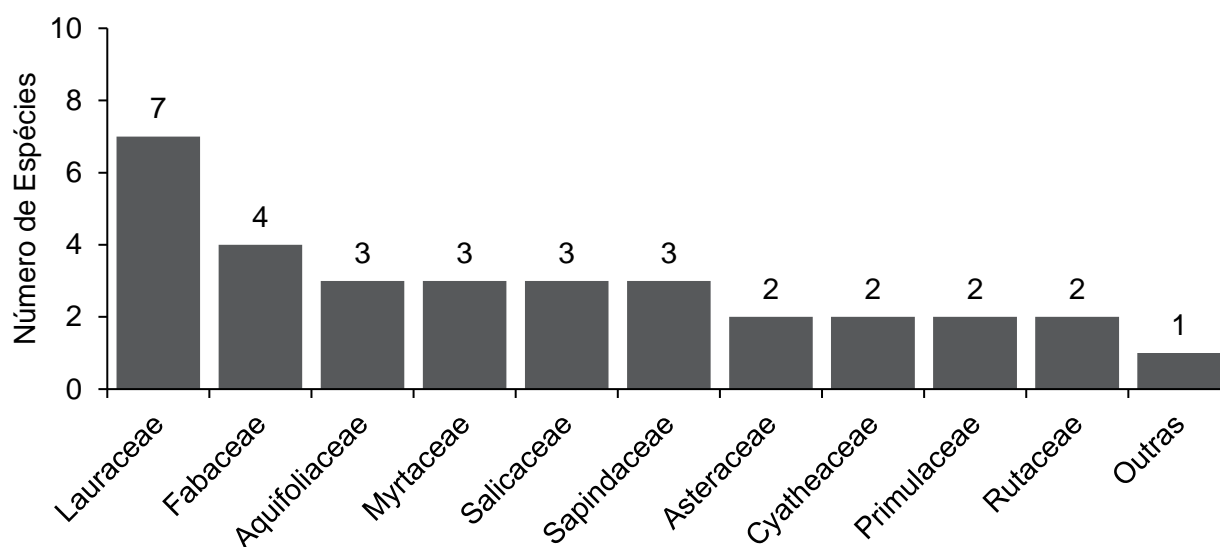
4.1.1.3 Análise Fitossociológica (Nível F2)

Foram encontradas 46 espécies localizadas na regeneração natural estabelecida sob os talhões *Araucaria angustifolia*, distribuídas em 25 famílias botânicas (Figura 16). As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Lauraceae e Fabaceae (7 e 4 espécies respectivamente), seguidas por Aquifoliaceae, Myrtaceae, Salicaceae e Sapindaceae (3 espécies cada), Asteraceae, Cyatheaceae, Primulaceae e Rutaceae (2). As demais famílias apresentaram uma espécie cada.

Na 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

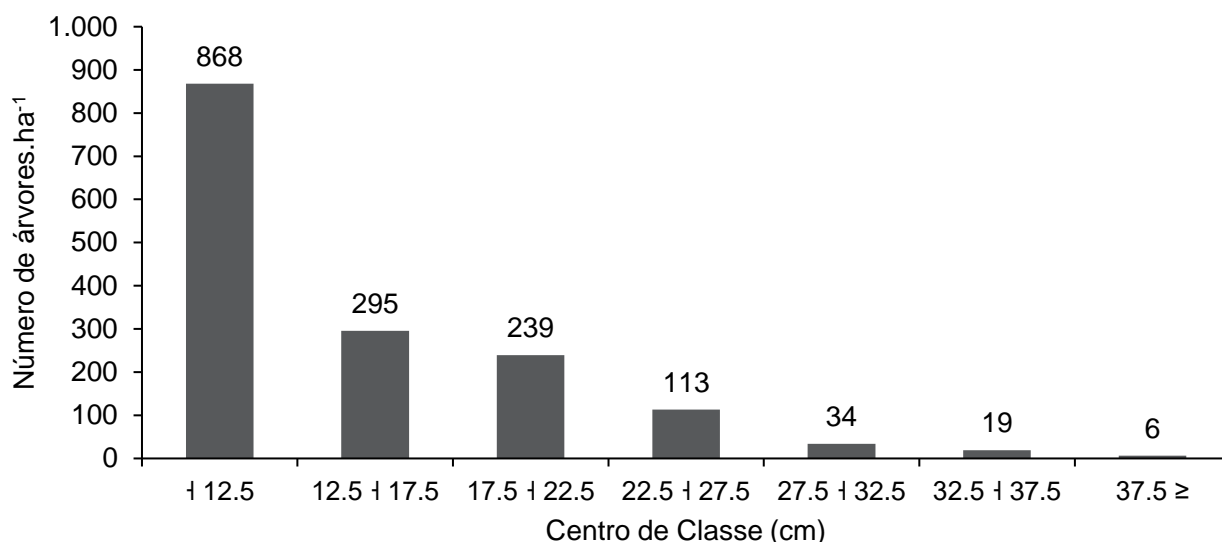
Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F2)



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* (51,88%) e *Dicksonia sellowiana* (28,76%). Em relação à dominância destacam-se *Alsophila setosa* (52,17%) e *Dicksonia sellowiana* (23,76%) (Tabela 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%
51	<i>Dicksonia sellowiana</i>	453	28,76	15,77	52,17	51	18,02	40,47	32,98
46	<i>Alsophila setosa</i>	817	51,88	7,18	23,76	46	16,25	37,82	30,63
23	<i>Ilex paraguariensis</i>	48	3,02	0,61	2,01	23	8,13	2,52	4,39
18	<i>Matayba elaeagnoides</i>	34	2,15	0,61	2,02	18	6,36	2,09	3,51
13	<i>Cinnamomum amoenum</i>	31	1,95	0,95	3,16	13	4,59	2,55	3,23
11	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	13	0,81	0,59	1,96	11	3,89	1,38	2,22
6	<i>Ocotea puberula</i>	8	0,54	1,00	3,31	6	2,12	1,92	1,99
10	<i>Cinnamodendron dinisii</i>	15	0,94	0,24	0,78	10	3,53	0,86	1,75
9	<i>Clethra scabra</i>	13	0,81	0,34	1,11	9	3,18	0,96	1,70
8	<i>Jacaranda micrantha</i>	12	0,74	0,30	1,00	8	2,83	0,87	1,52
7	<i>Cyathea phalerata</i>	15	0,94	0,24	0,79	7	2,47	0,86	1,40
5	<i>Cupania vernalis</i>	19	1,21	0,30	1,01	5	1,77	1,11	1,33

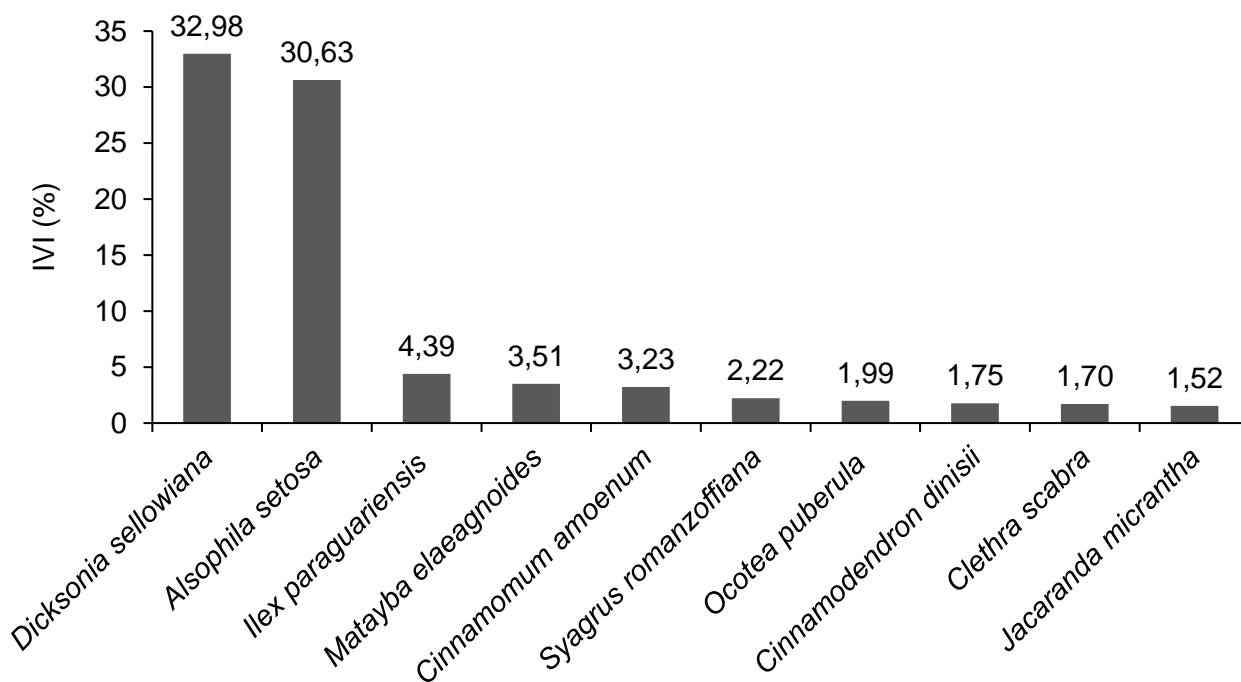
UAs	Espécie	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	IVC%	IVI%
5	<i>Cedrela fissilis</i>	7	0,47	0,30	1,01	5	1,77	0,74	1,08
6	<i>Allophylus edulis</i>	7	0,47	0,10	0,33	6	2,12	0,40	0,97
5	<i>Nectandra megapotamica</i>	7	0,47	0,14	0,47	5	1,77	0,47	0,90
4	<i>Vernonanthura discolor</i>	4	0,27	0,15	0,49	4	1,41	0,38	0,73
4	<i>Casearia decandra</i>	5	0,34	0,10	0,34	4	1,41	0,34	0,70
4	<i>Casearia sylvestris</i>	4	0,27	0,10	0,33	4	1,41	0,30	0,67
4	<i>Casearia obliqua</i>	4	0,27	0,08	0,28	4	1,41	0,27	0,65
4	<i>Sebastiania commersoniana</i>	4	0,27	0,05	0,17	4	1,41	0,22	0,62
3	<i>Ocotea pulchella</i>	5	0,34	0,12	0,41	3	1,06	0,37	0,60
3	<i>Lithraea brasiliensis</i>	4	0,27	0,09	0,29	3	1,06	0,28	0,54
3	<i>Cordyline spectabilis</i>	4	0,27	0,05	0,18	3	1,06	0,22	0,50
3	<i>Drimys brasiliensis</i>	3	0,20	0,06	0,20	3	1,06	0,20	0,49
2	<i>Ateleia glazioviana</i>	4	0,27	0,04	0,15	2	0,71	0,21	0,37
2	<i>Luehea divaricata</i>	3	0,20	0,04	0,15	2	0,71	0,18	0,35
2	<i>Myrcia retorta</i>	2	0,13	0,04	0,12	2	0,71	0,13	0,32
2	<i>Ilex brevicuspis</i>	2	0,13	0,03	0,11	2	0,71	0,12	0,32
2	<i>Annona rugulosa</i>	2	0,13	0,03	0,11	2	0,71	0,12	0,32
2	<i>Myrcia splendens</i>	2	0,13	0,03	0,10	2	0,71	0,12	0,31
2	<i>Myrsine umbellata</i>	2	0,13	0,02	0,06	2	0,71	0,10	0,30
1	<i>Ilex theezans</i>	4	0,27	0,08	0,27	1	0,35	0,27	0,30
1	<i>Ocotea porosa</i>	1	0,07	0,07	0,25	1	0,35	0,16	0,22
1	<i>Nectandra lanceolata</i>	1	0,07	0,06	0,19	1	0,35	0,13	0,20
1	<i>Persea major</i>	1	0,07	0,05	0,18	1	0,35	0,12	0,20
1	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1	0,07	0,05	0,16	1	0,35	0,11	0,19
1	<i>Aegiphila integrifolia</i>	1	0,07	0,04	0,14	1	0,35	0,11	0,19
1	<i>Piptocarpha angustifolia</i>	2	0,13	0,01	0,05	1	0,35	0,09	0,18
1	<i>Zanthoxylum kleinii</i>	1	0,07	0,03	0,10	1	0,35	0,08	0,17
1	<i>Machaerium paraguariense</i>	1	0,07	0,03	0,09	1	0,35	0,08	0,17
1	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	1	0,07	0,02	0,08	1	0,35	0,07	0,17
1	<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,07	0,02	0,05	1	0,35	0,06	0,16
1	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	0,07	0,01	0,04	1	0,35	0,05	0,15
1	<i>Laplacea fruticosa</i>	1	0,07	0,01	0,03	1	0,35	0,05	0,15
1	<i>Dalbergia frutescens</i>	1	0,07	0,01	0,03	1	0,35	0,05	0,15

UAs = unidades amostrais com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); DoA = dominância absoluta (m².ha⁻¹); 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 *Dicksonia sellowiana* (IVI=32,98%), *Alsophila setosa* (IVI=30,63%) e *Ilex paraguariensis* (IVI=4,39%), responsáveis por 68,00% da estrutura horizontal (Tabela 15). Na Figura 18 estão representadas as 10 espécies com maiores valores de importância (IVI%), as quais representam 83,92% 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 1,626 nats.indivíduo⁻¹. O índice de Pielou observado foi de 0,427, o que indica que há 42,7% 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')
1,626	0,427

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

4.1.2 Volume de Fuste (Nível F2)

Na 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, 30,17 m².ha⁻¹ e 125,17 m³.ha⁻¹. A densidade média de indivíduos é de 1.575 ind.ha⁻¹.

Tabela 17

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

Espécie	DAP (cm)	n	g (m ² /0,94 ha)	G (m ² .ha ⁻¹)	N	v (m ³ /0,94ha)	V (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Alsophila setosa</i>	10,4	772	6,79	7,19	817	17,82	18,86
<i>Aegiphila integrifolia</i>	22,9	1	0,04	0,04	1	0,40	0,42
<i>Allophylus edulis</i>	12,7	7	0,09	0,10	7	0,57	0,60
<i>Annona rugulosa</i>	14,2	2	0,03	0,03	2	0,18	0,19
<i>Ateleia glazioviana</i>	11,6	4	0,04	0,04	4	0,29	0,31
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	24,1	1	0,05	0,05	1	0,46	0,49
<i>Casearia decandra</i>	15,4	5	0,10	0,11	5	0,71	0,75
<i>Casearia obliqua</i>	15,4	4	0,08	0,08	4	0,67	0,71
<i>Casearia sylvestris</i>	16,8	4	0,09	0,10	4	0,75	0,79
<i>Cedrela fissilis</i>	21,3	7	0,29	0,31	7	2,89	3,06
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	13,8	14	0,22	0,23	15	1,53	1,62
<i>Cinnamomum amoenum</i>	19,1	29	0,90	0,95	31	7,67	8,12
<i>Clethra scabra</i>	16,8	12	0,32	0,34	13	2,81	2,97
<i>Cordyline spectabilis</i>	12,6	4	0,05	0,05	4	0,18	0,19
<i>Cupania vernalis</i>	14,0	18	0,29	0,31	19	2,11	2,23
<i>Cyathea phalerata</i>	14,2	14	0,22	0,23	15	0,49	0,52
<i>Dalbergia frutescens</i>	10,2	1	0,01	0,01	1	0,08	0,08
<i>Dicksonia sellowiana</i>	20,5	428	14,90	15,77	453	40,25	42,59
<i>Drimys brasiliensis</i>	15,5	3	0,06	0,06	3	0,36	0,38
<i>Ilex brevicuspis</i>	14,4	2	0,03	0,03	2	0,24	0,25
<i>Ilex paraguariensis</i>	12,6	45	0,57	0,60	48	3,88	4,11
<i>Ilex theezans</i>	17,7	4	0,08	0,08	4	0,73	0,77
<i>Jacaranda micrantha</i>	17,5	11	0,28	0,30	12	2,41	2,55
<i>Laplacea fruticosa</i>	11,1	1	0,01	0,01	1	0,04	0,04
<i>Lithraea brasiliensis</i>	17,9	4	0,08	0,08	4	0,72	0,76
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	17,3	1	0,02	0,02	1	0,19	0,20
<i>Luehea divaricata</i>	13,3	3	0,04	0,04	3	0,25	0,26
<i>Machaerium paraguariense</i>	18,0	1	0,03	0,03	1	0,18	0,19
<i>Matayba elaeagnoides</i>	14,3	32	0,58	0,61	34	4,26	4,51
<i>Myrcia retorta</i>	14,8	2	0,03	0,03	2	0,24	0,25

Espécie	DAP (cm)	n	g (m ² /0,94 ha)	G (m ² .ha ⁻¹)	N	v (m ³ /0,94ha)	V (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Myrcia splendens</i>	13,4	2	0,03	0,03	2	0,23	0,24
<i>Myrsine coriacea</i>	13,9	1	0,02	0,02	1	0,11	0,12
<i>Myrsine umbellata</i>	10,6	2	0,02	0,02	2	0,11	0,12
<i>Nectandra lanceolata</i>	26,1	1	0,05	0,05	1	0,55	0,58
<i>Nectandra megapotamica</i>	14,9	7	0,13	0,14	7	1,04	1,10
<i>Ocotea porosa</i>	29,9	1	0,07	0,07	1	0,70	0,74
<i>Ocotea puberula</i>	37,6	8	0,94	0,99	8	14,07	14,89
<i>Ocotea pulchella</i>	16,7	5	0,12	0,13	5	1,07	1,13
<i>Persea major</i>	25,5	1	0,05	0,05	1	0,52	0,55
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	12,7	2	0,01	0,01	2	0,10	0,11
<i>Sebastiania commersoniana</i>	12,2	4	0,05	0,05	4	0,28	0,30
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	23,2	12	0,56	0,59	13	4,52	4,78
<i>Vernonanthura discolor</i>	18,5	4	0,14	0,15	4	1,77	1,87
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	19,3	1	0,03	0,03	1	0,28	0,30
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	11,6	1	0,01	0,01	1	0,07	0,07
Total		1.488	28,55	30,17	1.575	118,78	125,67

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)

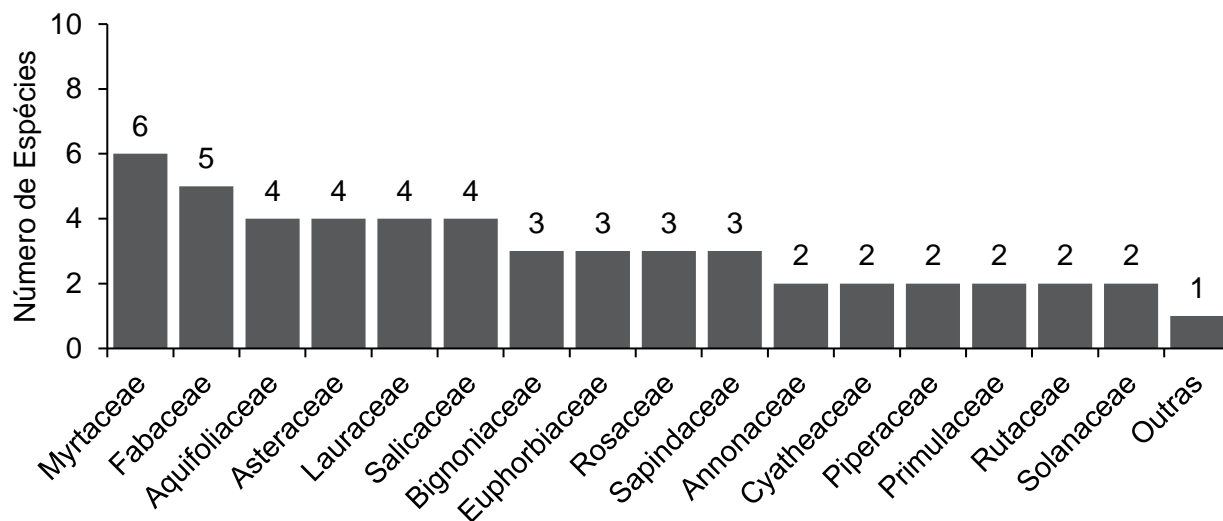
No levantamento da regeneração natural (nível F3) estabelecida sob os plantios de *Araucaria angustifolia* foram encontradas 75 espécies, pertencentes a 40 famílias botânicas. As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Myrtaceae e Fabaceae (7 e 6 espécies cada respectivamente), seguidas por Aquifoliaceae, Asteraceae, Lauraceae e Salicaceae (4 espécies cada), Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Rosaceae e Sapindaceae (3 espécies), Annonaceae, Cyatheaceae, Piperaceae, Primulaceae, Rutaceae e Solanaceae (2 espécies cada). As demais famílias apresentaram uma espécie cada (Figura 19).

A densidade média de indivíduos regenerantes (DAP < 10 cm) é de 9.975 ind.ha⁻¹, sendo as espécies mais abundantes *Leandra xanthocoma*, *Piper aduncum*, *Merostachys multiramea*, *Ilex paraguariensis*, *Psychotria leiocarpa*, *Matayba elaeagnoides*, *Alsophila setosa*, *Allophylus edulis*, *Cordyline spectabilis* e *Ilex dumosa* 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

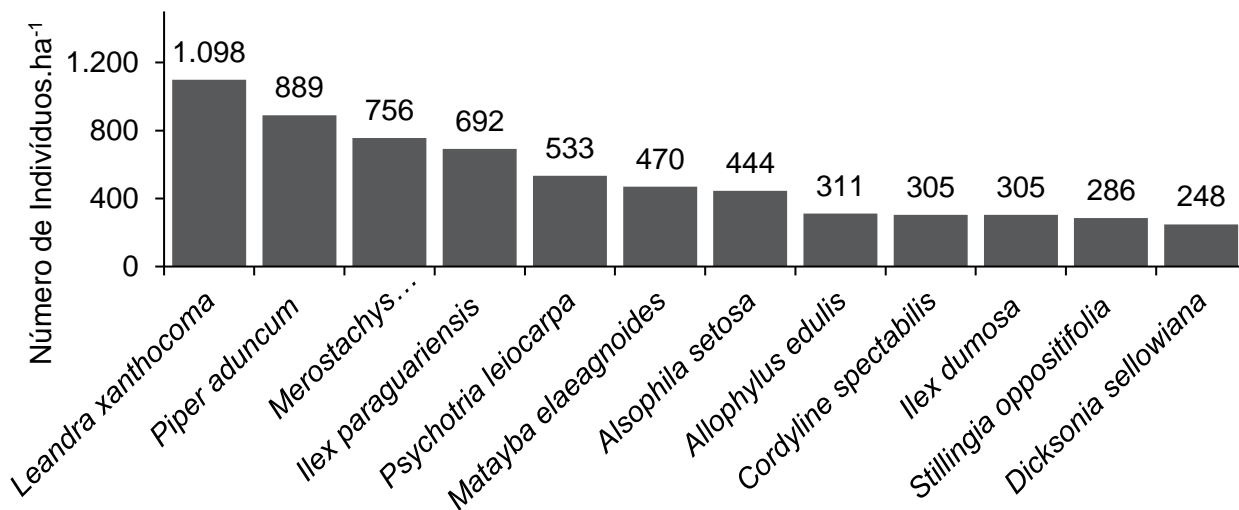
Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F3)



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

Figura 20

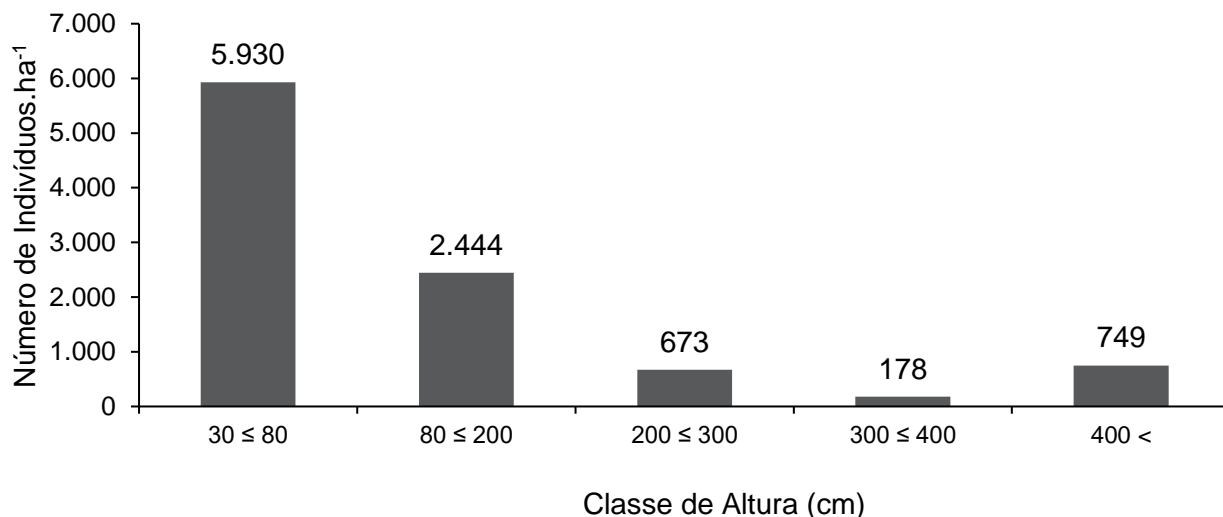
Densidade de Regenerantes Estabelecidos sob os Talhões de *Araucaria angustifolia*



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)

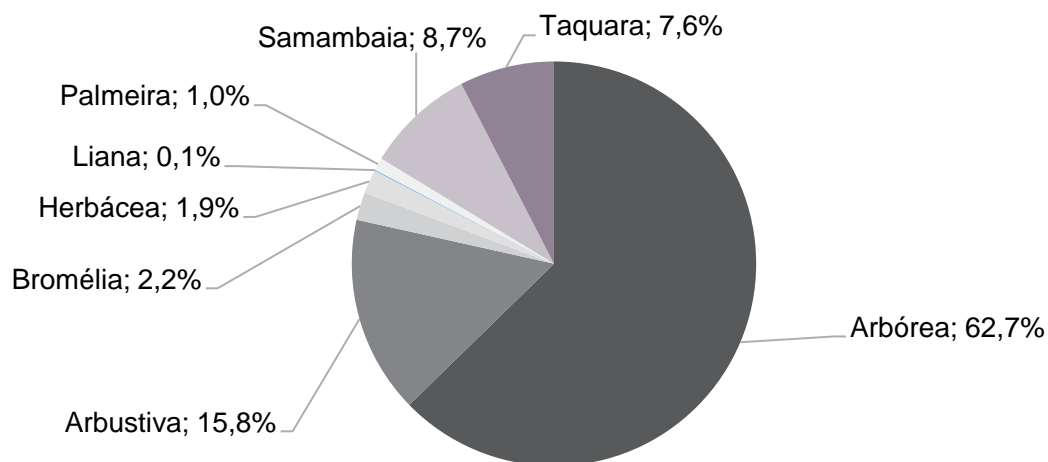


Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na Figura 22 é apresentada a proporção de indivíduos por forma de vida, com predominância de indivíduos Arbóreos (62,7%), Arbustivos (15,8%), Samambaias (8,7%), Taquaras (7,6%), Bromélias (2,2%), Herbáceas (1,9%), Palmeiras (1,0%) e Lianas (0,1%).

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).

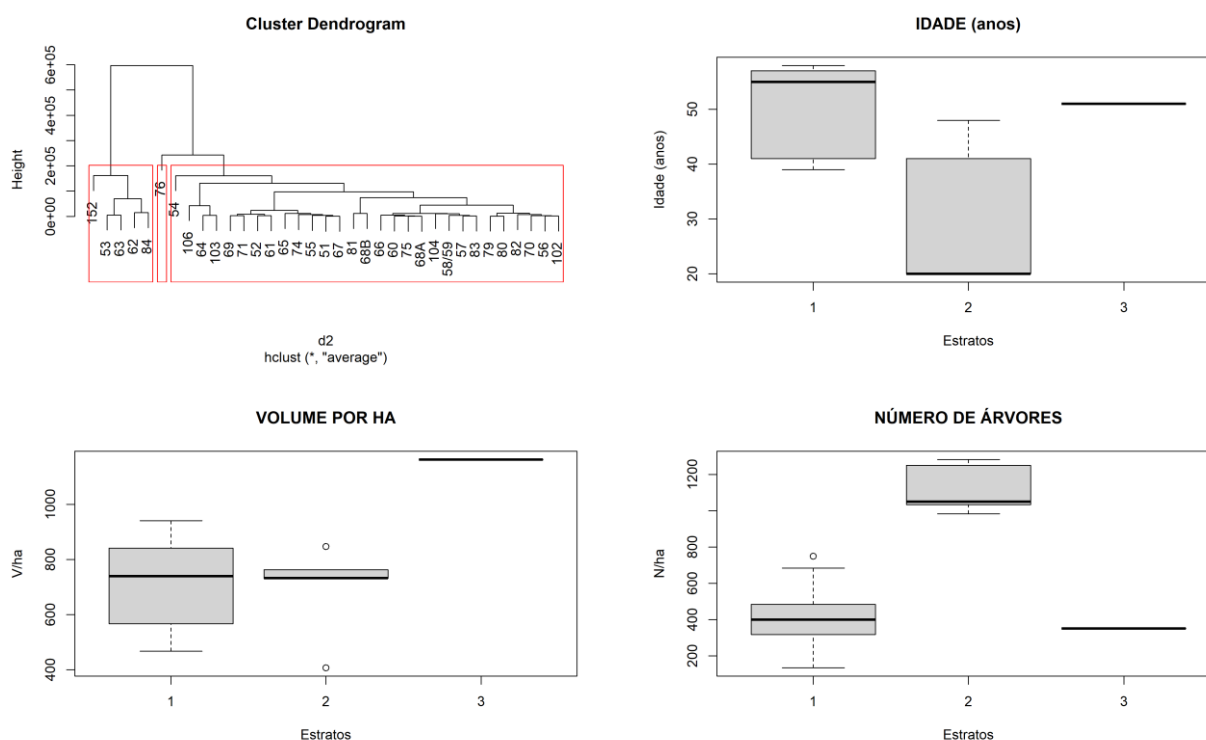
4.1.2 *Pinus elliottii*

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 35 talhões de *Pinus elliottii* foram agrupados em três estratos. O estrato 1 é composto por 29 talhões com idades que variaram de 39 a 58 anos, apresenta volume médio de $725,51 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ e densidade média de 398

árvores.ha⁻¹. O estrato 2 é composto por cinco talhões com idades que variam de 20 a 48 anos, apresenta volume médio de 743,45 m³.ha⁻¹ e densidade média de 1.127 árvores.ha⁻¹. O estrato 3 é composto por um talhão com idade de 51 anos e apresenta volume de 1.162,62 m³.ha⁻¹ e densidade de 353 árvores.ha⁻¹.

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	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	751,09	398	32,5	27,1	44,64	725,51	4,11	1,7%	1,2%	3,8%	0,8%	8,9%	-	-	83,6%
2	50,36	1.127	24,6	25,4	58,80	743,45	22,18	10,7%	3,0%	12,4%	2,2%	4,0%	-	-	67,8%
3	154,24	353	47,3	39,7	63,71	1.162,62	21,70	4,2%	-	18,9%	0,5%	9,4%	-	-	67,0%

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 ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
51	1	58	0,97	233	48,8	33,4	49,88	823,28	-	-	-	7,1%	-	21,4%	-	-	71,4%
52	1	58	1,71	292	38,8	26,2	47,85	800,30	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
53	2	20	5,53	1.056	26,4	25,3	61,13	762,77	25,64	20,5%	6,3%	10,0%	2,6%	1,6%	-	-	58,9%
54	1	58	3,91	133	53,7	36,2	30,53	513,01	90,17	37,5%	-	-	12,5%	-	-	-	50,0%
55	1	58	2,52	183	56,5	35,2	49,39	847,75	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
56	1	58	15,36	442	29,2	24,8	46,24	739,39	2,60	3,8%	3,8%	3,8%	-	3,8%	-	-	84,9%
57	1	58	16,79	458	24,9	20,1	35,63	545,49	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
60	1	57	24,22	367	27,6	22,6	34,83	563,64	-	-	-	4,5%	-	2,3%	-	-	93,2%
61	1	56	1,66	317	43,4	33,5	50,55	847,78	20,52	5,3%	-	10,5%	-	21,1%	-	-	63,2%
62	2	20	14,83	1.289	25,5	25,5	67,67	847,46	-	-	0,9%	22,0%	-	0,4%	-	-	76,7%
63	2	20	19,76	975	26,6	25,7	57,47	732,01	51,41	17,9%	5,1%	11,1%	6,0%	1,7%	-	-	58,1%
64	1	56	24,02	528	31,0	25,4	56,68	940,23	12,39	3,2%	-	5,3%	2,1%	18,9%	-	-	70,5%
65	1	56	10,24	250	47,7	36,1	49,30	894,86	-	-	-	10,0%	-	3,3%	-	-	86,7%

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
66	1	56	24,15	343	30,7	24,4	37,41	612,37	-	-	1,9%	4,9%	1,0%	12,6%	-	-	79,6%
67	1	56	42,70	233	46,1	33,0	45,13	799,24	-	-	2,4%	6,0%	-	9,5%	-	-	82,1%
69	1	55	51,76	419	35,2	28,8	52,13	846,81	1,14	2,0%	-	6,0%	-	11,3%	-	-	80,8%
70	1	53	75,73	487	28,9	26,7	43,68	703,55	0,26	0,7%	0,7%	1,4%	1,4%	6,8%	-	-	89,0%
71	1	53	77,78	371	35,5	29,3	49,16	840,83	7,69	0,4%	0,4%	4,5%	0,4%	9,4%	-	-	84,9%
74	1	52	27,93	175	56,4	35,3	45,05	753,99	25,12	4,8%	-	9,5%	-	9,5%	-	-	76,2%
75	1	52	84,65	403	28,1	24,4	34,97	539,23	0,52	1,4%	3,4%	6,2%	2,1%	10,3%	-	-	76,6%
76	3	51	154,24	353	47,3	39,7	63,71	1.162,62	21,70	4,2%	-	18,9%	0,5%	9,4%	-	-	67,0%
79	1	40	30,36	358	39,3	32,7	45,00	695,56	-	-	-	2,3%	-	7,0%	-	-	90,7%
80	1	40	7,80	400	35,2	28,5	46,14	704,54	-	-	-	4,2%	-	4,2%	-	-	91,7%
81	1	40	40,87	683	24,8	22,7	49,52	705,01	-	-	-	4,9%	-	2,4%	-	-	92,7%
82	1	41	11,63	467	36,7	35,5	50,49	811,94	7,91	3,6%	-	7,1%	3,6%	32,1%	-	-	53,6%
83	1	41	29,23	433	29,5	26,4	37,25	552,56	10,17	19,2%	-	-	1,9%	13,5%	-	-	65,4%
84	2	41	9,07	1.250	19,2	25,0	53,38	732,78	0,84	1,3%	-	1,3%	1,3%	14,7%	-	-	81,3%
102	1	39	6,08	483	35,9	31,9	50,71	759,98	-	-	-	3,4%	-	3,4%	-	-	93,1%
103	1	39	11,27	567	36,8	29,6	63,16	891,61	-	-	17,6%	8,8%	-	11,8%	-	-	61,8%
104	1	39	33,63	400	29,8	20,6	39,89	467,24	-	-	4,2%	4,2%	-	12,5%	-	-	79,2%
106	1	40	8,22	750	27,4	27,3	57,60	871,89	1,20	2,2%	-	2,2%	2,2%	8,9%	-	-	84,4%
152	2	48	1,18	1.033	18,9	25,0	33,27	407,01	41,24	17,7%	-	-	3,2%	16,1%	-	-	62,9%
58/59	1	57	47,03	506	22,7	19,0	33,65	517,78	-	-	-	1,1%	-	5,5%	-	-	93,4%
68A	1	55	5,79	400	27,3	24,0	34,42	566,55	-	-	8,3%	-	-	-	-	-	91,7%
68B	1	55	33,09	650	23,4	22,1	41,30	604,18	1,44	2,6%	-	-	1,3%	5,1%	-	-	91,0%

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 ³ .ha ⁻¹)	16,73	10,45	24,55	31,19	67,49	112,90	115,54	154,35	192,30	725,51
	G (m ² .ha ⁻¹)	2,16	1,03	1,73	2,04	4,19	6,75	6,77	8,97	10,99	44,64
	N (arv.ha ⁻¹)	161	29	23	18	29	38	31	35	33	398
2	V (m ³ .ha ⁻¹)	34,88	166,84	389,25	67,28	24,12	28,92	11,01	13,40	7,75	743,45
	G (m ² .ha ⁻¹)	3,80	14,27	30,07	5,02	1,82	1,81	0,70	0,81	0,49	58,80
	N (arv.ha ⁻¹)	228	373	445	48	13	10	3	3	2	1.127
3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	21,31	91,81	172,99	328,63	220,87	199,47	127,54	1.162,62
	G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	1,34	5,39	9,78	17,93	11,90	10,56	6,81	63,71
	N (arv.ha ⁻¹)	-	-	17	48	68	102	55	42	22	353

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 ≤	
51	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,03	2,78	-	-	39,59	94,25	177,91	112,73	393,99	823,28
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,32	0,28	-	-	2,58	6,03	10,80	6,68	23,19	49,88
		N (arv.ha ⁻¹)	33	8	-	-	17	33	50	25	67	233
52	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	9,14	5,85	-	-	-	24,17	127,80	220,59	412,75	800,30
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,37	0,66	-	-	-	1,50	7,25	12,99	24,08	47,85
		N (arv.ha ⁻¹)	117	17	-	-	-	8	33	50	67	292
53	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	24,06	138,80	468,82	91,00	40,08	-	-	-	-	762,77

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 ≤	
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,49	12,03	36,37	7,10	3,14	-	-	-	-	61,13
		N (arv.ha ⁻¹)	117	322	528	67	22	-	-	-	-	1.056
54	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	144,45	58,68	227,04	82,85	513,01
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	8,84	3,74	13,23	4,72	30,53
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	50	17	50	17	133
55	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,12	-	-	-	-	105,08	121,74	-	618,81	847,75
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,31	-	-	-	-	6,23	7,33	-	35,52	49,39
		N (arv.ha ⁻¹)	17	-	-	-	-	33	33	-	100	183
56	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	22,99	24,09	5,32	9,53	-	-	86,91	255,50	335,06	739,39
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,96	2,24	0,43	0,84	-	-	5,35	15,44	18,98	46,24
		N (arv.ha ⁻¹)	225	67	8	8	-	-	25	58	50	442
57	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	31,01	13,86	-	-	-	-	81,12	141,41	278,10	545,49
		G (m ² .ha ⁻¹)	4,34	1,62	-	-	-	-	5,15	8,52	16,00	35,63
		N (arv.ha ⁻¹)	300	50	-	-	-	-	25	33	50	458
60	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	20,15	2,22	12,15	14,21	-	48,15	183,53	76,30	206,93	563,64
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,66	0,25	0,79	0,94	-	3,04	11,12	4,36	11,69	34,83
		N (arv.ha ⁻¹)	225	8	8	8	-	17	50	17	33	367
61	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,02	-	21,86	31,21	155,09	316,67	182,06	138,88	-	847,78
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,33	-	1,51	2,02	9,36	18,68	10,33	8,32	-	50,55
		N (arv.ha ⁻¹)	33	-	17	17	67	100	50	33	-	317
62	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	17,00	253,75	555,37	21,33	-	-	-	-	-	847,46
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,71	21,53	42,81	1,63	-	-	-	-	-	67,67
		N (arv.ha ⁻¹)	83	533	656	17	-	-	-	-	-	1.289
63	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	16,67	142,47	377,69	152,82	42,36	-	-	-	-	732,01
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,80	12,23	29,19	11,03	3,22	-	-	-	-	57,47

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 ≤	
		N (arv.ha ⁻¹)	100	325	417	108	25	-	-	-	-	975
64	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	29,10	15,00	10,57	9,90	48,64	117,48	126,55	301,14	281,85	940,23
		G (m ² .ha ⁻¹)	3,66	1,52	0,87	0,65	2,99	6,89	7,31	16,99	15,81	56,68
		N (arv.ha ⁻¹)	256	44	11	6	22	39	33	67	50	528
		V (m ³ .ha ⁻¹)	2,64	-	-	-	64,60	127,29	221,50	242,80	236,03	894,86
65	1	G (m ² .ha ⁻¹)	0,35	-	-	-	3,66	7,15	12,43	12,93	12,77	49,30
		N (arv.ha ⁻¹)	33	-	-	-	25	42	58	50	42	250
		V (m ³ .ha ⁻¹)	19,67	12,56	2,76	6,26	-	56,79	150,34	117,41	246,59	612,37
66	1	G (m ² .ha ⁻¹)	2,44	1,31	0,21	0,39	-	3,39	8,69	6,85	14,13	37,41
		N (arv.ha ⁻¹)	173	37	3	3	-	20	40	27	40	343
		V (m ³ .ha ⁻¹)	4,03	-	-	4,55	40,71	130,46	137,18	208,43	273,88	799,24
67	1	G (m ² .ha ⁻¹)	0,58	-	-	0,30	2,33	7,52	7,79	11,56	15,03	45,13
		N (arv.ha ⁻¹)	47	-	-	3	17	42	36	44	44	233
		V (m ³ .ha ⁻¹)	14,43	2,77	25,37	39,88	127,35	158,27	120,59	202,32	155,83	846,81
69	1	G (m ² .ha ⁻¹)	1,88	0,28	1,70	2,76	7,82	9,40	7,14	11,62	9,53	52,13
		N (arv.ha ⁻¹)	147	8	22	25	56	53	33	44	31	419
		V (m ³ .ha ⁻¹)	25,60	14,14	20,43	49,03	99,49	196,96	104,05	73,05	120,77	703,55
70	1	G (m ² .ha ⁻¹)	3,14	1,30	1,45	3,17	6,00	11,50	6,11	4,25	6,77	43,68
		N (arv.ha ⁻¹)	228	37	20	28	42	65	28	17	22	487
		V (m ³ .ha ⁻¹)	14,66	11,21	11,23	-	60,40	119,01	106,76	261,13	256,44	840,83
71	1	G (m ² .ha ⁻¹)	1,93	1,14	0,82	-	3,57	6,73	5,94	14,81	14,21	49,16
		N (arv.ha ⁻¹)	139	30	12	-	24	38	27	58	42	371
		V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	40,05	116,45	91,42	176,70	329,37	753,99
74	1	G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	2,50	7,32	5,54	10,64	19,05	45,05
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	17	42	25	42	50	175

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 ≤	
75	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	18,29	25,67	18,81	17,95	54,59	67,24	140,84	105,97	89,87	539,23
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,36	2,43	1,45	1,18	3,15	4,03	8,57	6,41	5,39	34,97
		N (arv.ha ⁻¹)	178	69	19	11	22	22	39	25	17	403
76	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	21,31	91,81	172,99	328,63	220,87	199,47	127,54	1.162,62
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	1,34	5,39	9,78	17,93	11,90	10,56	6,81	63,71
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	17	48	68	102	55	42	22	353
79	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	4,84	137,70	134,33	99,07	227,13	56,70	35,81	-	695,56
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,40	9,34	8,57	6,80	14,24	3,52	2,14	-	45,00
		N (arv.ha ⁻¹)	-	8	117	75	50	83	17	8	-	358
80	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	15,08	-	61,01	53,45	111,61	219,38	167,68	76,33	-	704,54
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,81	-	4,12	3,56	7,38	14,36	10,34	4,58	-	46,14
		N (arv.ha ⁻¹)	117	-	50	33	50	83	50	17	-	400
81	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	39,47	7,05	-	32,31	142,12	223,29	55,98	133,16	71,63	705,01
		G (m ² .ha ⁻¹)	5,16	0,70	-	2,08	9,52	15,01	3,64	8,68	4,73	49,52
		N (arv.ha ⁻¹)	433	17	-	17	67	83	17	33	17	683
82	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	176,81	334,14	243,16	-	57,83	-	-	811,94
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	12,28	20,56	14,27	-	3,37	-	-	50,49
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	167	183	100	-	17	-	-	467
83	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	17,06	9,17	78,86	118,75	33,89	137,24	87,67	30,45	39,47	552,56
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,10	0,90	5,67	7,72	2,17	8,65	5,51	1,98	2,54	37,25
		N (arv.ha ⁻¹)	158	25	75	67	17	50	25	8	8	433
84	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	108,22	45,86	-	30,18	36,25	190,74	110,09	133,99	77,45	732,78
		G (m ² .ha ⁻¹)	12,93	4,04	-	1,97	2,38	12,05	7,04	8,11	4,86	53,38
		N (arv.ha ⁻¹)	933	133	-	17	17	67	33	33	17	1.250
102	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	0,79	9,74	136,93	309,07	303,45	-	-	-	-	759,98

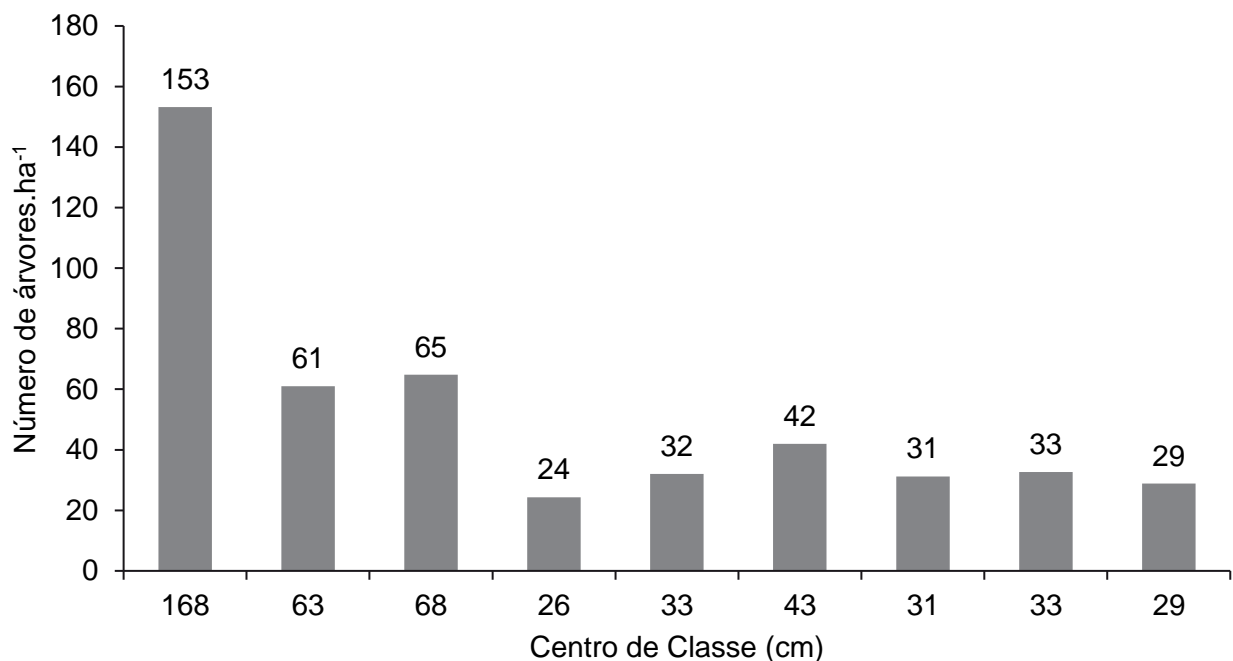
Talhão	Estrato	Variáveis	Classe de DAP (cm)									Total
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
103	1	G (m ² .ha ⁻¹)	0,13	0,80	9,26	20,21	20,30	-	-	-	-	50,71
		N (arv.ha ⁻¹)	17	17	117	183	150	-	-	-	-	483
		V (m ³ .ha ⁻¹)	-	22,34	202,89	166,81	273,48	226,08	-	-	-	891,61
104	1	G (m ² .ha ⁻¹)	-	1,95	14,78	11,65	19,44	15,33	-	-	-	63,16
		N (arv.ha ⁻¹)	-	50	200	100	133	83	-	-	-	567
		V (m ³ .ha ⁻¹)	24,16	-	17,55	-	121,17	32,78	-	200,79	70,79	467,24
106	1	G (m ² .ha ⁻¹)	3,09	-	1,37	-	9,79	2,65	-	16,95	6,03	39,89
		N (arv.ha ⁻¹)	217	-	17	-	67	17	-	67	17	400
		V (m ³ .ha ⁻¹)	21,76	8,27	207,58	89,86	307,27	46,32	109,11	-	81,71	871,89
152	2	G (m ² .ha ⁻¹)	3,09	0,88	13,50	5,70	19,22	2,99	7,24	-	4,98	57,60
		N (arv.ha ⁻¹)	300	33	167	50	133	17	33	-	17	750
		V (m ³ .ha ⁻¹)	84,09	159,90	64,58	-	-	98,43	-	-	-	407,01
58/59	1	G (m ² .ha ⁻¹)	8,89	13,56	4,75	-	-	6,08	-	-	-	33,27
		N (arv.ha ⁻¹)	550	383	67	-	-	33	-	-	-	1.033
		V (m ³ .ha ⁻¹)	36,96	12,52	3,39	-	-	31,06	63,45	169,28	201,12	517,78
68A	1	G (m ² .ha ⁻¹)	4,88	1,35	0,33	-	-	1,95	3,62	9,92	11,60	33,65
		N (arv.ha ⁻¹)	356	44	6	-	-	11	17	39	33	506
		V (m ³ .ha ⁻¹)	19,56	-	13,77	-	73,17	51,10	257,97	150,97	-	566,55
68B	1	G (m ² .ha ⁻¹)	2,83	-	1,04	-	4,62	2,88	14,63	8,41	-	34,42
		N (arv.ha ⁻¹)	233	-	17	-	33	17	67	33	-	400
		V (m ³ .ha ⁻¹)	42,92	46,44	16,81	15,30	20,34	43,20	95,12	144,66	179,39	604,18
	1	G (m ² .ha ⁻¹)	5,29	4,59	1,47	0,96	1,18	3,01	5,52	8,57	10,70	41,30
		N (arv.ha ⁻¹)	367	133	25	8	8	17	25	33	33	650

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

Na Figura 24 é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus elliottii* por classe de diâmetro. Observa-se uma maior frequência dos indivíduos nas classes iniciais de diâmetro (10 a 35 cm), o que indica um alto percentual de indivíduos regenerantes atingindo o limite de inclusão considerado.

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 797,01 m³.ha⁻¹, o que representa 761.696,70 m³ em 955,69 ha de plantio da espécie (Tabela 22). O erro de amostragem corresponde a 4,59%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

Tabela 22
Análise Estatística para *Pinus elliottii*

ESTIMADOR	E1	E2	E3	UNIDADE
Área	751,09	50,36	154,24	ha
Média por estrato	725,51	743,45	1.162,62	m ³ .ha ⁻¹
Média estratificada		797,01		m ³ .ha ⁻¹
Variância por estrato	127,41	68,55	106,42	(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Variância estratificada		120,92		(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Variância da média estratificada		1,25		(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Erro padrão		1,12		m ³ .600m ² ⁻¹
t (0,05; (101-1))		1,96		-
Erro de amostragem absoluto		2,19		m ³ .600m ² ⁻¹
Erro de amostragem relativo		4,59		%
Intervalo de confiança para a média	760,44	797,01	833,58	m ³ .ha ⁻¹
Total por estrato	598.625,45	40.137,89	122.933,36	m ³ .una ⁻¹
Total da população		761.696,70		m ³ .955,69ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	726.749,33	761.696,70	796.644,07	m ³ .955,69ha ⁻¹

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

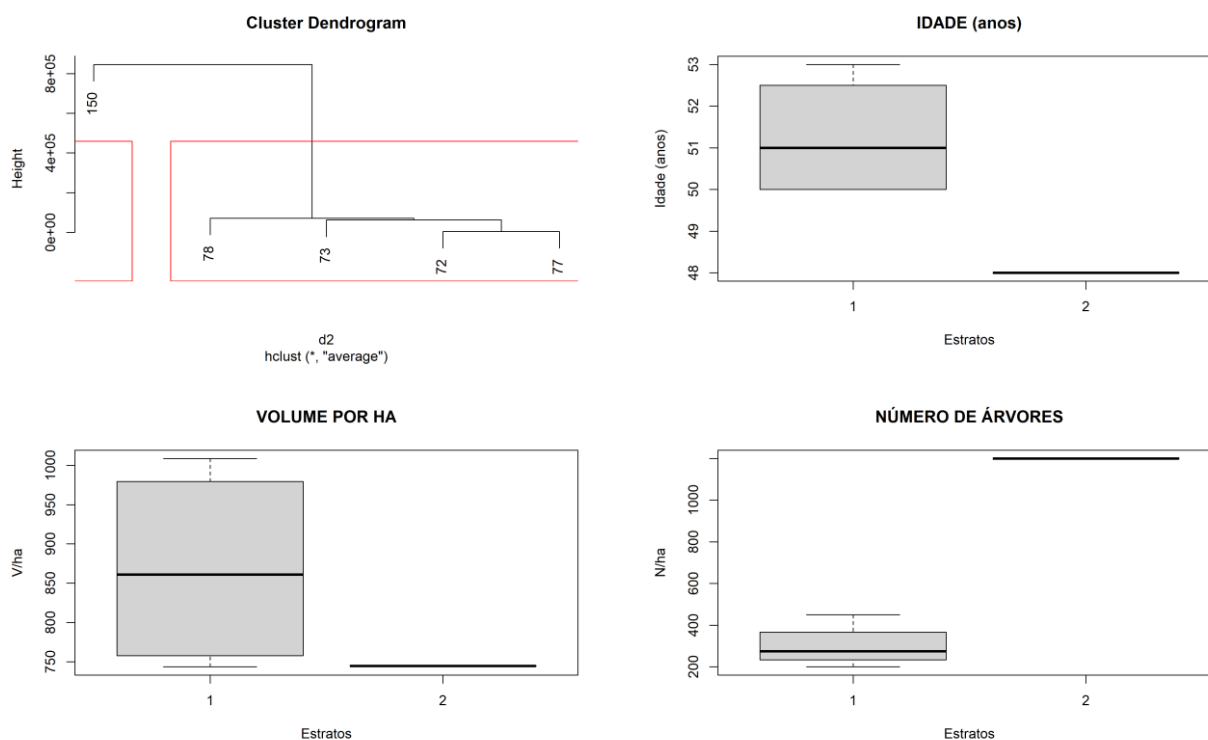
4.1.1 *Pinus taeda*

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 (m³.ha⁻¹) e (iii) densidade (N.ha⁻¹). 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 cinco talhões de *Pinus taeda* foram agrupados em dois estratos. O estrato 1 é composto por quatro talhões com idades que variaram de 48 a 53 anos e apresenta volume médio de 829,16 m³.ha⁻¹ e densidade média de 376 árvores.ha⁻¹. O estrato 2 é composto por um talhão com idade de 48 anos, volume de 744.74 m³.ha⁻¹ e densidade de 1.200 árvores.ha⁻¹.

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 ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	404,46	376	33,7	29,3	47,75	829,16	3,80	1,5%	0,6%	3,6%	0,4%	8,3%	0,1%	-	85,5%
2	1,64	1200	19,8	22,9	54,17	744,74	10,36	10,4%	3,1%	1,2%	1,2%	14,7%	-	-	69,3%

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

TALHÃO	ESTRATO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
72	1	53	30,17	272	43,9	33,5	52,60	1.008,89	-	-	-	4,1%	-	16,3%	-	-	79,6%
73	1	52	30,48	200	48,7	30,5	45,15	743,49	6,43	2,7%	-	5,4%	-	-	2,7%	-	89,2%
77	1	50	94,60	277	46,0	35,3	52,26	949,83	5,43	2,3%	-	5,3%	0,6%	8,2%	-	-	83,6%
78	1	50	249,21	446	29,3	27,1	45,75	771,90	3,30	1,3%	0,8%	3,1%	0,4%	8,2%	-	-	86,2%
150	2	48	1,64	1.200	19,8	22,9	54,17	744,74	10,36	10,4%	3,1%	1,2%	1,2%	14,7%	-	-	69,3%

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 ³ .ha ⁻¹)	15,92	2,85	4,43	19,45	43,06	101,69	156,59	176,14	309,04	829,16
	G (m ² .ha ⁻¹)	2,08	0,26	0,29	1,15	2,57	5,84	8,84	9,83	16,88	47,75
	N (arv.ha ⁻¹)	175	8	4	10	18	33	41	38	49	376
2	V (m ³ .ha ⁻¹)	103,48	72,56	14,10	46,03	36,01	75,24	75,39	72,83	249,09	744,74
	G (m ² .ha ⁻¹)	12,11	6,33	1,00	2,91	2,21	4,53	5,00	4,35	15,74	54,17
	N (arv.ha ⁻¹)	833	192	17	25	17	25	25	17	50	1.200

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

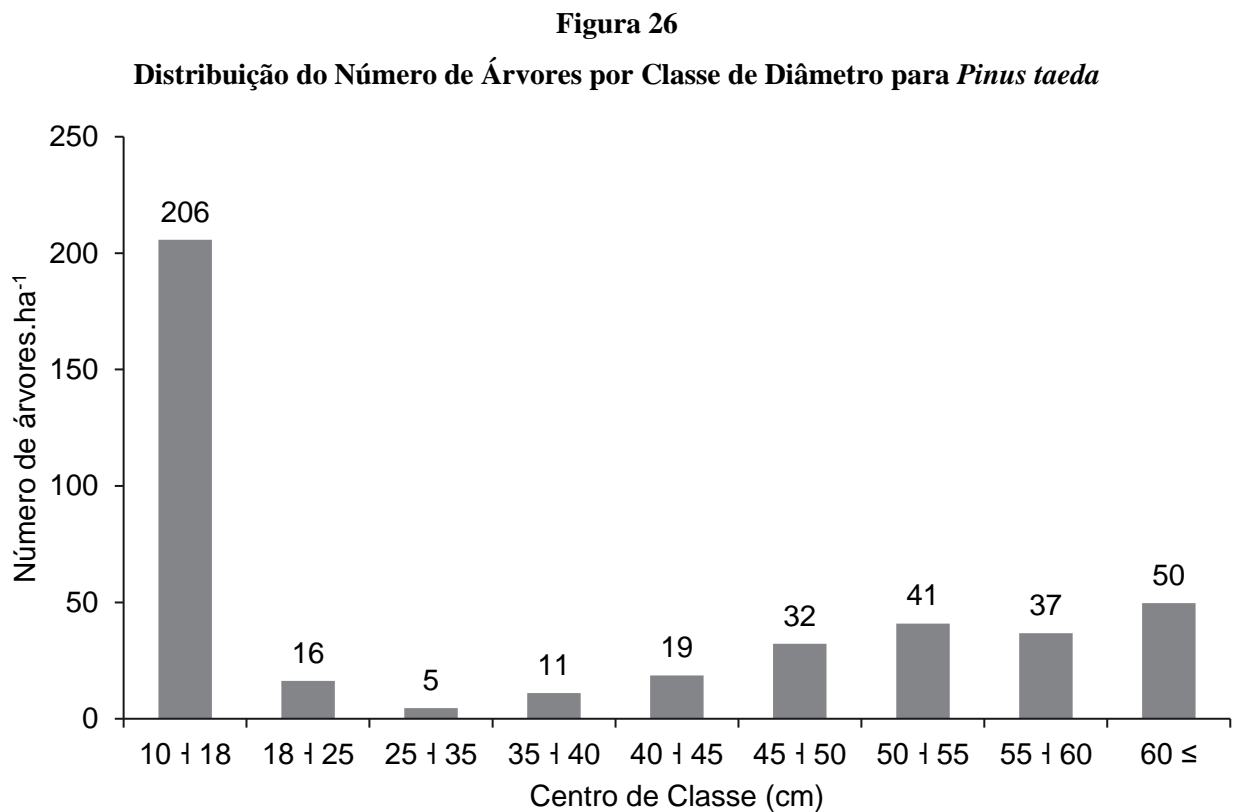
Tabela 26**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para Cada talhão dos Plantios de *Pinus taeda***

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 ≤	
72	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	5,21	-	-	9,87	15,51	53,16	131,37	227,43	566,35	1.008,89
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,79	-	-	0,62	0,82	2,82	7,06	11,48	29,02	52,60
		N (arv.ha ⁻¹)	83	-	-	6	6	17	33	44	83	272
73	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	4,22	-	-	-	10,72	16,02	92,39	145,15	475,00	743,49
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,61	-	-	-	0,73	1,07	5,99	8,85	27,90	45,15
		N (arv.ha ⁻¹)	50	-	-	-	6	6	28	33	78	200
77	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,90	-	11,19	36,59	52,56	113,76	220,40	239,65	272,77	949,83
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,43	-	0,70	2,09	3,07	6,35	12,12	13,05	14,44	52,26
		N (arv.ha ⁻¹)	43	-	8	18	22	35	57	50	43	277
78	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	23,52	4,60	2,84	16,20	46,31	112,54	142,36	149,36	274,16	771,90

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 ≤	
150	2	G (m ² .ha ⁻¹)	3,03	0,42	0,20	0,99	2,79	6,54	8,11	8,52	15,15	45,75
		N (arv.ha ⁻¹)	251	13	3	9	20	37	37	33	44	446
		V (m ³ .ha ⁻¹)	103,48	72,56	14,10	46,03	36,01	75,24	75,39	72,83	249,09	744,74
		G (m ² .ha ⁻¹)	12,11	6,33	1,00	2,91	2,21	4,53	5,00	4,35	15,74	54,17
		N (arv.ha ⁻¹)	833	192	17	25	17	25	25	17	50	1.200

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 é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus taeda* por classe de diâmetro. Observa-se maior frequência dos indivíduos na classe inferior de diâmetro (10 a 18 cm), o que indica um alto percentual de indivíduos regenerantes atingindo o limite de inclusão considerado.



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 828,87 m³.ha⁻¹, o que representa 336.602,75 m³ em 406,1 ha de plantio da espécie (Tabela 27). O erro de amostragem corresponde a 7,03%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

Tabela 27
Análise Estatística para *Pinus taeda*

ESTIMADOR	E1	E2		UNIDADE
Área	404,46	1,64		ha
Média por estrato	829,17	744,75		m ³ .ha ⁻¹
Média estratificada		828,87		m ³ .ha ⁻¹
Variância por estrato	127,96	11,00		(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Variância estratificada		127,49		(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Variância da média estratificada		3,00		(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Erro padrão		1,73		m ³ .600m ² ⁻¹
t (0,05; (44-1))		2,02		-
Erro de amostragem absoluto		3,49		m ³ .600m ² ⁻¹
Erro de amostragem relativo		7,03		%
Intervalo de confiança para a média	770,63	828,87	887,10	m ³ .ha ⁻¹
Total por estrato	335.243,41	1.359,34		m ³ .una ⁻¹
Total da população		336.602,75		m ³ . 406,1 ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	312.953,54	336.602,75	360.251,97	m ³ . 406,1 ha ⁻¹

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

4.1.2 *Pinus sp.*

4.1.2.1 Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

Para a espécie *Pinus sp.* utilizou-se o processo de amostragem aleatório simples, em função da baixa variabilidade dos dados e também por se tratar de dois talhões pequenos (0,55 ha e 0,86 ha). Os parâmetros dendrométricos estimados para *Pinus sp.* estão apresentados na Tabela 28, onde é possível observar os resultados médios por talhão. Na Tabela 29 são apresentadas as estimativas das variáveis: volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para cada talhão, respectivamente.

Tabela 28**Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão de *Pinus* sp.**

TALHÃO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% árv.)	Bif < 1,3m	Bif > 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
101	0,55	233	45,2	31,1	43,03	654,45	-	-	-	7,1%	-	14,3%	-	-	78,6%
151	0,86	1.233	19,6	24,0	46,42	607,75	21,15	7,1%	-	1,7%	0,4%	12,1%	0,4%	-	78,2%

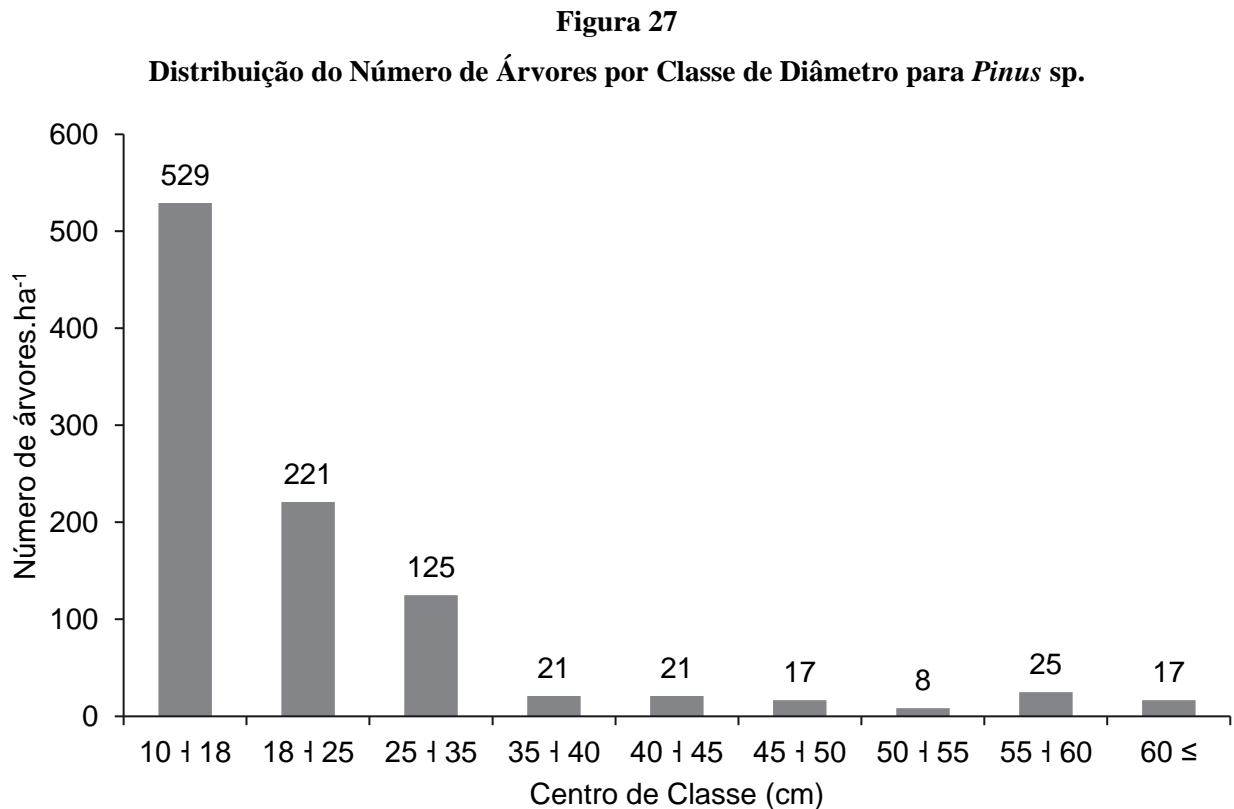
N = número de árvores; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo; Ht = altura total; G = área basal; V = volume total com casca; Bif < 1,3 m = bifurcada abaixo de 1,3 m; Bif > 1,3 m = bifurcada acima de 1,3 m. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Tabela 29**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro por talhão de *Pinus* sp.**

Talhão	Variáveis	Classe de DAP (cm)									Total
		10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
101	V (m ³ .ha ⁻¹)	3,82	-	32,17	-	34,15	45,88	54,21	404,95	79,26	654,45
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,33	-	2,33	-	2,28	2,96	3,43	25,72	5,99	43,03
	N (arv.ha ⁻¹)	33	-	33	-	17	17	17	100	17	233
151	V (m ³ .ha ⁻¹)	120,73	119,50	130,18	37,63	45,43	41,70	20,12	-	92,46	607,75
	G (m ² .ha ⁻¹)	10,40	9,92	10,21	3,16	3,11	2,82	1,26	-	5,53	46,42
	N (arv.ha ⁻¹)	694	294	156	28	22	17	6	-	17	1.233

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 27 é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus* sp. por classe de diâmetro. Observa-se maior frequência dos indivíduos nas classes inferiores de diâmetro (10 a 35 cm).



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

4.1.2.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo aleatório simples. A média do volume de *Pinus* sp. corresponde a 619,43 m³.ha⁻¹, o que representa 875,05 m³ em 1,41 ha de plantio da espécie (Tabela 30). O erro de amostragem corresponde a 9,42%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

Tabela 30
Análise Estatística para *Pinus* sp.

ESTIMADOR	E1	UNIDADE		
Área	1,41	ha		
Média	619,43	m ³ .ha ⁻¹		
Variância	5,83	(m ³ .600m ² ⁻¹) ²		
Erro padrão	1,10	m ³ .600m ² ⁻¹		
t (0,05; (4-1))	2,45			
Erro de amostragem absoluto	2,69	m ³ .600m ² ⁻¹		
Erro de amostragem relativo	9,42	%		
Intervalo de confiança para a média	574,55	619,43	664,30	m ³ .ha ⁻¹
Total da população		875,05		m ³ . 1,41 ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	811,65	875,05	938,44	m ³ . 1,41 ha ⁻¹

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

4.1.3 *Pinus* (Resina)

4.1.3.1 Estimativa dos Parâmetros Dendrométricos (Nível F1)

O talhão de *Pinus* (Resina) foi tratado separadamente dos demais por apresentar características que o diferem dos demais talhões de *Pinus*. Para avaliar a sua capacidade produtiva (PFM) foram instaladas 3 unidades amostrais dispostas aleatoriamente na área.

Os parâmetros dendrométricos estimados para *Pinus* (Resina) estão apresentados na Tabela 31, onde é possível observar o resultado médio do talhão. Na Tabela 32 são apresentadas as estimativas das variáveis: volume com casca, área basal e número de árvores por hectare, distribuídas em classes de diâmetro para o talhão.

Tabela 31**Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos para *Pinus* (Resina)**

Talhão	Idade (anos)	Área (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	Mortas (m ³ /ha)	Mortas (% árv)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	Quebrada	Inclinada	Atacadas Praga	Resinada	Outras
502	37	8,01	506	35,3	32,8	50,53	763,18	-	-	2,2%	15,1%	2,2%	8,6%	-	-	72,0%

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).

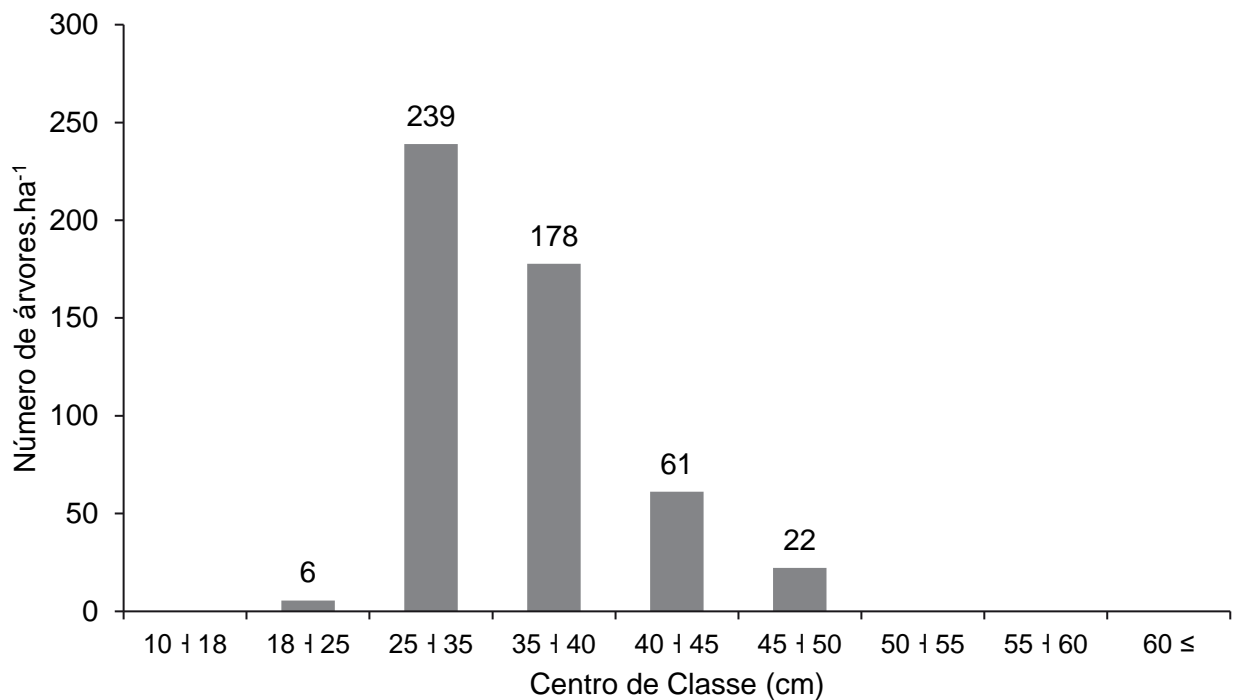
Tabela 32**Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para *Pinus* (Resina)**

Talhão	Variáveis	Classe de DAP (cm)								Total	
		10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60		60 ≤
502	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	4,06	280,53	294,14	126,41	58,04	-	-	-	763,18
	G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,23	18,52	19,67	8,32	3,78	-	-	-	50,53
	N (arv.ha ⁻¹)	-	6	239	178	61	22	-	-	-	506

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* (Resina) por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição diamétrica unimodal, com maior frequência dos indivíduos nas classes intermediárias de diâmetro ($25 \text{ cm} \leq 40 \text{ cm}$).

Figura 28
Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para *Pinus* (Resina)



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

4.1.3.2 Análise Estatística (Nível F1)

A média do volume de *Pinus* (Resina) corresponde a $763,18 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$, o que representa $6.111,81 \text{ m}^3$ em $8,01 \text{ ha}$ de plantio da espécie (Tabela 33).

Tabela 33
Análise do Volume para *Pinus* (Resina)

ESTIMADOR	E1	E2	E3	UNIDADE
Área		8,01		ha
Média por estrato		763,18		$\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$
Total da população		6.111,81		$\text{m}^3. 8,01 \text{ ha}^{-1}$

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

Na Tabela 34 é apresentada a síntese da estimativa de volume total para as espécies plantadas nas Zonas de Manejo da FLONA de Três Barras. Como se observa, o maior volume de madeira é de *Pinus elliottii* com total de 761.696,70 m³, seguido pelo *Pinus taeda* com 336.602,75 m³, *Araucaria angustifolia* com total de 208.484,61 m³, *Pinus* (Resina) com total de 6.111,81 m³ e *Pinus* sp. com 875,05 m³. Ao todo, estas espécies totalizam 1.314.134,92 m³. Os sortimentos calculados para as espécies estão apresentados no Apêndice 13-C-1.

Tabela 34
Síntese da Estimativa Volumétrica por Espécie na FLONA de Três Barras

Espécie		Classe de DAP (cm)				Total	Área
		10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 ≤		
<i>Araucaria angustifolia</i>	V (m ³ .ha ⁻¹)	13,26	21,00	102,21	216,78	353,26	1 ha
	Total (m ³)	7.839,49	12.415,81	60.429,26	128.164,06	208.848,61	591,21 ha
<i>Pinus elliottii</i>	V (m ³ .ha ⁻¹)	21,51	31,10	83,75	660,65	797,01	1 ha
	Total (m ³)	20.557,49	29.721,24	80.039,97	631.378,01	761.696,70	955,69 ha
<i>Pinus taeda</i>	V (m ³ .ha ⁻¹)	27,37	15,16	5,53	780,81	828,87	1 ha
	Total (m ³)	11.116,00	6.156,28	2.244,61	317.085,87	336.602,75	406,1 ha
<i>Pinus</i> sp.	V (m ³ .ha ⁻¹)	61,12	58,65	79,67	419,99	619,43	1 ha
	Total (m ³)	86,34	82,85	112,55	593,30	875,05	1,41 ha
<i>Pinus</i> (Resina)	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	4,06	280,53	478,59	763,18	1 ha
	Total (m ³)	-	32,52	2.246,56	3.832,73	6.111,81	8,01 ha
Total (m ³)		39.599,31	48.408,69	145.072,95	1.081.053,97	1.314.134,92	1.962,43 ha

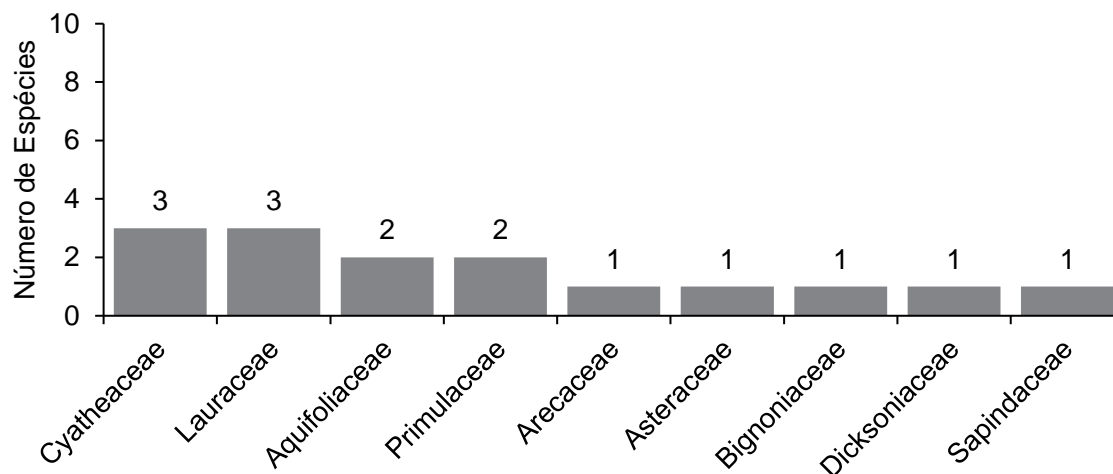
Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

4.1.3.1 Análise Fitossociológica (Nível F2)

Na análise fitossociológica foram considerados, conjuntamente, os dados coletados nos talhões de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus* sp. e *Pinus* (Resina), os quais serão denominados, a partir daqui, *Pinus* spp. Foram encontradas 18 espécies de porte arbóreo localizadas na regeneração natural estabelecida sob os talhões de *Pinus* spp., distribuídas em 9 famílias botânicas (Figura 29). Na Figura 30 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 (≤ 17,5 cm).

Figura 29

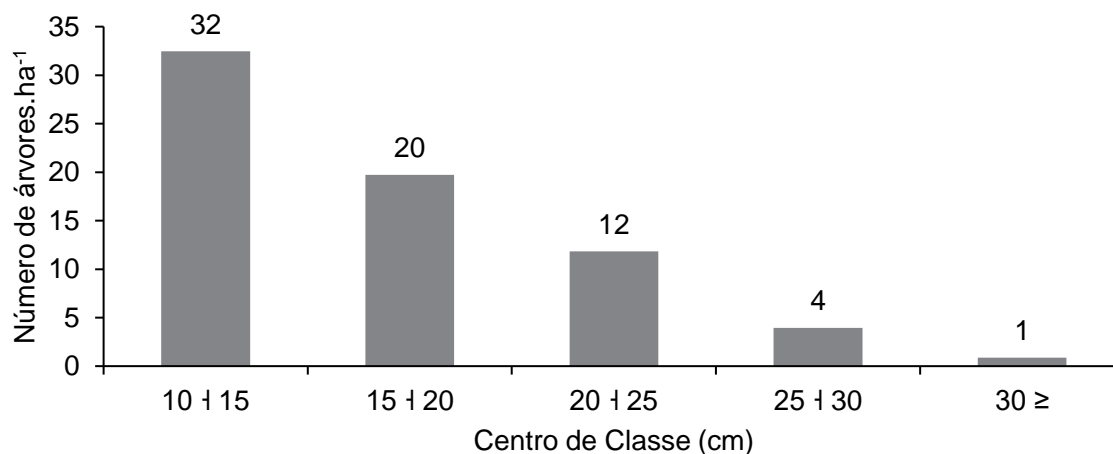
Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus* spp. (Nível F2)



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

Figura 30

Distribuição dos Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus* spp. (Nível F2)



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

De maneira geral, as espécies mais abundantes e com maior dominância são: *Dicksonia sellowiana* (33,12% e 47,82%) e *Araucaria angustifolia* (19,11% e 14,52%) (Tabela 35).

Tabela 35**Indicadores Fitosociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus* spp.
(Nível F2)**

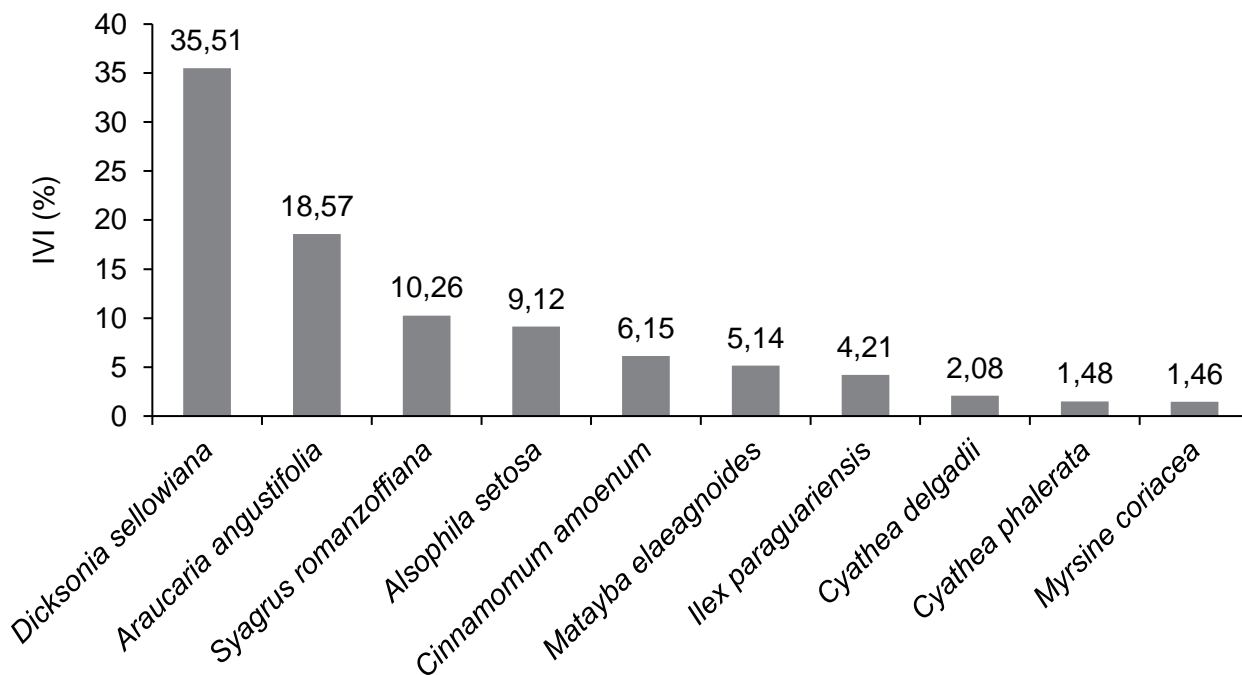
UAs	Espécie	DA	DR	DOA	DOR	FA	FR	IVC%	IVI%
22	<i>Dicksonia sellowiana</i>	23	33,12	0,76	47,82	22	25,58	40,47	35,51
19	<i>Araucaria angustifolia</i>	13	19,11	0,23	14,52	19	22,09	16,81	18,57
6	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	7	9,55	0,23	14,25	6	6,98	11,90	10,26
9	<i>Alsophila setosa</i>	7	10,19	0,11	6,71	9	10,47	8,45	9,12
6	<i>Cinnamomum amoenum</i>	4	6,37	0,08	5,10	6	6,98	5,73	6,15
5	<i>Matayba elaeagnoides</i>	4	6,37	0,05	3,23	5	5,81	4,80	5,14
4	<i>Ilex paraguariensis</i>	4	5,10	0,05	2,87	4	4,65	3,98	4,21
3	<i>Cyathea delgadii</i>	1	1,91	0,01	0,83	3	3,49	1,37	2,08
2	<i>Cyathea phalerata</i>	1	1,27	0,01	0,84	2	2,33	1,06	1,48
2	<i>Myrsine coriacea</i>	1	1,27	0,01	0,79	2	2,33	1,03	1,46
1	<i>Styrax leprosus</i>	1	1,27	0,01	0,50	1	1,16	0,89	0,98
1	<i>Ocotea puberula</i>	0	0,64	0,01	0,55	1	1,16	0,59	0,78
1	<i>Myrsine umbellata</i>	0	0,64	0,01	0,47	1	1,16	0,55	0,76
1	<i>Ilex dumosa</i>	0	0,64	0,01	0,44	1	1,16	0,54	0,75
1	<i>Prunus myrtifolia</i>	0	0,64	0,01	0,39	1	1,16	0,51	0,73
1	<i>Piptocarpha axillaris</i>	0	0,64	0,00	0,25	1	1,16	0,44	0,68
1	<i>Ocotea pulchella</i>	0	0,64	0,00	0,24	1	1,16	0,44	0,68
1	<i>Jacaranda micrantha</i>	0	0,64	0,00	0,22	1	1,16	0,43	0,67

UAs = unidades amostrais com ocorrência da espécie; DA = densidade absoluta (ind.ha⁻¹); DR = densidade relativa (%); DOA = dominância absoluta (m².ha⁻¹); 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 *Dicksonia sellowiana* (IVI=35,51%), *Araucaria angustifolia* (IVI=18,57%) e *Syagrus romanzoffiana* (IVI=10,26%), responsáveis por 64,34% da estrutura horizontal arbórea (Tabela 35). Na Figura 31 estão representadas as 10 espécies com maior valor de importância (IVI%), as quais representam 93,97% da estrutura horizontal do levantamento.

Figura 31

Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus* spp. (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 2,110 nats.indivíduo⁻¹. O índice de Pielou observado foi de 0,730, o que indica que há 73,0% de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies (Tabela 36).

Tabela 36

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

SHANNON WEANER (H')	J. PIELOU (J')
2,110	0,730

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

4.2 Produtos Florestais Não Madeireiros (PFM)

4.2.1 Resina – *Pinus elliottii*

Na Tabela 37 são apresentadas as estimativas de produção de resina para os talhões de *Pinus elliottii*. Considerando toda a área ocupada com os talhões da espécie (963,70 ha) e uma produtividade média de 4 kg de resina por árvore.ano⁻¹, o total estimado corresponde a 1.749.510,37 kg.ano⁻¹.

Tabela 37

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

ESPÉCIE	TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	RESINA (kg.ano ⁻¹ .ha ⁻¹)	RESINA (kg.ano ⁻¹ .T ⁻¹)
<i>Pinus elliottii</i>	51	58	0,97	233	933,33	901,82
<i>Pinus elliottii</i>	52	58	1,71	292	1.166,67	1.991,05
<i>Pinus elliottii</i>	53	20	5,53	1.056	4.222,22	23.339,11
<i>Pinus elliottii</i>	54	58	3,91	133	533,33	2.083,68
<i>Pinus elliottii</i>	55	58	2,52	183	733,33	1.850,56
<i>Pinus elliottii</i>	56	58	15,36	442	1.766,67	27.143,21
<i>Pinus elliottii</i>	57	58	16,79	458	1.833,33	30.779,19
<i>Pinus elliottii</i>	60	57	24,22	367	1.466,67	35.521,31
<i>Pinus elliottii</i>	61	56	1,66	317	1.266,67	2.106,50
<i>Pinus elliottii</i>	62	20	14,83	1.289	5.155,56	76.450,97
<i>Pinus elliottii</i>	63	20	19,76	975	3.900,00	77.073,60
<i>Pinus elliottii</i>	64	56	24,02	528	2.111,11	50.703,90
<i>Pinus elliottii</i>	65	56	10,24	250	1.000,00	10.237,94
<i>Pinus elliottii</i>	66	56	24,15	343	1.373,33	33.165,60
<i>Pinus elliottii</i>	67	56	42,70	233	933,33	39.856,61
<i>Pinus elliottii</i>	69	55	51,76	419	1.677,78	86.839,30
<i>Pinus elliottii</i>	70	53	75,73	487	1.946,67	147.416,03
<i>Pinus elliottii</i>	71	53	77,78	371	1.484,85	115.484,64
<i>Pinus elliottii</i>	74	52	27,93	175	700,00	19.548,40
<i>Pinus elliottii</i>	75	52	84,65	403	1.611,11	136.379,76
<i>Pinus elliottii</i>	76	51	154,24	353	1.413,33	217.997,04
<i>Pinus elliottii</i>	79	40	30,36	358	1.433,33	43.518,56
<i>Pinus elliottii</i>	80	40	7,80	400	1.600,00	12.485,76
<i>Pinus elliottii</i>	81	40	40,87	683	2.733,33	111.705,35
<i>Pinus elliottii</i>	82	41	11,63	467	1.866,67	21.711,14
<i>Pinus elliottii</i>	83	41	29,23	433	1.733,33	50.664,78
<i>Pinus elliottii</i>	84	41	9,07	1.250	5.000,00	45.328,92
<i>Pinus elliottii</i>	102	39	6,08	483	1.933,33	11.760,05
<i>Pinus elliottii</i>	103	39	11,27	567	2.266,67	25.539,72
<i>Pinus elliottii</i>	104	39	33,63	400	1.600,00	53.814,40

ESPÉCIE	TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	RESINA (kg.ano ⁻¹ .ha ⁻¹)	RESINA (kg.ano ⁻¹ .T ⁻¹)
<i>Pinus elliottii</i>	106	40	8,22	750	3.000,00	24.666,06
<i>Pinus elliottii</i>	152	48	1,18	1.033	4.133,33	4.859,97
<i>Pinus elliottii</i>	58/59	57	47,03	506	2.022,22	95.105,67
<i>Pinus elliottii</i>	68A	55	5,79	400	1.600,00	9.261,95
<i>Pinus elliottii</i>	68B	55	33,09	650	2.600,00	86.023,20
<i>Pinus</i> (Resina)	502	37	8,01	506	2.022,22	16.194,58
Total			963,70	18.193		1.749.510,37

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

4.2.2 Erva-mate – *Ilex paraguariensis*

Na Tabela 38 são apresentadas as estimativas de produção de Erva-mate para os indivíduos estabelecidos sob os talhões de *Araucaria* (48 árvores por hectare) e *Pinus* spp. (4 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 134.551,18 kg.ano⁻¹.

Tabela 38

Estimativa da Produção de Erva-mate nos Talhões de *Araucaria* e *Pinus*.

Talhão	Área	Número de Árvores.ha ⁻¹	Erva-Mate (kg.arv)	Erva Mate (kg.ha ⁻¹)	Erva Mate (kg.ano ⁻¹)
<i>Araucaria angustifolia</i>	591,21	48	4	190,48	112.611,82
<i>Pinus</i> spp.	1.371,21	4	4	16,00	21.939,36
Total					134.551,18

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

4.2.3 Pinhão – *Araucaria angustifolia*

Na Tabela 39 são apresentadas as estimativas de produção de pinhão para os talhões de *Araucaria angustifolia*. Considerando toda a área ocupada (591,21 ha) com os talhões da espécie e uma produtividade média de 375,48 gramas por árvore por ano, o total estimado corresponde a 41.150,88 kg.ano⁻¹.

Tabela 39

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

TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	ÁRVORES FÊMEAS (N.ha ⁻¹)	PINHÃO (kg.ano ⁻¹ .ha ⁻¹)	PINHÃO (kg.ano ⁻¹ .T ⁻¹)
1	76	18,62	83,3	39	14,61	272,13
2	75	11,89	783	366	137,36	1.632,76
3	75	36,09	250	117	43,84	1.582,27
6	74	3,99	100	47	17,53	69,99
7	74	17,46	500	234	87,67	1.530,80
8	72	23,51	258	121	45,30	1.065,10
9	72	26,58	208	97	36,53	971,16
11	72	10,80	328	153	57,48	620,50
12	71	5,61	467	218	81,83	459,04
13	71	2,39	350	163	61,37	146,46
14	71	2,62	367	171	64,29	168,74
15	71	9,47	367	171	64,29	609,18
16	71	2,43	683	319	119,82	291,71
17	69	22,79	483	226	84,75	1.931,50
18	69	30,54	267	125	46,76	1.428,17
19	68	12,55	433	202	75,98	953,54
20	68	19,06	400	187	70,14	1.336,79
21	68	8,68	250	117	43,84	380,36
22	68	9,12	317	148	55,53	506,56
23	68	7,94	383	179	67,22	533,65
24	68	8,97	333	156	58,45	524,05
25	68	7,98	717	335	125,67	1.002,28
26	68	5,37	583	272	102,29	549,13
27	68	3,44	600	280	105,21	361,66
28	68	6,50	667	311	116,90	759,63
29	68	22,74	417	195	73,06	1.661,72
30	68	17,24	600	280	105,21	1.813,86
31	67	21,32	383	179	67,22	1.432,95
32	67	24,30	400	187	70,14	1.704,67
33	66	12,66	350	163	61,37	777,18
35	66	3,28	550	257	96,44	316,32
36	66	26,87	517	241	90,60	2.434,24
37	66	4,87	467	218	81,83	398,34
38	66	33,10	400	187	70,14	2.321,67
39	65	17,16	300	140	52,60	902,67
40	65	3,92	733	342	128,59	504,24
41	65	11,62	450	210	78,91	916,99
42	64	6,15	400	187	70,14	431,19
43	64	1,32	267	125	46,76	61,92

TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	ÁRVORES FÊMEAS (N.ha ⁻¹)	PINHÃO (kg.ano ⁻¹ .ha ⁻¹)	PINHÃO (kg.ano ⁻¹ .T ⁻¹)
44	64	1,26	217	101	37,99	47,87
45	64	4,15	567	265	99,36	412,65
46	64	9,27	350	163	61,37	569,22
47	64	9,45	383	179	67,22	635,10
48	64	9,08	300	140	52,60	477,88
49	64	37,03	561	262	98,39	3.643,06
Total		591,21		8.774		41.150,88

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 na FLONA de Três Barras. 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 Três Barras, especificamente e em maior grau quanto à madeira em tora de Pinus, além de tora de Araucária. Os volumes comerciais identificados na ZMF somam o total de 1.314.134,92 m³ de estoque de madeira (sendo 208.848,61 m³ com *Araucaria angustifolia* e 1.105.286,31 m³ com Pinus). No caso do Pinus, cabe destacar que o volume total é dividido entre as espécies *P. elliottii*, *P. taeda*, *Pinus* sp. e *Pinus* (Resina), respectivamente com 68,91%, 30,45%, 0,08% e 0,55%. Em relação à produção dos principais produtos não madeireiros com viés e potencial comercial, na ZMF destacam-se a resina de *Pinus elliottii* (1.749.510,37 kg.ano⁻¹), folha de erva-mate (*Ilex paraguariensis* - 134.551,18 kg.ano⁻¹) e semente de *Araucaria angustifolia* (pinhão - 41.150,88 kg.ano⁻¹).

Apêndices 13-C-1

Sortimentos por Espécies na FLONA de Três Barras

Espécie		Sortimento* (m³)					Total	Área (ha)
		† 8	8 † 18	18 † 25	25 † 35	35 ≤		
<i>Araucaria angustifolia</i>	V (m³.ha ⁻¹)	7,12	34,19	68,23	144,01	99,70	353,26	1 ha
	Total (m³)	4.209,55	20.216,08	40.337,24	85.141,74	58.944,01	208.848,61	591,21
<i>Pinus elliottii</i>	V (m³.ha ⁻¹)	7,11	44,40	59,54	170,07	515,89	797,01	1 ha
	Total (m³)	6.795,51	42.432,99	56.898,30	162.535,64	493.034,27	761.696,70	955,69
<i>Pinus taeda</i>	V (m³.ha ⁻¹)	7,17	29,97	33,55	131,07	627,12	828,87	1 ha
	Total (m³)	2.911,46	12.169,63	13.623,08	53.227,15	254.671,43	336.602,75	406,10
<i>Pinus sp.</i>	V (m³.ha ⁻¹)	19,07	131,78	84,18	103,27	281,14	619,43	1 ha
	Total (m³)	26,93	186,16	118,91	145,88	397,15	875,05	1,41
<i>Pinus (Resina)</i>	V (m³.ha ⁻¹)	7,17	62,31	165,99	453,95	73,77	763,18	1 ha
	Total (m³)	57,40	499,00	1.329,30	3.635,38	590,74	6.111,81	8,01
Total (m³)		14.000,85	75.503,86	112.306,83	304.685,79	807.637,59	1.314.134,92	1.962,43

* 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 elliottii*: $\frac{d_i}{DAP} = 1,1153 - 2,9199 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 10,9667 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 20,5551 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 16,77893 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,3894 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$; *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.*: $\frac{d_i}{DAP} = 1,1165 - 2,9557 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 11,1628 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 21,1441 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 17,6082 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,7922 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$; *Pinus (Resina)*: $\frac{d_i}{DAP} = 1,1165 - 2,9557 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 11,1628 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 21,1441 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 17,6082 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,7922 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$. Fonte: Consórcio (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, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, D. P. Estrutura fitossociológica da comunidade arbórea de uma topossequência pouco alterada de uma floresta atlântica, no município de Silva Jardim – RJ. **Árvore**, Viçosa-MG, v. 25, p. 131-140, 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/pinus/perguntas-e-respostas>> Acesso em 19 mai. 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**, v. 41, n. 1, p. 153-160, 2010.

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

G1 - Central Globo de Jornalismo. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocabajundiai/nosso-campo/noticia/2016/08/pinus-sao-fonte-de-uma-importante-resina-para-industria.html>> acesso em 18 mai. 2021.

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

IBGE – **Mapa de vegetação do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. Rio de Janeiro, 1994.

IBGE – **Mapa de vegetação do Brasil**. Escala 1: 5.000.000. Rio de Janeiro, 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2016_v43_br.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2017.

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

IBRAMATE - Instituto Brasileiro da Erva - Mate. Disponível em: <**Erro! A referência de hiperlink não é válida.**>. Acesso em: 18 mai. 2021. 2014.

ICMBIO. 2016. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Três Barras – Volume I**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 207 p.

IPEF - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Circular Técnica N 39. **Seminário: Resina de Pinus Implantados no Brasil**. Piracicaba, 1978.

- KASSAMBARA, A. **Practical Guide To Cluster Analysis in R**. 1 ed. USA: STHDA, 2017.
- LOURENÇO, R. S. et al. Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p. 113-122, jul./dez.2001. IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2016_v43_br.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2021.
- MARQUES, A. C. e FRANCO, E. S. A. **Visitação na Floresta Nacional de Três Barras – dados preliminares**. Textos de apoio á elaboração do Plano de Manejo. Três Barras: ICMBio. 2006.
- MARQUES, A. C; SCHIMALSKI, M.B. **Mapas da área do entorno da Floresta Nacional de Três Barras**. Estudos de apoio à elaboração do Plano de Manejo. Três Barras: ICMBio. 2008.
- MATTOS, J. R. **O pinheiro brasileiro**. São Paulo: Grêmio Politécnico, 1972. 620 p.
- 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.
- OLIVEIRA, A. K. G. Estimativa de produtividade de goma-resina do *Pinus elliottii* na fazenda Santa Rita, bairro alto, natividade da serra, SP- Brasil. **In: 16º Congresso nacional de Iniciação Científica, São Paula – SP**. 2017. 11 fl. Disponível em <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2016/trabalho-1000022191.pdf>> Acesso em 18 mai. 2021.
- PENTEADO JR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Erva 20: Sistema de produção de erva-mate**. Embrapa Brasília, DF. 2019. 154 p.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba, 1997. 316 p.
- PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: Wiley-Interscience, 1975. 165p.
- RATOLA, N. et al. Differences between *Pinus pinea* and *Pinus pinaster* as bioindicators of polycyclic aromatic hydrocarbons. **Environmental and Experimental Botany**, [s. l.], v. 72, n. 2, p. 339–347, 2011.
- REI VERDE. Disponível em: <<https://reiverde.com.br>>. Acesso em: 18 mai. 2021.
- RODIGHERI, H. R. A produtividade da erva-mate em cinco sistemas de preparo do solo no município de Áurea, RS. **Boletim de Pesquisa Florestal**. 2000. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1106677/erva-20-sistema-de-producao-para-erva-mate>>. Acesso em: 19 mai. 2021.
- 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.
- SANTIN, D. Produtividade, teor de minerais, cafeína e teobromina em erva-mate adensada e adubada quimicamente. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. 114 p.
- SILVA Jr, A. H. Otimização dos processos de extração e purificação parcial de resina de *Pinus elliottii*. **Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agroindustrial – Agroquímica)** - Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, RS. 2018. 59 p.

TACIANE, A. Z. Processo de resinagem em *Pinus elliotti* na região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil: uma proposta alternativa para as condições locais. **Caderno de Pesquisa, série Biologia**. V. 21, Nº. 2, pg. 15. 2009.

ZERBIELLI, Luiz Carlos. Produtividade, luminosidade, composição química e qualidade da erva-mate. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** – Universidade Federal do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2016. 50 p.