

ANEXO 13A

INVENTÁRIO FLORESTAL DA FLONA DE IRATI

Sumário

1.	Introdução.....	6
2.	Contextualização da Floresta Nacional de Irati Caracterização Física-Ambiental e Zonas de Manejo 1 e 2	7
2.1	Aspectos Físicos e Ambientais	7
2.2	Identificação das Áreas.....	13
3.	Metodologia.....	18
3.1	Amostragem	18
3.2	Processamento	25
3.3	Estimativa dos Produtos Não Madeireiros	33
4.	Resultados.....	34
4.1	Produtos Florestais Madeireiros (PFM)	35
4.2	Produtos Florestais Não Madeireiros (PFM).....	71
5.	Considerações Finais	74
6.	Referências Bibliográficas.....	76

Lista de Tabelas

Tabela 1 Número de Talhões e Respectivas Áreas por Espécie nas Zonas de Manejo Florestal Sustentável.	15
Tabela 2 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas em cada Subnível de Amostragem nos Plantios com Araucaria	21
Tabela 3 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas em cada Subnível de Amostragem nos Plantios com Pinus	21
Tabela 4 Códigos de Qualidade.....	24
Tabela 5 Formas de Vida da Regeneração Natural	24
Tabela 6 Classes de Alturas da Regeneração Natural	25
Tabela 7 Equações Hipsométricas Utilizadas.....	25
Tabela 8 Equações Volumétricas Utilizadas	26
Tabela 9 Classes de Uso e Sortimentos Considerados	26
Tabela 10 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Estratos de <i>Araucaria angustifolia</i>	37
Tabela 11 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i>	37
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>	38
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>	38
Tabela 14 Análise Estatística para <i>Araucaria angustifolia</i>	41
Tabela 15 Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	43
Tabela 16 Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2)	45
Tabela 17 Caracterização da Regeneração Natural Estabelecida Sob <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2).....	46
Tabela 18 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Estratos de <i>Pinus elliottii</i>	52
Tabela 19 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para <i>Pinus elliottii</i>	52
Tabela 20 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para cada Estrato dos Plantios de <i>Pinus elliottii</i>	54
Tabela 21 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Talhões de <i>Pinus elliottii</i>	54
Tabela 22 Análise Estatística para <i>Pinus elliottii</i>	59

Tabela 23 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Estratos de <i>Pinus taeda</i>	62
Tabela 24 Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Talhões de <i>Pinus taeda</i>	62
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>	63
Tabela 26 Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para o Plantio de <i>Pinus taeda</i>	63
Tabela 27 Análise Estatística para <i>Pinus taeda</i>	66
Tabela 28 Síntese da Estimativa Volumétrica do Inventário Florestal dos Plantios por Espécie na FLONA de Irati – ZMF 1 e 2	66
Tabela 29 Indicadores Fitossociológicos da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2)	68
Tabela 30 Índice de Diversidade de Shannon-Wiener e Índice de Equabilidade de Pielou (Nível F2)	70
Tabela 31 Estimativa da Produção de Resina nos Talhões de <i>Pinus elliottii</i>	71
Tabela 32 Estimativa da Produção de Erva-mate nos Talhões de <i>Pinus</i> e <i>Araucaria</i>	72
Tabela 33 Estimativa da Produção de Pinhão nos Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i>	73

Lista de Figuras

Figura 1 Localização da Floresta Nacional de Irati	8
Figura 2 Mapa de Solos Recortado para a Área da FLONA de Irati.....	9
Figura 3 Localização da FLONA de Irati no Mapa de Classificação da Vegetação Brasileira.....	10
Figura 4 Localização da FLONA de Irati no Mapa de Regiões Geomorfológicas.....	12
Figura 5 Zoneamento da FLONA de Irati e Localização dos Talhões	14
Figura 6 Talhões de Pinus Localizados na FLONA de Irati.....	16
Figura 7 Talhões de Araucária Localizados na FLONA de Irati.....	17
Figura 8 Localização das Unidades Amostras.....	19
Figura 9 Formas e Dimensões das Unidades Amostras	20
Figura 10 Critérios para Medição dos CAPs	23
Figura 11 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Araucaria angustifolia</i>	36
Figura 12 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Araucaria angustifolia</i>	40
Figura 13 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	42
Figura 14 Distribuição dos Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2)	42
Figura 15 Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F2).....	45
Figura 16 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3)	48
Figura 17 Densidade de Regenerantes Estabelecidos sob os Talhões de <i>Araucaria angustifolia</i>	48
Figura 18 Distribuição dos Indivíduos Por Classe de Altura da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3)	49
Figura 19 Distribuição de Indivíduos por Classe de Forma de Vida da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Araucaria angustifolia</i> (Nível F3).....	49
Figura 20 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus elliottii</i>	50
Figura 21 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus elliottii</i>	58
Figura 22 Dendrograma e <i>Box Plot</i> das Variáveis: Idade, Volume e Número de Árvores para os Estratos de <i>Pinus taeda</i>	60
Figura 23 Distribuição do Número de Árvores por Classe de Diâmetro para <i>Pinus taeda</i>	65

Figura 24 Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2)	67
Figura 25 Distribuição dos Indivíduos por Classe de DAP da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2)	68
Figura 26 Valor de Importância por Espécie da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de <i>Pinus</i> spp. (Nível F2).....	70

Lista de Apêndices

Apêndice 13-A-1 - Tabela de Sortimentos

Apêndice 13-A-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 e Não Madeireiros da FLONA de Irati. 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 nas Zonas de Manejo Florestal Sustentáveis (ZMFS) 1 e 2 relevantes ao diagnóstico dos PFM e PFNM da FLONA de Irati. O mesmo não incluiu os talhões com plantios com estes gêneros localizados em outras zonas e inseridos na Unidade de Manejo Florestal (UMF I) objeto desta concessão (especificamente os talhões com plantio de *Pinus* na Zona de Recuperação e o talhão 40 com *Pinus elliottii* parcialmente localizado na Zona de Uso Público e na Zona de Uso Especial).

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 produtos florestais madeireiros (PFM) e não madeireiros (PFNM), de origem plantada e de ocorrência natural, a composição, estrutura e capacidade produtiva dos produtos florestais da FLONA de Irati (UMF I), para fins de exploração comercial, através das concessões florestais.

2. Contextualização da Floresta Nacional de Irati Caracterização Física-Ambiental e Zonas de Manejo 1 e 2

Esse capítulo apresenta breve caracterização dos aspectos físico-ambientais e a identificação das áreas objeto do inventário florestal nas Zonas de Manejo Florestal Sustentáveis (ZMFS) 1 e 2 relevantes ao diagnóstico dos PFM e PFNM da Floresta Nacional de Irati.

2.1 Aspectos Físicos e Ambientais

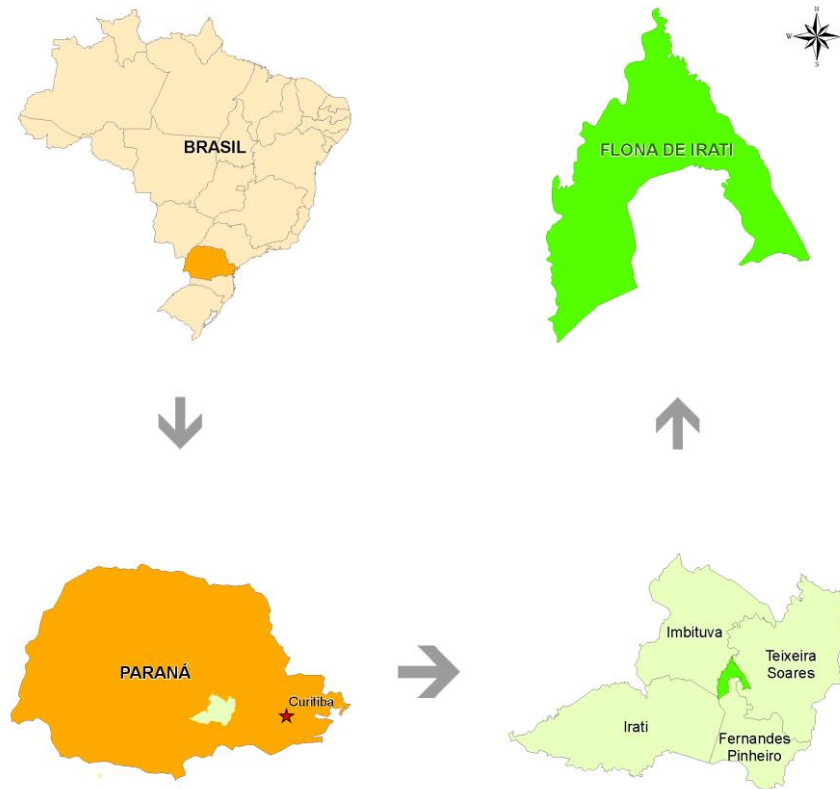
Esta seção apresenta um breve descritivo da caracterização dos principais aspectos relacionados à abrangência física, condições climáticas, edáficas (solos), fitofisionomia e relevo predominantes na região e dentro da FLONA de Irati.

2.1.1 Abrangência Física

A FLONA de Irati está situada no segundo planalto paranaense, nos municípios de Fernandes Pinheiro e Teixeira Soares, integrantes da microrregião Colonial de Irati (Figura 1). Localiza-se entre a margem direita do rio das Antas e esquerda do rio Imbituva, pertencentes à bacia hidrográfica do rio Tibagi, em altitude média de 820 metros (MAZZA et al., 2005).

A FLONA localiza-se a cerca de 150 km a oeste de Curitiba, Paraná. Possui área total de 3.810,64 hectares, divididos em sete zonas, sendo elas: Zona Primitiva (573,15 ha), Zona de Manejo Florestal 01 (949,63 ha), Zona de Manejo Florestal 02 (723,03 ha), Zona de Recuperação (1.332,19 ha), Zona de Uso Especial (13,93 ha), Zona de Uso Público (134,77 ha), Zona de Uso Conflitante (30,73 ha), além do sítio Pinhal Ralo, área privada com 53,21 ha localizada nos limites da FLONA. Na Zona de Manejo Florestal concentram-se 200,88 ha de plantios com *Araucaria angustifolia* e 654,76 ha com plantios das espécies do gênero *Pinus*, os quais segundo Disperati (1986) foram estabelecidos entre as décadas de 1940 a 1960.

Figura 1
Localização da Floresta Nacional de Irati



Fonte: Adaptado de Mazza (2006), ICMBIO (2013).

2.1.2 Clima

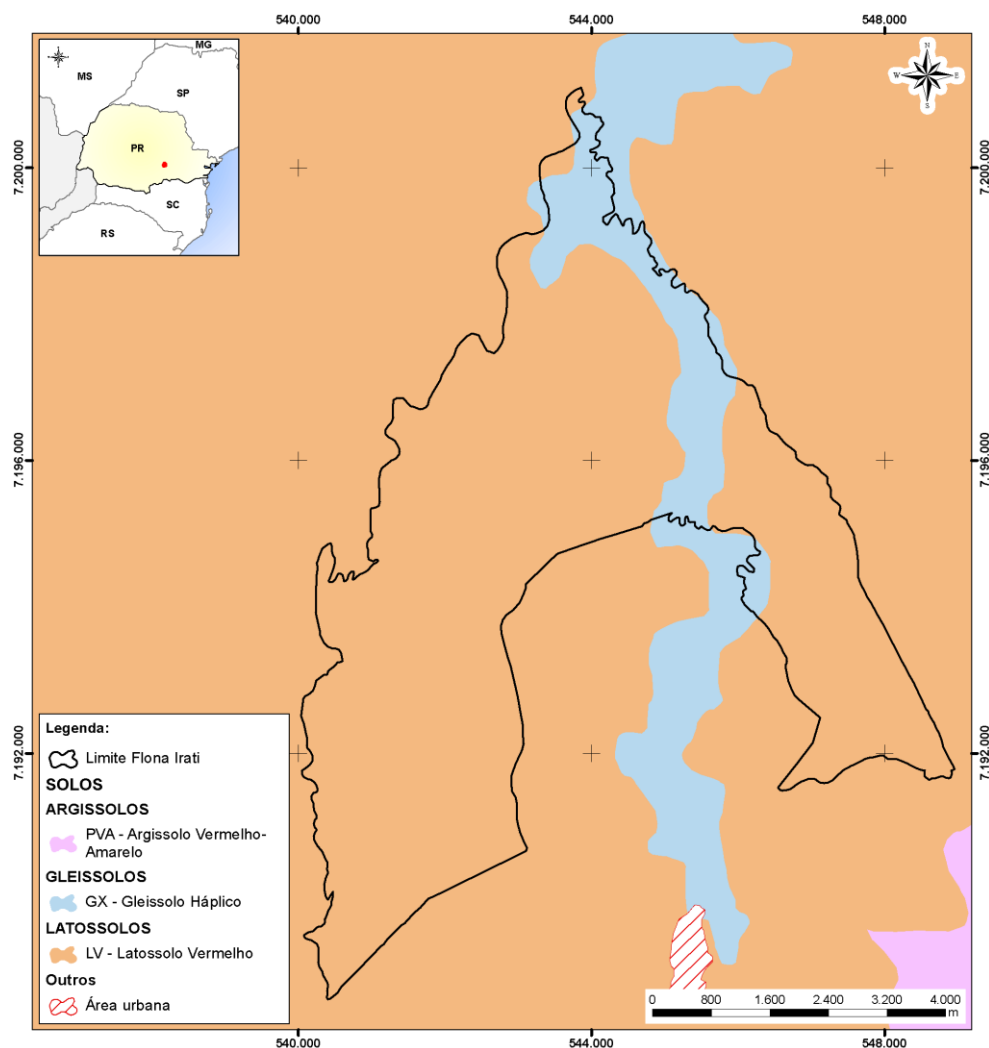
Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como “Cfb” (ALVARES et al, 2013), Subtropical Úmido Mesotérmico, temperado com verões frescos e invernos com ocorrência de geadas severas e sem estação seca pronunciada. A temperatura média anual é de 19 °C, a média das temperaturas mínimas mensais é de 13,9 °C e a média das temperaturas máximas mensais é de 26,1 °C. A precipitação anual varia entre 1.400 e 1.600 mm e a umidade relativa do ar média é de 74% (WREGGE et al., 2012).

2.1.3 Solos

Segundo Mazza et al. (2005), citado em ICMBIO (2013), o solo de maior representatividade na FLONA de Irati é o Latossolo Vermelho Distrófico típico - álico, com 37,8%, seguida pelas associações Latossolo

Vermelho Distrófico típico - álico com o Nitossolo Háptico Distrófico típico - álico, de textura argilosa (26,6%), Cambissolo Háptico Distrófico típico - álico com Gleissolo indiscriminado (25,42%), Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico com Cambissolo Háptico Distrófico típico mais Latossolo Vermelho Distrófico típico (9,59%). As demais classes são pouco representativas, totalizando 0,57% da área. Na Figura 2 é apresentado o mapa de solos recortado para a área da FLONA de Irati.

Figura 2
Mapa de Solos Recortado para a Área da FLONA de Irati



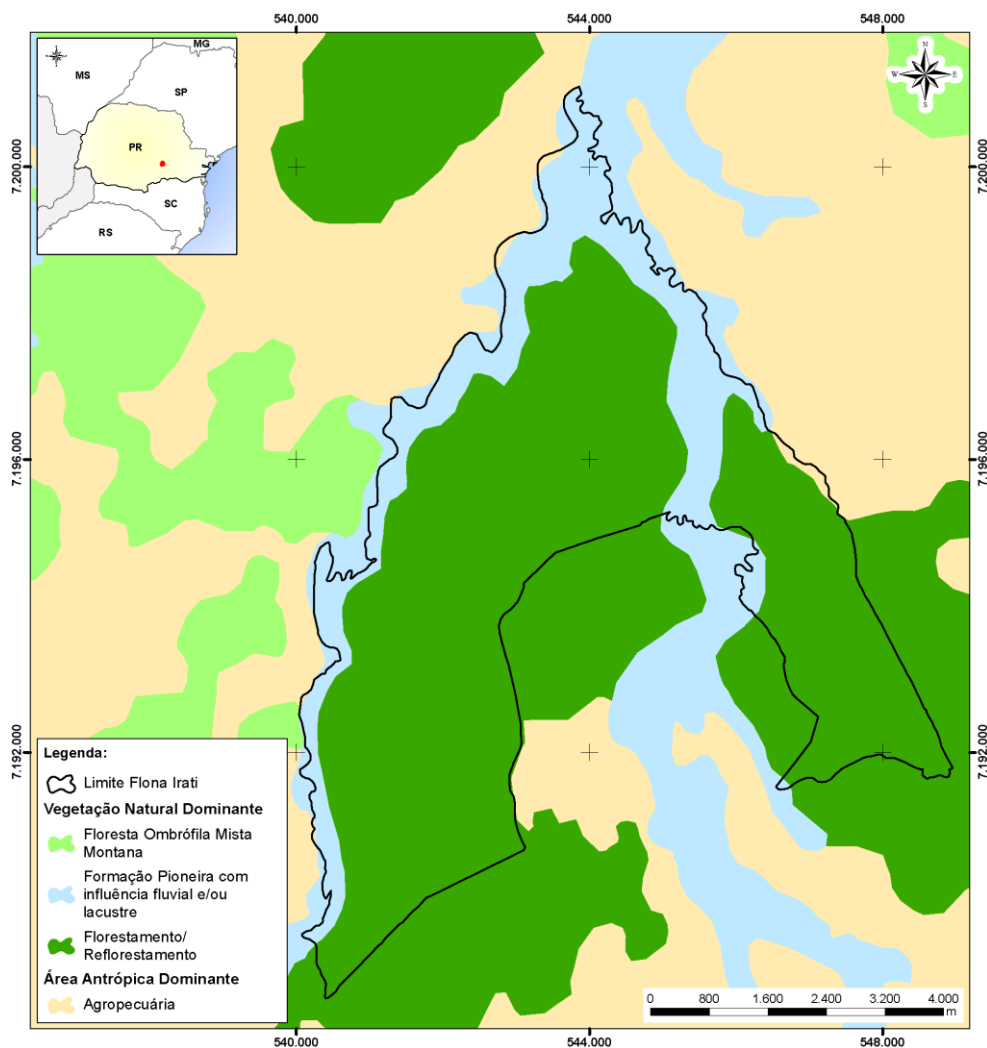
Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

2.1.4 Fitofisionomia

A fitofisionomia em que a FLONA de Irati está inserida é a Floresta Ombrófila Mista Montana (Figura 3), tendo como espécies mais relevância a Araucária (*Araucaria angustifolia*), a Imbuia (*Ocotea porosa*), a Ervamate (*Ilex paraguariensis*), a Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e o Cedro (*Cedrella fissilis*). A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucária é tipologia formada pela mistura de floras de diferentes origens, com presença de Coniferales e Laurales, definindo padrão fitofisionômico típico de zona climática pluvial, conhecido como o Planalto Meridional Brasileiro, área de distribuição natural da *Araucaria angustifolia*. (LEITE e KLEIN, 1990).

Figura 3

Localização da FLONA de Irati no Mapa de Classificação da Vegetação Brasileira



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

Na FLONA de Irati as áreas em que a Araucária não faz parte da composição florística ou sua ocorrência é inexpressiva, correspondem aos plantios com espécies exóticas e áreas de Formações Pioneiras com predominância de Branquilha (*Sebastiania* sp.) (RODERJAN et al., 1989). Em relação aos plantios florestais existentes na FLONA destacam-se os povoamentos de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*.

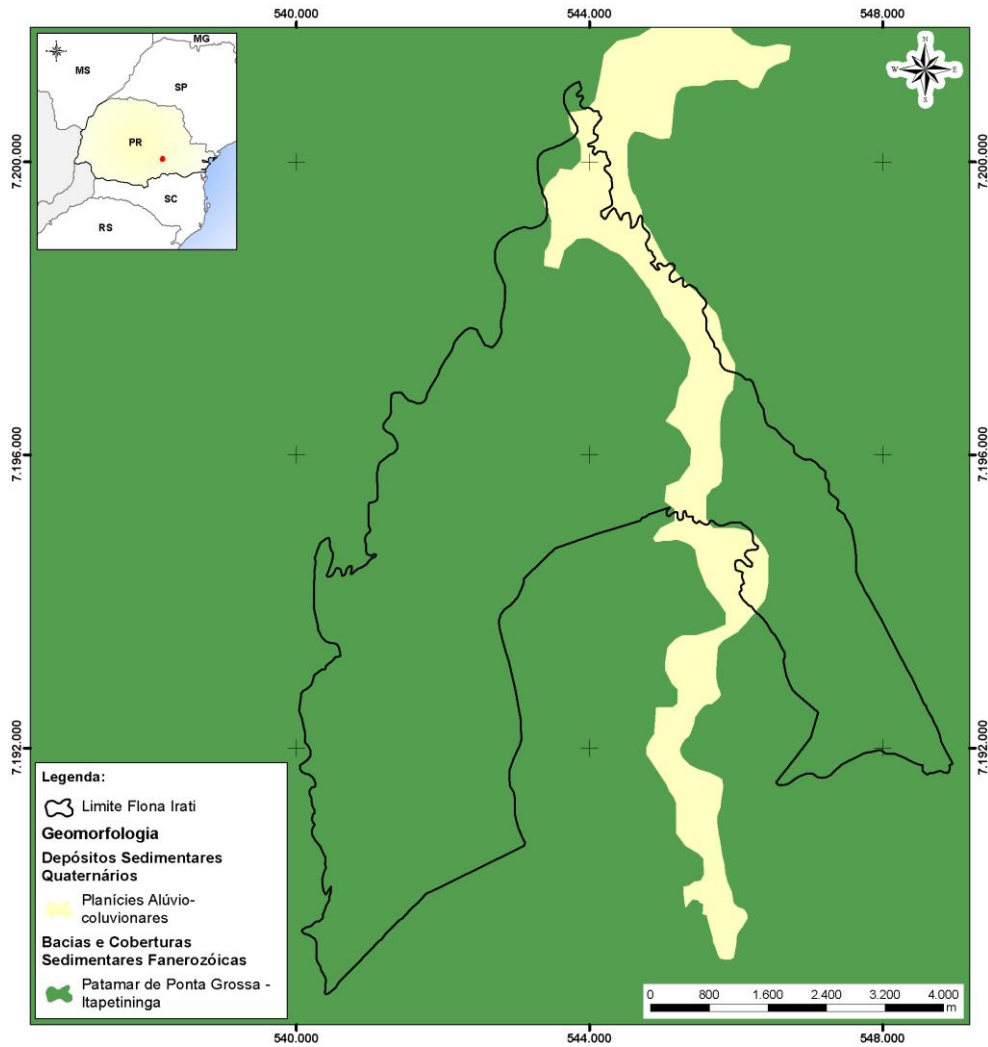
2.1.5 Relevo

A FLONA de Irati está localizada na unidade geomorfológica Patamar de Ponta Grossa - Itapetininga, a qual faz parte da região geomorfológica Patamar Oriental da Bacia do Paraná (Figura 4). O Patamar de Ponta Grossa está inserido no Segundo Planalto paranaense e engloba boa parte da região de Campos Gerais descritos por Maack (1947). Esta unidade apresenta topografia regular, quase plana com relevo suavemente ondulado, a oeste, com inúmeras cachoeiras e morros. No outro lado, reverso da Escarpa Devoniana, ocorrem relevos aplanados e suavemente ondulosos. Ao norte, entre os rios Pitangui e Jaguariaíva, este mesmo relevo apresenta controle estrutural de drenagem retilíneo e paralelo (IBGE, 2021).

A região é constituída essencialmente por rochas de diferentes períodos da evolução da Bacia do Paraná, predominando as sequências do Grupo Paraná (Furnas e Vila Velha) na borda leste, como as rochas do Grupo Itararé e Guatá, no restante ocidental do patamar e ao sul onde não afloram mais os arenitos devonianos. De leste para oeste as cotas decaem suavemente acompanhando a inclinação geral das camadas sedimentares da Bacia do Paraná, até atingir a base da escarpa da Serra Geral (Serra da Boa Esperança), em altitude entre 600 a 740 m. A escarpa devoniana constitui uma forma de relevo com importância ambiental e socioeconômica a leste dessa unidade (IBGE, 2021).

Outra unidade geomorfológica observada na região da FLONA de Irati corresponde às Planícies Alúvio-coluvionares, caracterizadas por superfície de terras baixas, levemente inclinadas para o leste, com pequenas rampas em alguns pontos. Na base das escarpas da Serra Geral, há acúmulo de material de textura indiscriminada, com presença de matacões alterados. Nas demais áreas, existem Planossolos com textura média e argilosa de profundidade variável (IBGE, 2021).

Figura 4
Localização da FLONA de Irati no Mapa de Regiões Geomorfológicas



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

2.2 Identificação das Áreas

O diagnóstico e quantificação dos produtos madeireiros e não madeireiros foi realizado nos talhões de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* localizados nas Zonas de Manejo Florestal Sustentável (ZMFS). De acordo com o Plano de Manejo da FLONA de Irati (FNI), a ZMFS compreende as áreas de floresta nativa ou plantada, com potencial econômico para o manejo florestal sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

A Zona de Manejo Florestal da FLONA de Irati é constituída pelas porções leste da FNI, com maiores aglomerados de talhões com espécies exóticas e da região a sudoeste e central da unidade, recoberta por plantios de pinus e de araucárias. A ZMFS é dividida em duas áreas:

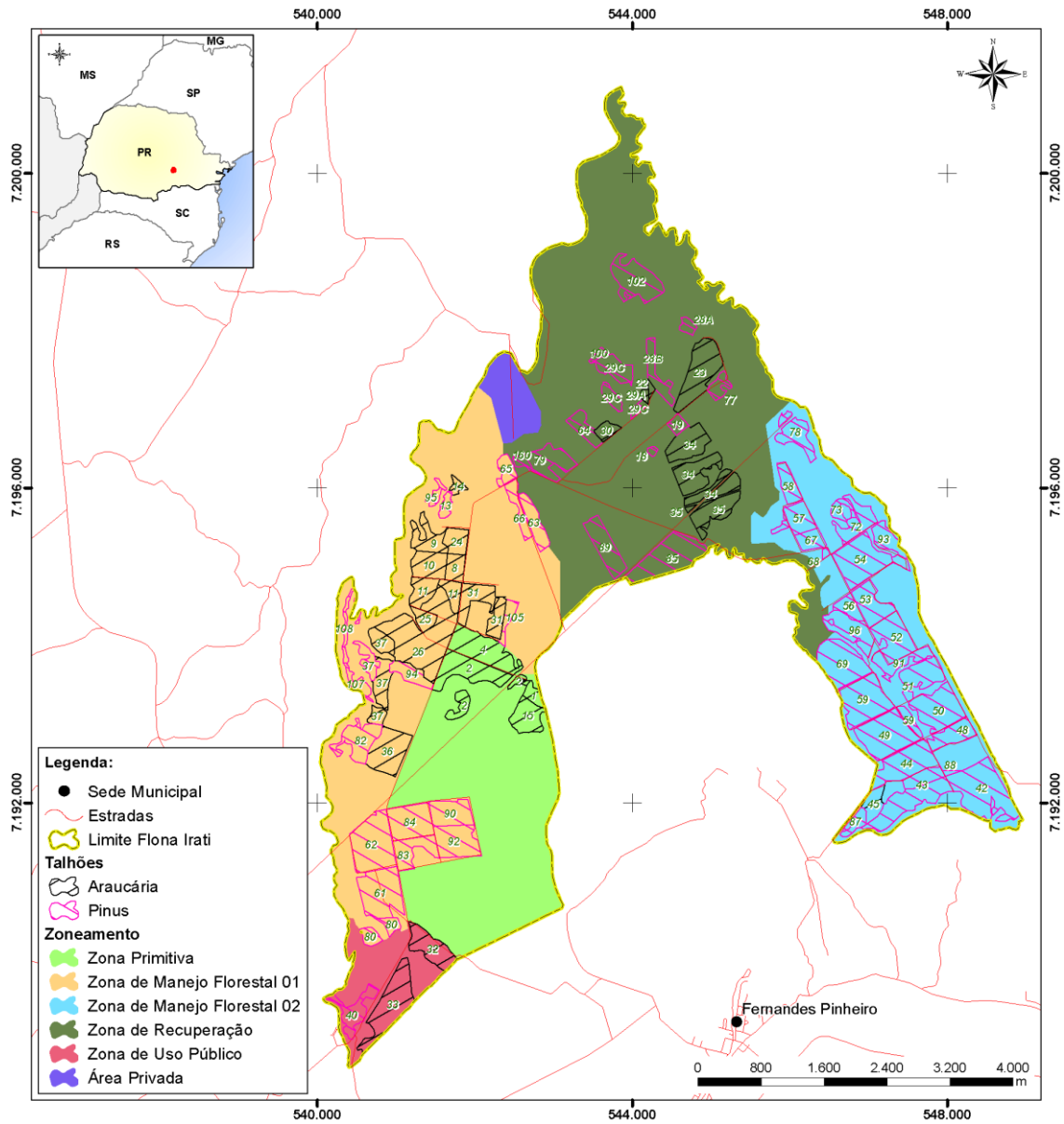
- ▣ Zona de Manejo – Área 1: contempla área de 949,63 ha e concentra-se na porção sudoeste e central da FNI, recoberta por plantios com pinus e araucárias, com fragmentos de florestas nativas;
- ▣ Zona de Manejo Florestal - Área 2: contempla área de 723,03 ha a leste da FNI, recoberta predominantemente por plantios com pinus com sub-bosque pouco denso.

Na Figura 5 é apresentado o zoneamento da FLONA de Irati e a localização dos talhões nas respectivas zonas de uso, enquanto na Tabela 1 são apresentadas as informações de áreas e número de talhões por espécie nas Zonas de Manejo Florestal 1 e 2.

Ao todo as ZMF 1 e 2 contam com 55 talhões com plantios florestais, sendo 12 com *Araucaria* e 43 com *Pinus* (principalmente com *Pinus elliottii*, 33, seguido por *Pinus taeda*, 10). Quanto às áreas de efetivo plantio nas Zonas 1 e 2, do total de 855,64 hectares, florestas plantadas com *Araucaria* somam 200,88 hectares (23,4%), com predominância de *Pinus elliottii* (532,73 hectares / 62,3%) e em menor escala o *Pinus taeda* (122,03 hectares / 14,3%).

Na Figura 6 e Figura 7 são apresentadas imagens dos plantios de *Araucaria* e *Pinus*, respectivamente, localizados na FLONA de Irati.

Figura 5
Zoneamento da FLONA de Irati e Localização dos Talhões



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

Tabela 1**Número de Talhões e Respectivas Áreas por Espécie nas Zonas de Manejo Florestal Sustentável**

ZONA	ÁREA (ha)	ESPÉCIE	Nº de TALHÕES	ÁREA (ha) EFETIVO PLANTIO	%
Zona de Manejo Florestal 01	949,63	<i>Araucaria angustifolia</i>	11	192,77	22,5
		<i>Pinus elliottii</i>	12	177,26	20,7
		<i>Pinus taeda</i>	6	48,35	5,7
		Subtotal	29	418,38	48,9
Zona de Manejo Florestal 02	723,03	<i>Araucaria angustifolia</i>	1	8,11	0,9
		<i>Pinus elliottii</i>	21	355,47	41,5
		<i>Pinus taeda</i>	4	73,68	8,9
		Subtotal	26	437,26	51,1
Total	1.672,65		55	855,64	100

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

Figura 6

Talhões de Pinus Localizados na FLONA de Irati



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

Figura 7
Talhões de Araucária Localizados na FLONA de Irati



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 Irati. A mesma detalha aspectos relacionados ao planejamento dos pontos amostrais, a coleta, compilação e processamento dos dados e informações coletadas.

3.1 Amostragem

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

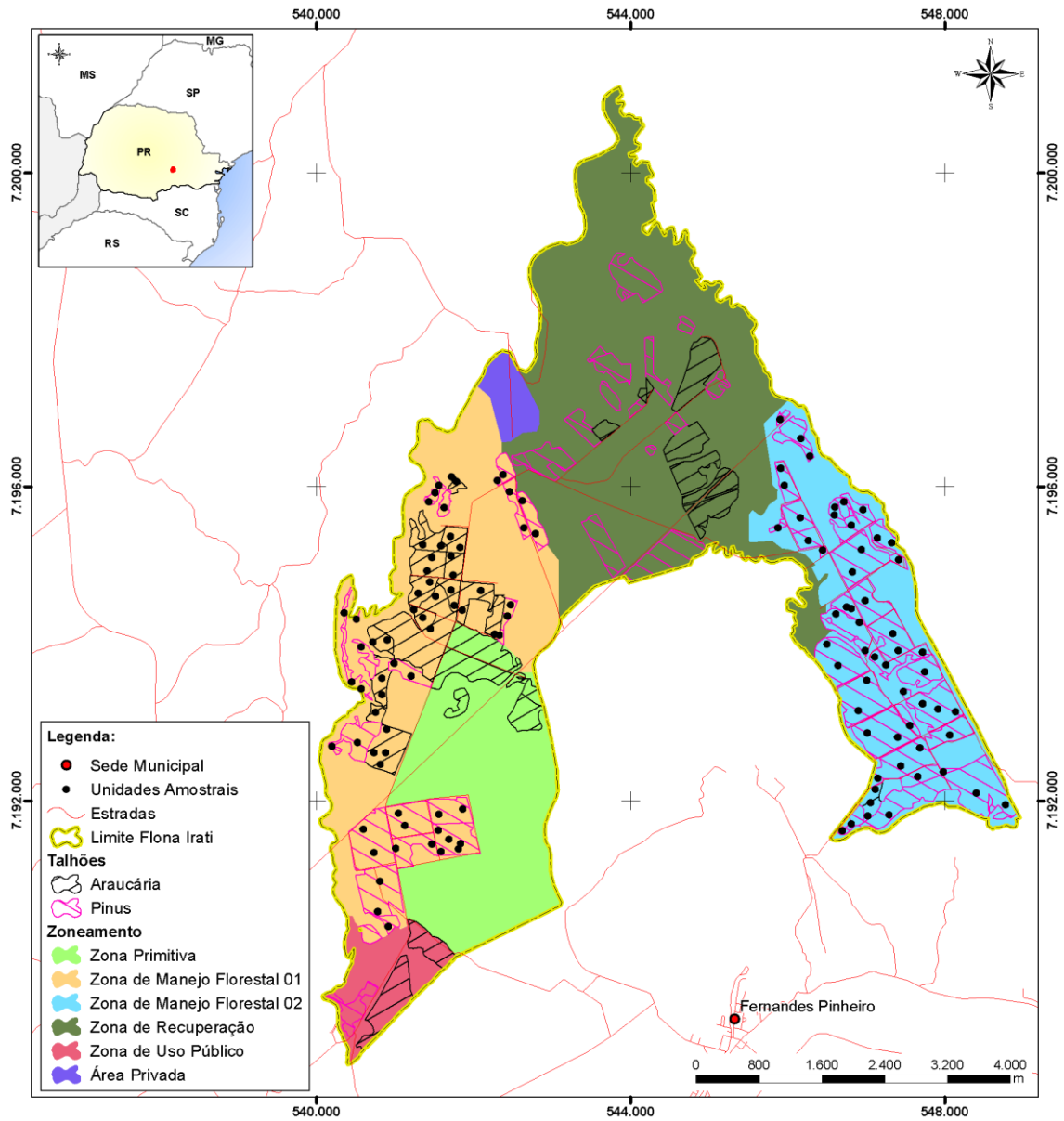
3.1.1 Processo de Amostragem

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

As unidades amostrais definidas foram distribuídas aleatoriamente em cada estrato por meio de grades de coordenadas UTM - Universal Transversa de Mercator¹, cujas localizações são apresentadas na Figura 8.

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

Figura 8
Localização das Unidades Amostrais



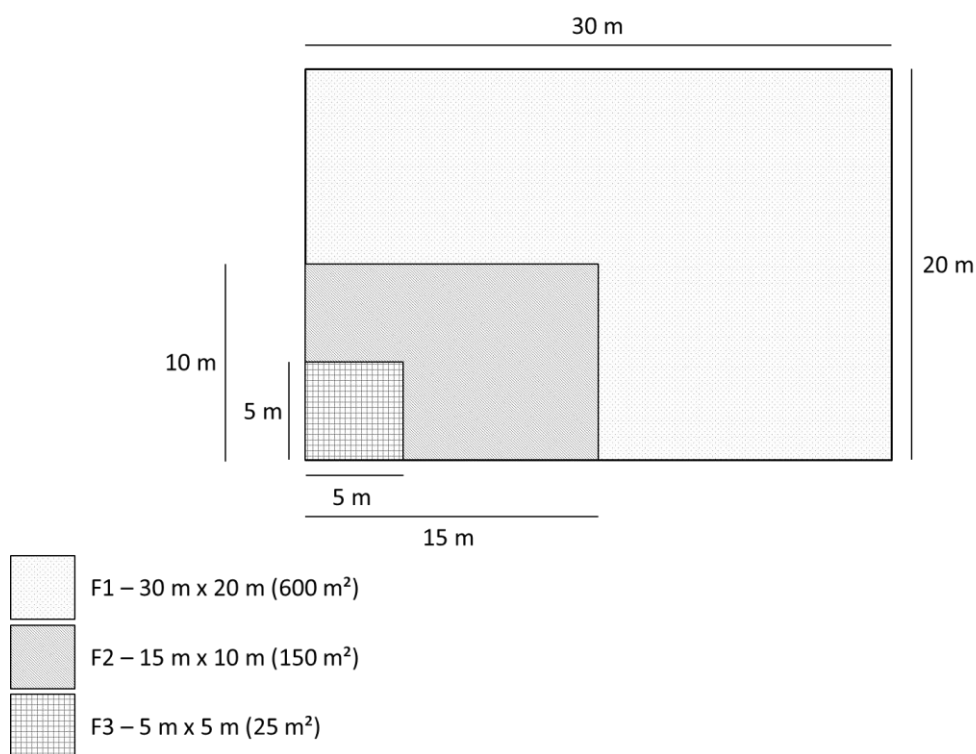
Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

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 9), considerando os diferentes objetivos e, conseqüentemente, os diferentes limites de inclusão considerados, conforme detalhado a seguir.

Figura 9
Formas e Dimensões das Unidades Amostrais



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

3.1.3 Critérios de Inclusão e Variáveis Coletadas

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

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 \geq 10 cm CAP \geq 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 \geq 10 cm* CAP \geq 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 \geq 0,3 m DAP < 10 cm	Regeneração estabelecida sob o plantio	Identificação botânica e contagem dos indivíduos Classe de altura Forma de Vida

* Limite de inclusão para samambaias de porte arborescente: Ht \geq 1,3 m. 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 \geq 10 cm CAP \geq 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 \geq 10 cm* CAP \geq 31,4 cm	Regeneração estabelecida sob o plantio	Identificação botânica de todas as árvores CAPs de todas as árvores

* Limite de inclusão para samambaias de porte arborescente: Ht \geq 1,3 m. 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 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)

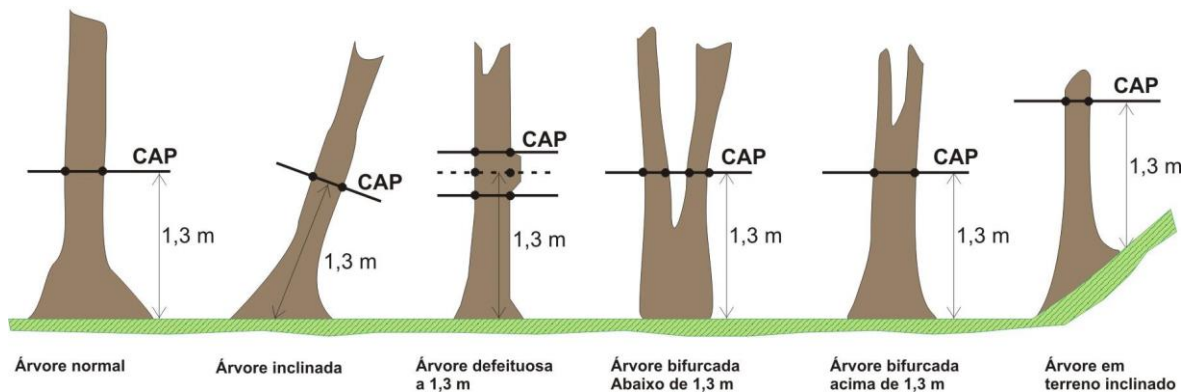
Foram mensurados (com uso de fita métrica) todos os CAPs (Circunferência à Altura do Peito) das árvores da unidade amostral que atendiam ao critério de inclusão. A medição foi realizada a 1,3 m de altura, em locais livres de defeitos e protuberâncias. Uma baliza foi usada para padronizar a altura de 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 10):

- 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 10
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

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

As alturas dos indivíduos que não tiveram suas alturas mensuradas foram estimadas com base em equações hipsométricas desenvolvidas e descritas em Figueiredo Filho et al. (2006), as quais são apresentadas na Tabela 7. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar a utilização das equações hipsométricas descritas, sendo consideradas as alturas medidas como parâmetro e as estimadas como tratamento. A análise comprovou não haver diferença estatística significativa, ao nível de 95% de probabilidade, entre as alturas mensuradas e estimadas.

Tabela 7
Equações Hipsométricas Utilizadas

ESPÉCIE	EQUAÇÃO	R ² _{aj.}	S _{yx} (%)	F
<i>Araucaria angustifolia</i>	$H_t = e^{3,3909 - 12,0173 \left(\frac{1}{DAP}\right)}$	0,57	12,3	56,28
<i>Pinus elliottii</i>	$H_t = 38,1765 - 137,368 \left(\frac{1}{DAP}\right)$	0,49	4,10	34,94
<i>Pinus taeda</i>	$H_t = e^{3,6644 - 7,4354 \left(\frac{1}{DAP}\right)}$	0,19	12,7	29,53

R²_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} (%) = erro padrão de estimativa; F = estatística F. Fonte: Figueiredo Filho et al. (2006).

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 (*Pinus*), foram utilizadas as equações de volume descritas em Figueiredo Filho et al. (2006). O volume de fuste das espécies folhosas foi estimado com uso da equação descrita em 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> *	$v(m^3) = e^{-9,91223+1,95656 \ln(DAP)+0,96159 \ln(Ht)}$	0,98	11,5
<i>Pinus taeda</i> *	$v(m^3) = e^{-10,23695+1,95164 \ln(DAP)+1,05506 \ln(Ht)}$	0,98	7,32
Folhosas (fuste)**	$v(m^3) = 0,0000596DAP^{2,14581}ht^{0,73378}$	-	-

* 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 FGV-STCP-MANESCO (2021).

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

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

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

3.2.4 Análise Estatística

O método de estratificação utilizado para agrupar os talhões em estratos foi a análise estatística multivariada de agrupamento (*Cluster*), o 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 (m³)

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 (m³), com um nível de probabilidade $\alpha = 0,05$. Na Análise foram calculadas as seguintes variáveis:

▣ Média por estrato (\bar{x}_h)

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

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

▣ Média estratificada (\bar{x}_{st})

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

▣ Variância por estrato (s_h^2)

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

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

▣ Variância estratificada (s_{st}^2)

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

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

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

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

■ Erro padrão ($s_{\bar{x}(st)}$)

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

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

■ Erro de amostragem (E%)

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

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

■ 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.

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

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

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

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

▣ Diversidade Florística

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.3 Estimativa dos Produtos Não Madeireiros

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

▣ Resina

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

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

- Número de árvores de *Pinus elliottii*
- Produção média por árvore: 4 kg/ano²

▣ Pinhão

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

- Número de árvores de Araucária

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.

- 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.

4. Resultados

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

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.

Os resultados estão estruturados da seguinte maneira:

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

4.1 Produtos Florestais Madeireiros (PFM)

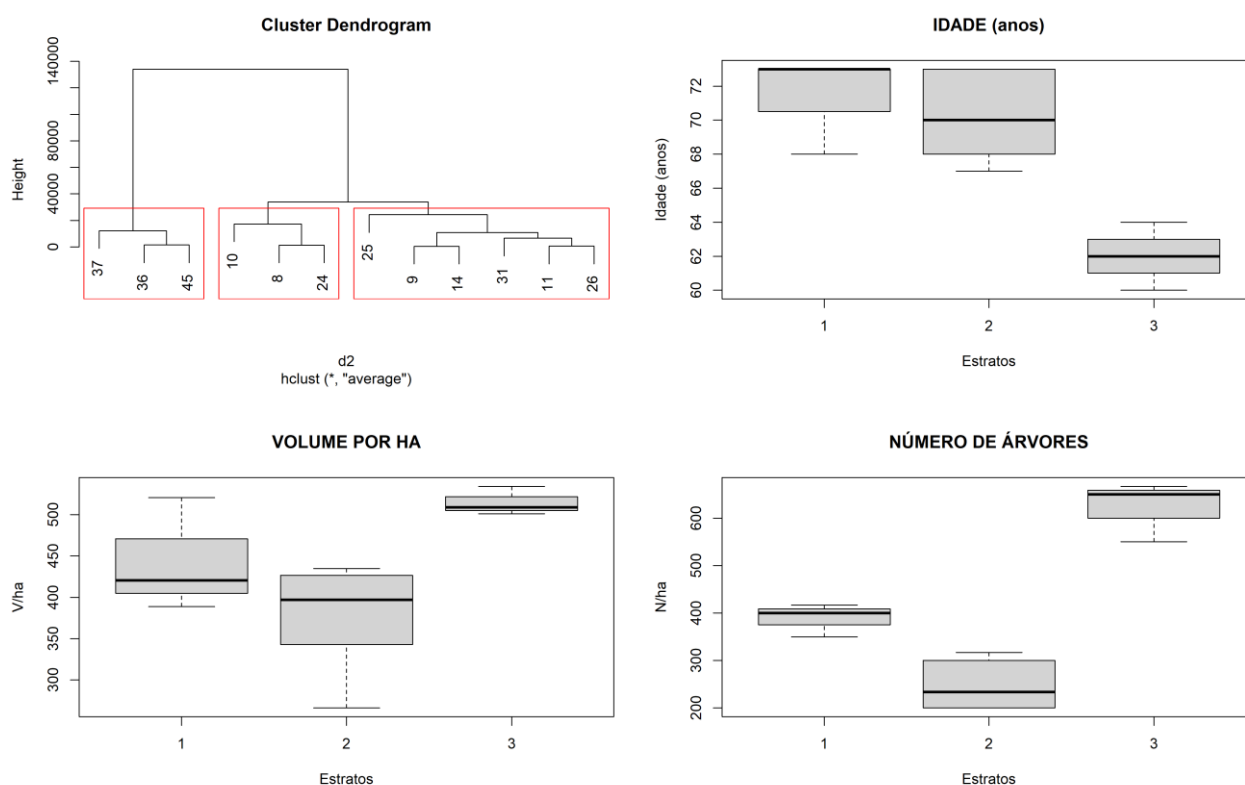
4.1.1 *Araucaria angustifolia*

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

Os talhões foram agrupados em estratos utilizando a análise estatística multivariada de agrupamento (*cluster analysis*), em função das variáveis: (i) idade do plantio (anos), (ii) volume ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) e (iii) densidade ($\text{N}.\text{ha}^{-1}$). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na Figura 11 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 11

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 12 talhões de Araucária foram agrupados em três estratos. O estrato 1 é composto por três talhões com idades variando de 68 a 73 anos, volume médio de 427,81 m³.ha⁻¹ e densidade média de 367 árvores.ha⁻¹; o estrato 2 é composto por seis talhões com idade variando de 67 a 73 anos, volume médio de 372,72 m³.ha⁻¹ e densidade média de 251 árvores.ha⁻¹; o estrato 3 é composto por três talhões com idade variando de 60 a 64 anos, volume médio de 502,94 m³.ha⁻¹ e densidade média de 604 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 e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Estratos de *Araucaria angustifolia*

ESTRATO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
1	31,15	392	31,0	20,7	35,50	451,79	20,90	5,2%	1,3%	2,6%	2,6%	4,5%	4,5%	79,1%
2	116,40	247	36,0	19,8	30,53	377,28	7,54	2,6%	2,6%	0,9%	-	4,7%	0,9%	88,3%
3	53,33	600	27,5	19,6	41,31	514,64	25,30	6,5%	1,3%	1,5%	1,1%	5,1%	1,5%	83,0%

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. Obs: o valor do somatório da porcentagem pode ultrapassar o valor de 100%, dados que as árvores podem possuir mais que um código de qualidade. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Tabela 11

Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Talhões de *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 (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	OUTRAS
8	1	73	7,89	417	27,5	19,6	31,41	393,94	48,87	7,0%	-	-	5,3%	7,0%	-	80,7%
9	2	73	12,51	200	42,9	21,9	32,75	426,69	6,97	4,0%	-	4,0%	-	8,0%	-	84,0%
10	1	73	14,21	350	34,2	21,7	39,78	525,45	2,39	4,4%	2,3%	8,9%	2,2%	2,2%	11,1%	68,8%
11	2	73	17,50	296	33,4	19,6	31,52	388,85	-	-	-	1,4%	-	4,2%	-	94,4%
14	2	72	2,78	225	43,0	20,6	35,37	437,20	10,56	12,9%	-	-	-	-	3,2%	83,9%
24	1	68	9,05	408	31,7	20,6	35,32	435,96	11,44	3,8%	2,0%	-	-	3,8%	3,8%	86,5%
25	2	68	5,92	192	35,9	19,5	21,90	265,93	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
26	2	68	55,70	317	34,5	20,4	33,27	404,84	-	-	-	-	-	2,6%	2,6%	94,7%
31	2	67	21,99	217	33,3	18,2	28,41	344,82	2,06	2,1%	15,4%	-	-	10,6%	-	71,8%
36	3	64	23,18	654	26,5	19,9	40,74	511,73	36,77	4,1%	0,6%	1,2%	2,4%	1,2%	1,8%	88,8%
37	3	62	22,04	530	29,1	19,3	40,68	504,20	20,64	7,0%	0,6%	2,3%	-	3,5%	1,7%	84,9%
45	3	60	8,11	644	26,9	19,6	43,11	535,94	23,86	9,0%	3,1%	0,8%	0,8%	12,0%	0,8%	73,6%

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)	11,78	29,03	110,23	39,92	61,41	46,11	48,56	29,43	75,30	451,79
	G (m ² .ha ⁻¹)	1,17	2,59	9,18	3,25	4,70	3,48	3,59	2,14	5,39	35,50
	N (arv.ha ⁻¹)	67	72	131	31	33	19	17	8	14	392
2	V (m ³ .ha ⁻¹)	6,04	10,67	32,18	31,48	62,90	66,95	67,50	43,53	56,04	377,28
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,68	1,05	2,78	2,71	5,15	5,37	5,24	3,33	4,22	30,53
	N (arv.ha ⁻¹)	38	28	40	24	36	31	24	13	12	247
3	V (m ³ .ha ⁻¹)	20,80	56,87	194,28	82,80	75,13	37,27	19,70	-	27,79	514,64
	G (m ² .ha ⁻¹)	2,02	5,03	15,63	6,50	5,84	2,84	1,48	-	1,98	41,31
	N (arv.ha ⁻¹)	113	139	218	60	42	17	7	-	6	600

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 ≤	
8	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	19,18	46,96	73,09	31,53	44,68	19,63	46,32	28,23	84,31	393,94
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,86	4,14	6,16	2,54	3,56	1,46	3,47	2,11	6,12	31,41
		N (arv.ha ⁻¹)	117	117	83	25	25	8	17	8	17	417
9	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	4,40	6,30	17,02	10,67	45,11	37,10	121,85	114,53	69,70	426,69
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,40	0,64	1,39	0,96	3,53	2,88	9,27	8,62	5,06	32,75
		N (arv.ha ⁻¹)	25	17	17	8	25	17	42	33	17	200
10	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	8,38	24,86	78,93	22,84	45,56	43,86	99,36	60,07	141,60	525,45
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,84	2,30	6,46	1,83	3,44	3,24	7,30	4,33	10,05	39,78
		N (arv.ha ⁻¹)	50	67	100	17	25	17	33	17	25	350
11	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	8,60	14,20	46,89	46,30	66,14	82,09	23,44	13,43	87,76	388,85
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,95	1,35	3,97	3,98	5,39	6,47	1,85	1,01	6,56	31,52

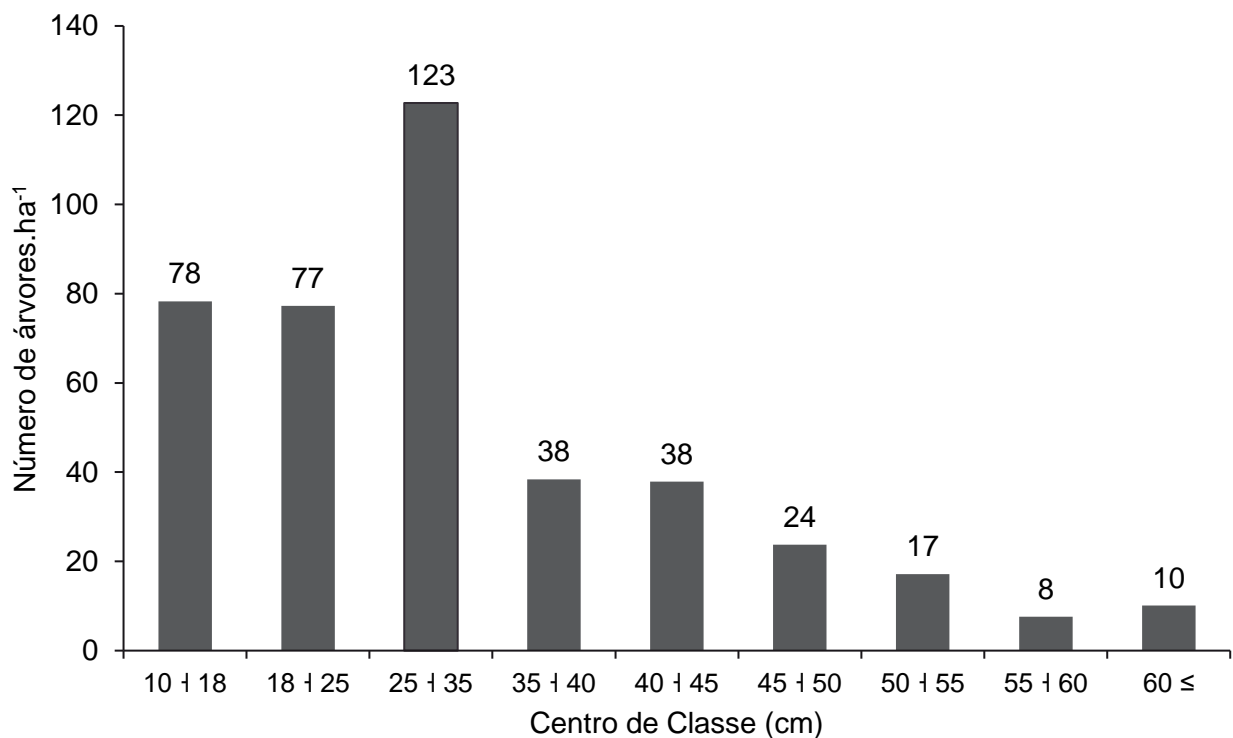
TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
		N (arv.ha ⁻¹)	63	38	54	38	38	38	8	4	17	296
14	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,73	7,95	13,95	45,48	43,83	68,95	110,72	79,32	65,28	437,20
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,21	0,84	1,29	3,92	3,45	5,79	8,58	6,17	5,13	35,37
		N (arv.ha ⁻¹)	8	25	17	33	25	33	42	25	17	225
24	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	7,79	15,28	178,68	65,39	93,98	74,83	-	-	-	435,96
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,82	1,32	14,94	5,38	7,11	5,76	-	-	-	35,32
		N (arv.ha ⁻¹)	33	33	208	50	50	33	-	-	-	408
25	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	4,37	13,08	15,60	-	105,76	55,00	46,00	26,13	-	265,93
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,53	1,35	1,44	-	8,83	4,25	3,50	2,00	-	21,90
		N (arv.ha ⁻¹)	25	33	25	-	58	25	17	8	-	192
26	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	4,75	11,22	73,27	66,24	57,63	109,36	22,32	25,42	34,63	404,84
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,50	1,02	6,41	5,52	4,60	8,82	1,74	1,98	2,69	33,27
		N (arv.ha ⁻¹)	33	25	100	50	33	50	8	8	8	317
31	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	8,56	8,70	18,51	14,06	58,10	45,02	105,62	36,14	50,10	344,82
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,06	0,88	1,61	1,30	4,94	3,73	8,32	2,78	3,79	28,41
		N (arv.ha ⁻¹)	44	22	22	11	33	22	39	11	11	217
36	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	26,40	65,66	212,62	45,37	107,94	40,20	13,54	-	-	511,73
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,53	5,54	17,16	3,55	8,14	2,87	0,95	-	-	40,74
		N (arv.ha ⁻¹)	142	150	250	33	58	17	4	-	-	654
37	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	14,20	49,32	180,29	74,20	53,80	29,26	36,44	-	66,69	504,20
		G (m ² .ha ⁻¹)	1,42	4,64	14,74	5,78	4,24	2,33	2,79	-	4,75	40,68
		N (arv.ha ⁻¹)	80	127	200	53	30	13	13	-	13	530
45	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	24,31	57,74	193,14	147,05	66,95	46,74	-	-	-	535,94
		G (m ² .ha ⁻¹)	2,32	5,01	15,06	11,63	5,44	3,65	-	-	-	43,11
		N (arv.ha ⁻¹)	128	144	206	106	39	22	-	-	-	644

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 12 é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Araucaria angustifolia* por classe de diâmetro. Observa-se uma distribuição diamétrica unimodal, com maior frequência dos indivíduos na classe de 25 + 35 de diâmetro.

Figura 12

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 425,30 m³.ha⁻¹, o que representa 85.434,26 m³ em 200,88 ha de plantio da espécie (Tabela 14). O erro de amostragem corresponde a 8,92%, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

Tabela 14
Análise Estatística para *Araucaria angustifolia*

ESTIMADOR	E1	E2	E3	UNIDADE
Área	31,15	116,40	53,33	ha
Média por estrato	451,79	377,28	514,64	m ³ .ha ⁻¹
Média estratificada		425,30		m ³ .ha ⁻¹
Variância por estrato		39,68		(m ³ .600m ² ⁻¹) ²
Variância estratificada		40,36		(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; (33-1))		2,04		-
Erro de amostragem absoluto		2,28		m ³ .600m ² ⁻¹
Erro de amostragem relativo		8,92		%
Intervalo de confiança para a média	387,37	425,30	463,23	m ³ .ha ⁻¹
Total por estrato	13.248,10	49.504,92	22.681,25	m ³ .una ⁻¹
Total da população		85.434,26		m ³ . 200,88 ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	77.814,20	85.434,26	93.054,33	m ³ . 200,88 ha ⁻¹

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

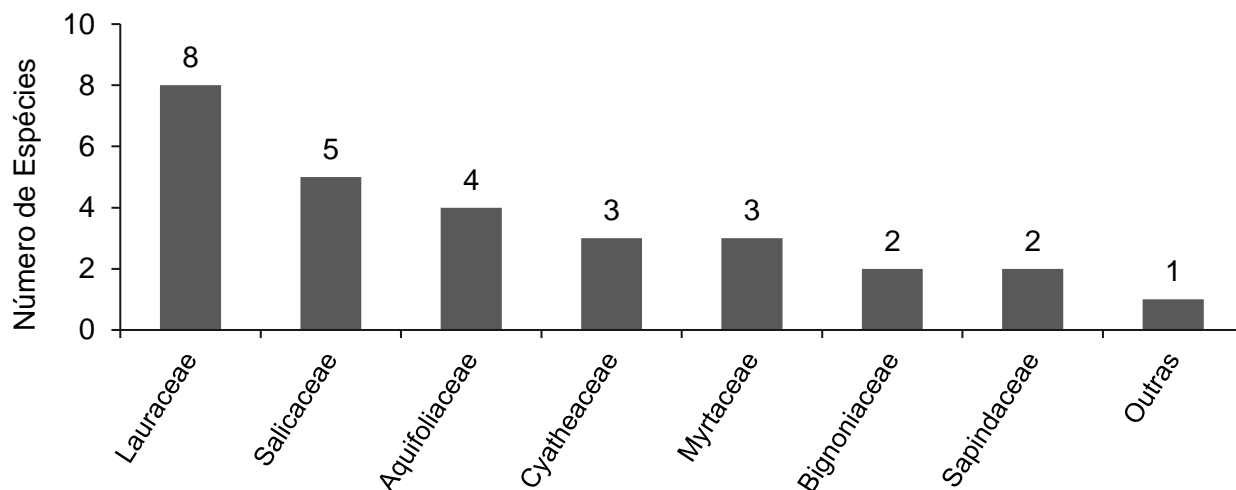
4.1.1.3 Análise Fitossociológica (Nível F2)

Foram encontradas 46 espécies localizadas na regeneração natural estabelecida sob os talhões *Araucaria angustifolia*, distribuídas em 25 famílias botânicas (Figura 13). As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Lauraceae e Salicaceae (8 e 5 espécies respectivamente), seguidas por Aquifoliaceae (4 espécies), Cyatheaceae e Myrtaceae (3 espécies), Bignoniaceae e Sapindaceae (2 espécies). As demais famílias apresentaram uma espécie cada.

Na Figura 14 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 ($\leq 20,0$ cm).

Figura 13

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

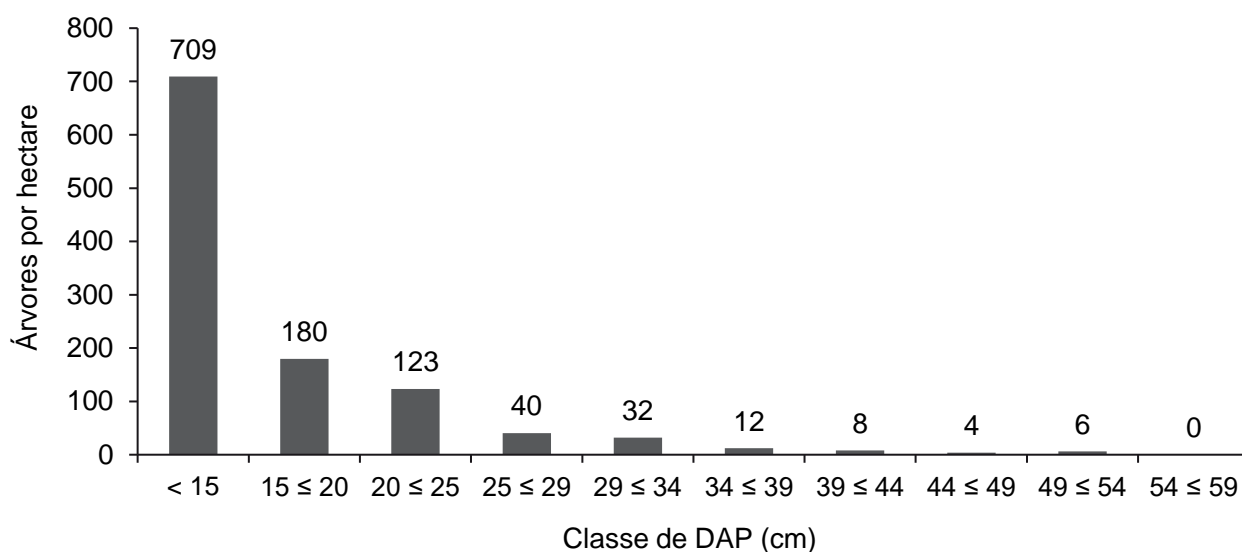


Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Os indivíduos amostrados apresentaram distribuição diamétrica em “J-invertido”, característica de florestas nativas (Figura 14).

Figura 14

Distribuição dos 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* (36,41%) e *Dicksonia sellowiana* (25,72%). Em relação à dominância destacam-se e *Dicksonia sellowiana* (49,83%) e *Alsophila setosa* (15,12%) (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%
22	<i>Dicksonia sellowiana</i>	287	25,72	12,47	49,83	67	12,87	37,78	29,47
21	<i>Alsophila setosa</i>	406	36,41	3,78	15,12	64	12,28	25,77	21,27
18	<i>Ilex paraguariensis</i>	79	7,07	1,23	4,92	55	10,53	5,99	7,50
9	<i>Curitiba prismatica</i>	44	3,99	0,50	2,00	27	5,26	3,00	3,75
9	<i>Casearia obliqua</i>	36	3,26	0,49	1,96	27	5,26	2,61	3,49
6	<i>Parapiptadenia rigida</i>	26	2,36	0,65	2,60	18	3,51	2,48	2,82
5	<i>Cyathea phalerata</i>	22	1,99	0,53	2,11	15	2,92	2,05	2,34
5	<i>Hovenia dulcis</i>	16	1,45	0,57	2,27	15	2,92	1,86	2,21
5	<i>Cinnamomum amoenum</i>	16	1,45	0,37	1,46	15	2,92	1,45	1,94
4	<i>Matayba elaeagnoides</i>	8	0,72	0,51	2,05	12	2,34	1,39	1,70
5	<i>Ilex brevicuspis</i>	12	1,09	0,20	0,81	15	2,92	0,95	1,61
4	<i>Allophylus edulis</i>	12	1,09	0,15	0,62	12	2,34	0,85	1,35
4	<i>Clethra scabra</i>	12	1,09	0,14	0,57	12	2,34	0,83	1,33
4	<i>Casearia sylvestris</i>	10	0,91	0,14	0,58	12	2,34	0,74	1,27
4	<i>Casearia decandra</i>	10	0,91	0,12	0,50	12	2,34	0,70	1,25
3	<i>Nectandra megapotamica</i>	8	0,72	0,24	0,98	9	1,75	0,85	1,15
2	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	8	0,72	0,39	1,55	6	1,17	1,14	1,15
3	<i>Ilex theizans</i>	10	0,91	0,07	0,30	9	1,75	0,60	0,99
2	<i>Ocotea porosa</i>	6	0,54	0,24	0,95	6	1,17	0,75	0,89
2	<i>Ocotea puberula</i>	6	0,54	0,22	0,90	6	1,17	0,72	0,87
3	<i>Cinnamodendron dinisii</i>	6	0,54	0,06	0,26	9	1,75	0,40	0,85
2	<i>Cedrella fissilis</i>	4	0,36	0,18	0,72	6	1,17	0,54	0,75
2	<i>Não identificada</i>	4	0,36	0,17	0,70	6	1,17	0,53	0,74
2	<i>Cordyline spectabilis</i>	8	0,72	0,08	0,32	6	1,17	0,52	0,74
2	<i>Nectandra grandiflora</i>	4	0,36	0,12	0,47	6	1,17	0,42	0,67
2	<i>Jacaranda puberula</i>	4	0,36	0,11	0,45	6	1,17	0,40	0,66
1	<i>Ocotea diospyrifolia</i>	2	0,18	0,24	0,97	3	0,58	0,57	0,58
2	<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	4	0,36	0,04	0,15	6	1,17	0,25	0,56
1	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	2	0,18	0,16	0,64	3	0,58	0,41	0,47
1	<i>Psychotria vellosiana</i>	2	0,18	0,12	0,46	3	0,58	0,32	0,41
1	<i>Picramnia parvifolia</i>	4	0,36	0,06	0,26	3	0,58	0,31	0,40
1	<i>Araucaria angustifolia</i>	4	0,36	0,06	0,24	3	0,58	0,30	0,40
1	<i>Prunus myrtifolia</i>	4	0,36	0,04	0,17	3	0,58	0,27	0,37

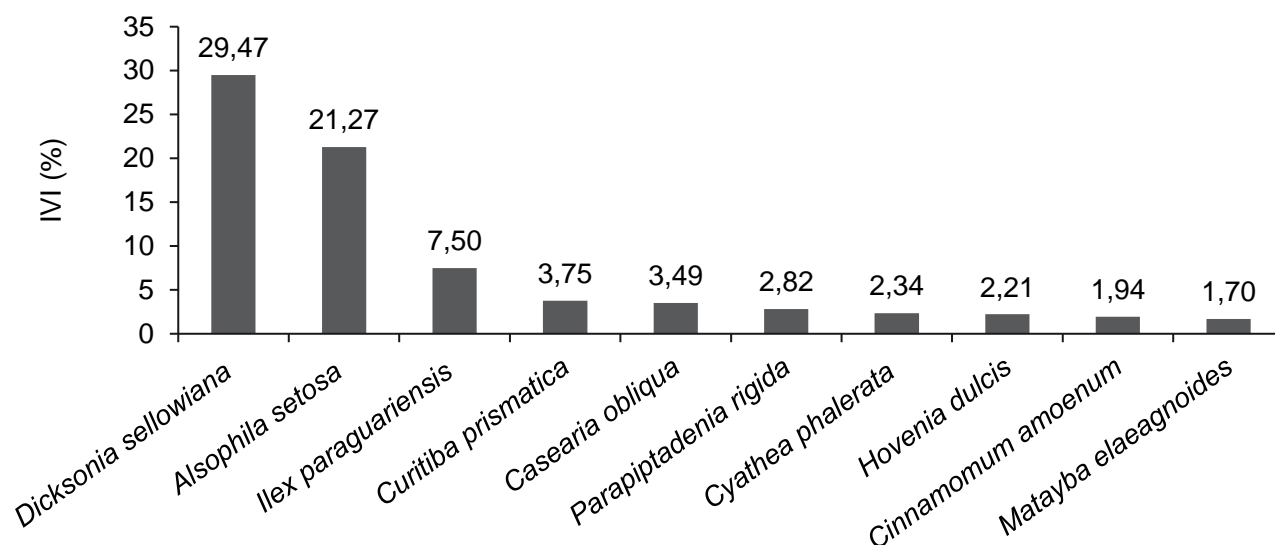
UAs	ESPÉCIE	DA	DR(%)	DoA	DoR(%)	FA	FR(%)	IVC%	IVI%
1	<i>Piptocarpha axillaris</i>	2	0,18	0,09	0,35	3	0,58	0,26	0,37
1	<i>Casearia lasiophylla .cf</i>	2	0,18	0,08	0,30	3	0,58	0,24	0,36
1	<i>Cyathea corcovadensis</i>	2	0,18	0,07	0,28	3	0,58	0,23	0,35
1	<i>Handroanthus sp.</i>	2	0,18	0,05	0,22	3	0,58	0,20	0,33
1	<i>Drimys brasiliensis</i>	2	0,18	0,04	0,16	3	0,58	0,17	0,31
1	<i>Laplacea fruticosa</i>	2	0,18	0,03	0,14	3	0,58	0,16	0,30
1	<i>Casearia sp.</i>	2	0,18	0,03	0,13	3	0,58	0,16	0,30
1	<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	2	0,18	0,03	0,13	3	0,58	0,15	0,30
1	<i>Styrax leprosus</i>	2	0,18	0,03	0,12	3	0,58	0,15	0,29
1	<i>Nectandra lanceolata</i>	2	0,18	0,02	0,09	3	0,58	0,14	0,29
1	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	0,18	0,02	0,08	3	0,58	0,13	0,28
1	<i>Eugenia uniflora</i>	2	0,18	0,02	0,08	3	0,58	0,13	0,28
1	<i>Ilex dumosa</i>	2	0,18	0,02	0,07	3	0,58	0,12	0,28
TOTAL		1.115	100	24,98	100	516	100	100	100

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=29,47%), *Alsophila setosa* (IVI=21,27%) e *Ilex paraguariensis* (IVI=7,50%), responsáveis por 58,25% da estrutura horizontal arbórea (Tabela 15). Na Figura 15 estão representadas as 10 principais espécies segundo o índice valor de importância (IVI%), as quais representam 76,52% da estrutura horizontal do levantamento.

Figura 15

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 2,282 nats.indivíduo⁻¹. O índice de Pielou observado foi de 0,596, o que indica que há 59,6% 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')
2,282	0,596

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, 25,02 m².ha⁻¹ e 112,77 m³.ha⁻¹. A densidade média de indivíduos é de 1.115 ind.ha⁻¹.

Tabela 17

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

ESPÉCIE	DAP (cm)	n	g (m ² /0,49ha)	G (m ² .ha ⁻¹)	N	v (m ³ /0,49ha)	V (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Dicksonia sellowiana</i>	22,2	142	6,17	12,47	287	19,01	38,40
<i>Alsophila setosa</i>	10,7	201	1,87	3,78	406	5,30	10,71
<i>Ilex paraguariensis</i>	13,5	39	0,61	1,23	79	4,32	8,73
<i>Hovenia dulcis</i>	19,7	8	0,28	0,57	16	2,63	5,32
<i>Parapiptadenia rigida</i>	16,5	13	0,32	0,65	26	2,56	5,16
<i>Matayba elaeagnoides</i>	22,7	4	0,25	0,51	8	2,29	4,63
<i>Casearia obliqua</i>	12,8	18	0,24	0,49	36	1,70	3,43
<i>Curitiba prismatica</i>	11,8	22	0,25	0,50	44	1,51	3,05
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	24,1	4	0,19	0,39	8	1,38	2,79
<i>Cinnamomum amoenum</i>	16,3	8	0,18	0,37	16	1,33	2,69
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	39	1	0,12	0,24	2	1,14	2,30
<i>Nectandra megapotamica</i>	18	4	0,12	0,24	8	1,07	2,17
<i>Ocotea porosa</i>	20,6	3	0,12	0,24	6	0,98	1,98
<i>Ocotea puberula</i>	21,3	3	0,11	0,22	6	0,88	1,78
Não identificada	22,1	2	0,09	0,17	4	0,77	1,56
<i>Ilex brevicuspis</i>	13,8	6	0,10	0,20	12	0,75	1,51
<i>Cedrella fissilis</i>	23,8	2	0,09	0,18	4	0,74	1,49
<i>Cyathea phalerata</i>	17	11	0,26	0,53	22	0,66	1,33
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	31,7	1	0,08	0,16	2	0,59	1,20
<i>Araucaria angustifolia</i>	13,7	2	0,03	0,06	4	0,55	1,12
<i>Psychotria vellosiana</i>	27	1	0,06	0,12	2	0,47	0,95
<i>Jacaranda puberula</i>	18,2	2	0,06	0,11	4	0,46	0,93
<i>Clethra scabra</i>	12,1	6	0,07	0,14	12	0,46	0,92
<i>Allophylus edulis</i>	12,6	6	0,08	0,15	12	0,45	0,91
<i>Casearia decandra</i>	12,3	5	0,06	0,12	10	0,41	0,82
<i>Casearia sylvestris</i>	13,1	5	0,07	0,14	10	0,39	0,78
<i>Nectandra grandiflora</i>	18,5	2	0,06	0,12	4	0,36	0,72
<i>Piptocarpha axillaris</i>	23,4	1	0,04	0,09	2	0,34	0,70
<i>Casearia lasiophylla .cf</i>	21,8	1	0,04	0,08	2	0,31	0,63
<i>Picramnia parvifolia</i>	14,1	2	0,03	0,06	4	0,25	0,50
<i>Ilex theizans</i>	9,3	5	0,04	0,07	10	0,22	0,44
<i>Cinnamodendron dinisii</i>	11,5	3	0,03	0,06	6	0,20	0,41
<i>Handroanthus sp.</i>	18,5	1	0,03	0,05	2	0,20	0,40
<i>Drimys brasiliensis</i>	15,9	1	0,02	0,04	2	0,14	0,29
<i>Cordyline spectabilis</i>	11,2	4	0,04	0,08	8	0,13	0,27
<i>Laplacea fruticosa</i>	14,6	1	0,02	0,03	2	0,13	0,26
<i>Prunus myrtifolia</i>	11,6	2	0,02	0,04	4	0,13	0,26
<i>Casearia sp.</i>	14,5	1	0,02	0,03	2	0,10	0,21
<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	14,1	1	0,02	0,03	2	0,09	0,18

ESPÉCIE	DAP (cm)	n	g (m ² /0,49ha)	G (m ² .ha ⁻¹)	N	v (m ³ /0,49ha)	V (m ³ .ha ⁻¹)
<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	10,7	2	0,02	0,04	4	0,09	0,18
<i>Styrax leprosus</i>	13,5	1	0,01	0,03	2	0,08	0,16
<i>Nectandra lanceolata</i>	12,2	1	0,01	0,02	2	0,07	0,15
<i>Cyathea corcovadensis</i>	21,2	1	0,04	0,07	2	0,06	0,13
<i>Eugenia uniflora</i>	11,1	1	0,01	0,02	2	0,04	0,09
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	11,5	1	0,01	0,02	2	0,04	0,08
<i>Ilex dumosa</i>	10,4	1	0,01	0,02	2	0,04	0,08
Soma			12,39	25,02	1.115	55,82	112,78

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

4.1.1 Regeneração Natural (Nível F3)

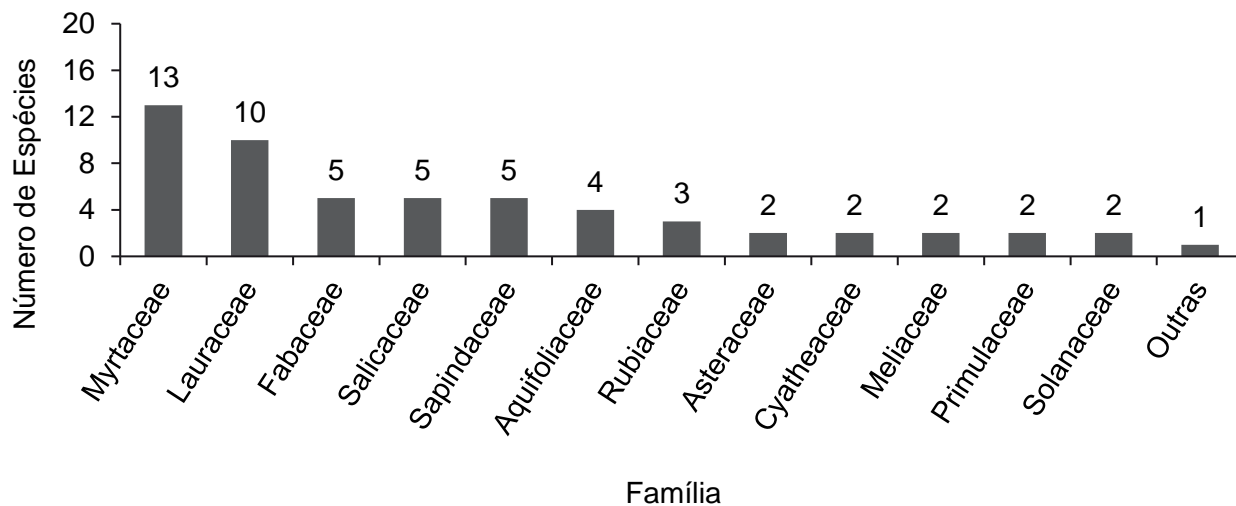
No levantamento da regeneração natural (nível F3) estabelecida sob os plantios de *Araucaria angustifolia* foram encontradas 77 espécies, pertencentes a 34 famílias botânicas. As famílias que apresentaram o maior número de espécies foram Myrtaceae e Lauraceae (13 e 10 espécies cada respectivamente), seguidas por Fabaceae, Salicaceae e Sapindaceae (5 espécies cada), Aquifoliaceae (4 espécies), Rubiaceae (3 espécies), Asteraceae, Cyatheaceae, Meliaceae, Primulaceae e Solanaceae (2 espécies cada). As demais famílias apresentaram uma espécie cada (Figura 16).

A densidade média de indivíduos regenerantes (DAP < 10 cm) é de 7.830 ind.ha⁻¹, sendo as espécies mais abundantes *Mollinedia clavigera*, *Matayba elaeagnoides*, *Nectandra megapotamica*, *Curitiba prismatica*, *Ilex paraguariensis*, *Alsophila setosa*, *Eugenia uniflora*, *Allophylus petiolulatus*, *Cordyline spectabilis* e *Casearia decandra* cujas respectivas densidades estão apresentadas na Figura 17.

Na Figura 18 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 16

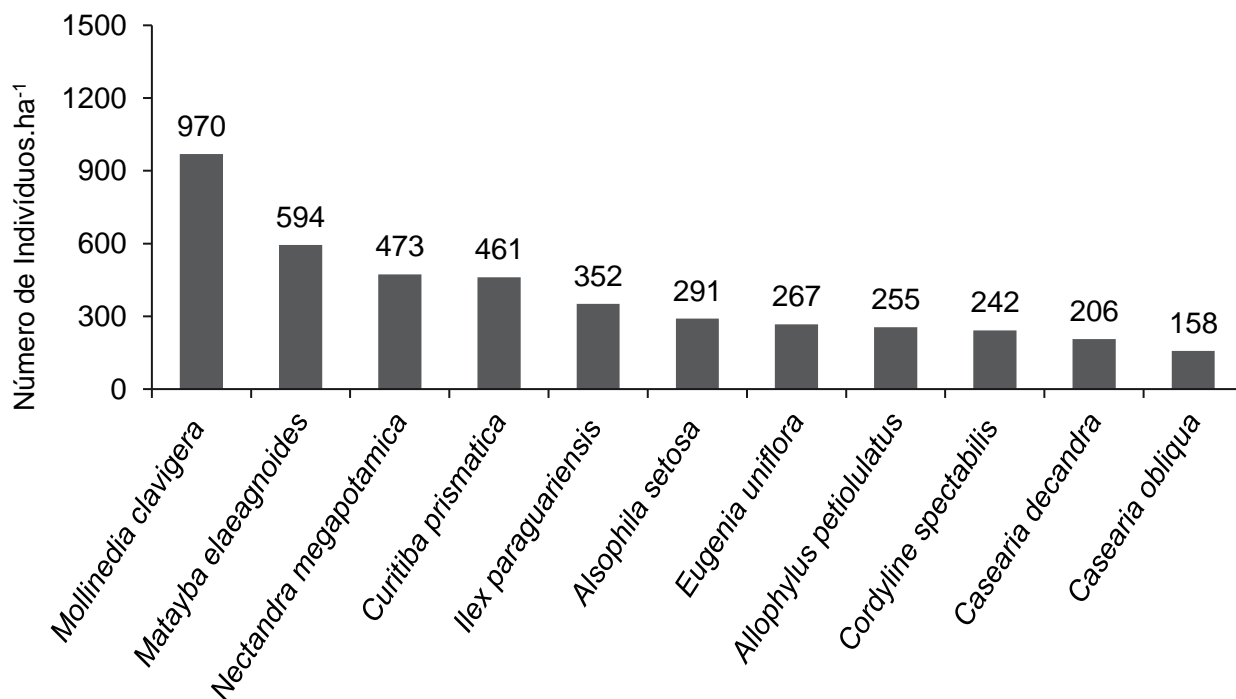
Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Araucaria angustifolia* (Nível F3)



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

Figura 17

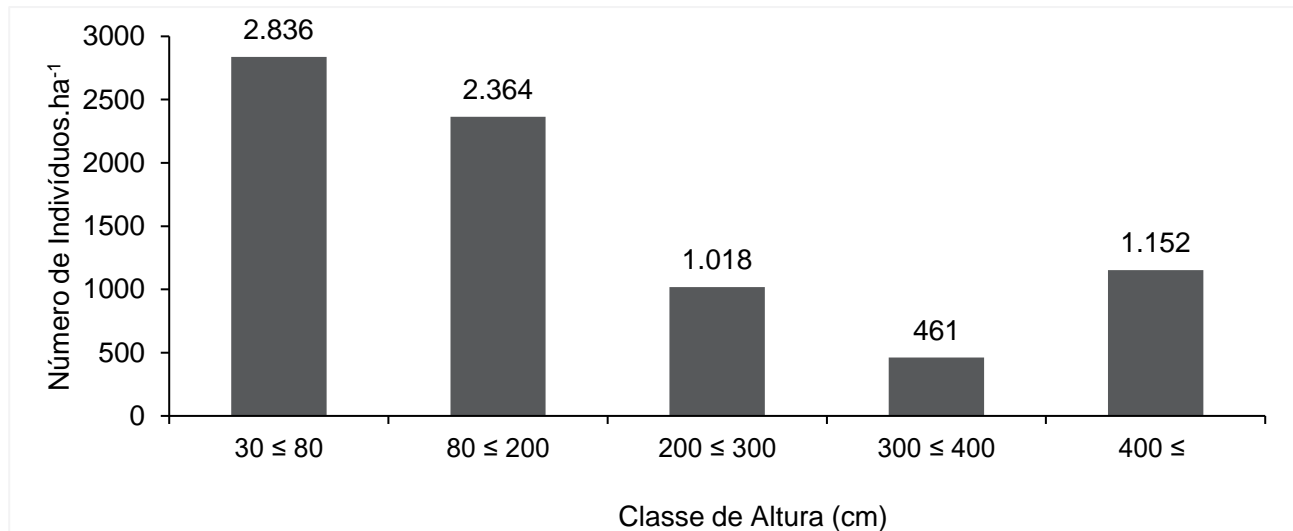
Densidade de Regenerantes Estabelecidos sob os Talhões de *Araucaria angustifolia*



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

Figura 18

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

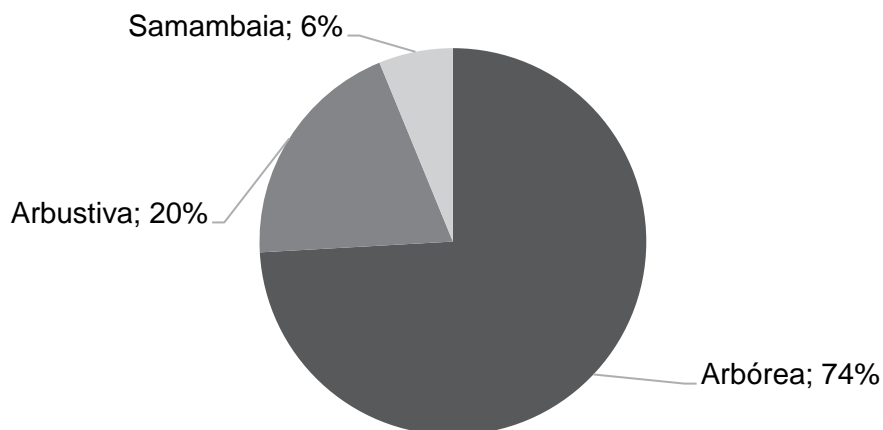


Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

Na Figura 19 é apresentada a proporção de indivíduos por forma de vida, com predominância de indivíduos Arbóreos (74,0%), Arbustivos (20,0%) Samambaias (6,0%).

Figura 19

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).

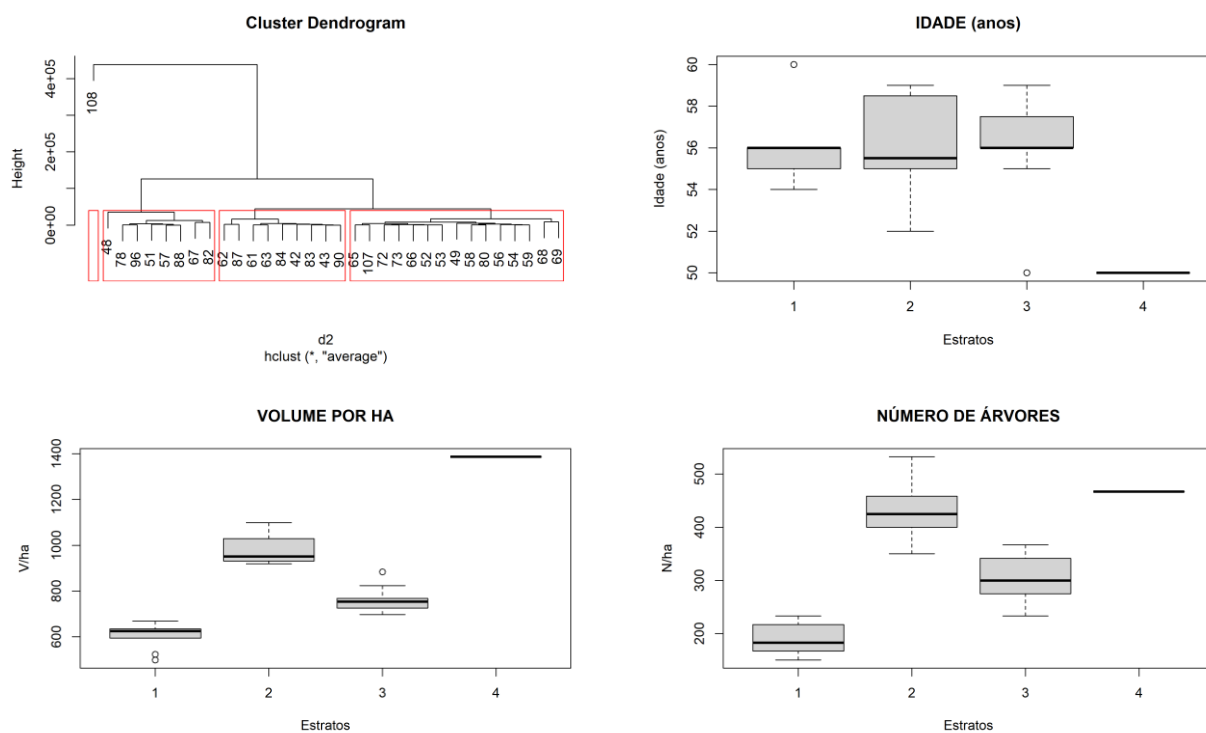
4.1.2 *Pinus elliottii*

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 ($m^3 \cdot ha^{-1}$) e (iii) densidade ($N \cdot ha^{-1}$). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na Figura 20 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 20

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 33 talhões de *Pinus elliottii* foram agrupados em quatro estratos. O estrato 1 é composto por 9 talhões com idades que variaram de 54 a 60 anos, apresenta volume médio de 603,56 m³.ha⁻¹ e densidade média de 187 árvores.ha⁻¹. O estrato 2 é composto por oito talhões com idades que variam de 52 a 59 anos, apresenta volume médio de 963,72m³.ha⁻¹ e densidade média de 426 árvores.ha⁻¹. O estrato 3 é composto por quinze talhões com idade variando de 50 a 59 anos e apresenta volume de 756,39 m³.ha⁻¹ e densidade média de 297 árvores.ha⁻¹ e o estrato 4 é composto por um talhão de 50 anos de idade, o volume médio de 1.387,22 m³.ha⁻¹ e densidade média de 458 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 e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Estratos de *Pinus elliotii*

ESTRATO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	207,64	187	52,2	30,5	41,55	603,56	14,93	1,0%	-	7,4%	0,5%	12,7%	-	-	78,4%
2	100,05	426	42,7	30,3	63,80	963,72	47,18	10,7%	0,5%	17,2%	1,6%	40,6%	0,5%	1,2%	27,4%
3	220,49	297	45,9	30,3	51,17	756,39	43,12	8,6%	0,5%	7,0%	0,7%	34,2%	1,8%	1,1%	45,8%
4	4,54	458	48,2	28,3	92,62	1.387,22	11,25	1,8%	1,8%	21,1%	7,0%	47,4%	-	-	19,2%

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

Tabela 19

Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos por Talhão para *Pinus elliotii*

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 (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
42	1	60	39,98	167	59,4	30,4	46,82	668,67	-	-	-	-	-	5,0%	-	-	95,0%
43	1	60	34,86	183	53,1	31,6	41,77	630,29	-	-	-	-	-	22,7%	-	-	77,3%
48	2	59	12,59	533	42,3	29,1	76,37	1.098,13	-	-	-	12,5%	-	31,3%	-	-	56,3%
49	3	59	30,15	275	50,4	30,4	56,46	824,00	33,24	2,9%	-	-	-	8,8%	2,9%	-	85,3%
51	2	59	16,18	383	44,4	31,4	61,15	918,98	33,76	4,2%	-	8,3%	-	33,3%	-	-	54,2%
52	3	58	21,25	325	43,3	30,8	49,16	755,62	-	-	-	7,7%	-	59,0%	-	-	33,3%
53	3	58	16,12	333	43,0	30,4	49,95	739,76	94,11	13,0%	-	17,4%	4,3%	34,8%	4,3%	17,4%	8,7%
54	3	57	29,01	267	48,9	30,0	51,30	769,10	-	-	-	9,4%	-	43,8%	3,1%	-	43,8%
56	3	58	7,26	292	47,8	30,2	53,69	768,13	-	-	-	5,7%	-	28,6%	5,7%	-	60,0%
57	2	58	13,46	408	43,5	29,6	64,85	953,10	74,08	16,7%	1,7%	15,0%	-	28,3%	-	1,7%	34,9%
58	3	55	9,21	233	50,5	31,9	47,92	767,19	59,51	12,5%	-	12,5%	-	62,5%	3,1%	-	9,4%
59	3	57	32,76	261	50,1	29,6	52,60	754,16	36,75	6,0%	-	2,0%	-	20,0%	-	-	72,0%
61	1	56	28,88	217	46,5	29,1	41,13	601,97	22,57	3,7%	-	3,7%	-	14,8%	-	-	77,8%
62	1	56	33,67	150	51,6	33,6	31,72	498,38	-	-	-	16,7%	-	5,6%	-	-	77,8%

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 (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
63	1	56	10,89	233	46,3	31,1	40,29	594,93	-	-	-	17,9%	3,6%	39,3%	-	-	39,3%
65	3	56	6,59	275	47,1	30,8	49,52	721,06	-	-	-	12,1%	-	27,3%	-	-	60,6%
66	3	56	8,22	317	44,2	29,8	50,75	727,42	78,37	13,6%	-	6,8%	-	34,1%	11,4%	4,5%	29,5%
67	2	56	7,50	433	43,7	32,3	67,19	1.037,04	40,33	7,1%	-	10,7%	-	28,6%	-	3,6%	50,0%
68	3	56	0,97	367	42,1	31,5	52,17	793,14	34,03	8,3%	-	8,3%	4,2%	20,8%	-	-	58,3%
69	3	56	27,65	350	45,4	30,3	58,94	883,90	88,61	6,7%	-	11,1%	-	24,4%	2,2%	-	55,6%
72	3	56	13,54	325	43,0	29,0	51,56	724,54	45,45	10,9%	4,5%	8,7%	-	37,0%	-	-	34,4%
73	3	56	4,46	339	41,0	30,0	47,68	706,58	139,37	20,5%	1,3%	-	-	46,2%	-	-	32,0%
78	2	55	14,02	444	40,5	30,8	59,86	942,01	111,76	10,1%	-	22,5%	4,5%	60,7%	2,2%	-	-
80	3	55	8,27	233	53,5	29,5	53,82	743,38	174,98	17,6%	-	-	-	17,6%	-	-	64,7%
82	2	55	17,48	342	47,3	31,1	64,83	1.020,53	43,01	6,7%	2,3%	20,0%	6,7%	68,9%	-	8,9%	-
83	1	55	14,28	158	57,8	32,0	42,15	625,45	-	-	-	15,8%	-	-	-	-	84,2%
84	1	55	22,94	217	51,5	30,1	45,84	654,26	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0%
87	1	55	5,68	183	50,3	29,2	37,38	524,01	25,88	4,3%	-	13,0%	-	13,0%	-	-	69,6%
88	2	55	0,91	417	43,2	31,5	62,40	950,19	34,72	7,4%	-	14,8%	-	29,6%	-	-	48,1%
90	1	54	16,46	175	57,4	28,7	46,83	634,04	-	-	-	-	-	4,8%	-	-	95,2%
96	2	52	17,90	467	40,5	29,2	63,29	919,73	117,43	17,6%	-	20,6%	-	30,4%	-	-	31,4%
107	3	50	5,03	275	44,5	33,2	44,29	697,41	22,85	8,3%	-	13,9%	5,6%	27,8%	-	-	44,4%
108	4	50	4,54	458	48,2	28,3	92,62	1.387,22	18,26	1,8%	1,8%	21,1%	7,0%	47,4%	-	-	19,2%

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 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)	0,79	-	4,05	10,63	38,78	97,11	134,57	133,14	184,48	603,56
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,09	-	0,30	0,73	2,67	6,84	9,36	9,13	12,44	41,55
	N (arv.ha ⁻¹)	5	-	4	6	19	38	44	35	37	187
2	V (m ³ .ha ⁻¹)	0,95	2,97	89,32	126,76	225,52	238,46	153,32	62,92	63,50	963,72
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,07	0,24	5,79	8,39	14,75	15,70	10,19	4,27	4,40	63,80
	N (arv.ha ⁻¹)	3	4	73	74	103	90	48	17	12	426
3	V (m ³ .ha ⁻¹)	0,12	0,96	34,33	82,54	116,92	162,54	171,90	103,48	83,59	756,39
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,01	0,08	2,35	5,54	7,93	10,98	11,67	6,96	5,64	51,17
	N (arv.ha ⁻¹)	1	2	29	49	55	62	54	26	18	297
4	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	12,77	54,82	68,12	184,97	149,31	140,13	279,86	497,23	1.387,22
	G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,94	3,43	4,60	13,02	10,37	9,14	19,25	31,88	92,62
	N (arv.ha ⁻¹)	-	17	50	42	92	58	42	75	83	458

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

Estimativas dos Parâmetros Dendrométricos e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Talhões 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 ≤	
42	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	13,08	-	102,46	191,82	361,31	668,67
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	1,14	-	7,37	13,34	24,97	46,82
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	8	-	33	50	75	167
43	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	10,20	-	58,34	62,08	157,44	157,61	184,63	630,29
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	0,64	-	3,67	4,50	10,67	10,71	11,59	41,77
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	8	-	25	25	50	42	33	183
48	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	50,01	240,45	416,55	320,68	-	-	70,45	1.098,13
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	3,09	16,26	27,97	23,41	-	-	5,63	76,37
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	33	150	200	133	-	-	17	533

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 ≤	
49	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	59,92	69,21	97,12	299,74	90,79	207,22	824,00
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	4,53	4,95	7,26	19,59	6,47	13,66	56,46
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	42	33	42	92	25	42	275
51	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	41,54	159,88	236,70	236,42	112,64	57,64	74,16	918,98
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	2,65	10,56	15,51	14,89	7,66	4,13	5,75	61,15
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	33	92	108	83	33	17	17	383
52	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	59,43	164,26	118,91	177,12	135,72	100,18	-	755,62
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	3,69	10,49	8,04	11,34	8,74	6,87	-	49,16
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	42	92	58	67	42	25	-	325
53	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	59,63	147,49	171,60	177,27	51,90	68,51	63,37	739,76
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	4,46	9,17	11,22	12,14	3,88	4,20	4,89	49,95
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	50	83	83	67	17	17	17	333
54	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	26,16	177,69	180,16	160,81	71,47	152,81	769,10
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	1,69	12,22	11,74	10,91	4,33	10,41	51,30
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	17	83	67	50	17	33	267
56	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	15,57	82,24	57,31	163,70	310,08	69,29	69,95	768,13
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	1,29	5,37	3,84	11,99	21,91	4,40	4,89	53,69
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	17	50	25	67	100	17	17	292
57	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	6,47	84,86	112,28	194,51	152,59	265,66	94,20	42,53	953,10
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,68	5,42	7,50	13,38	10,20	17,94	6,52	3,21	64,85
		N (arv.ha ⁻¹)	-	17	58	67	92	58	83	25	8	408
58	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	11,33	31,63	76,95	122,93	259,71	107,04	157,61	767,19
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	0,70	1,94	4,71	7,53	16,24	6,48	10,32	47,92
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	8	17	33	42	75	25	33	233
59	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	34,80	105,70	170,96	135,62	153,71	153,37	754,16
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	2,47	7,14	11,81	9,41	11,32	10,46	52,60
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	22	50	67	44	44	33	261
61	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	7,13	-	-	-	-	179,45	159,55	128,56	127,28	601,97
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,81	-	-	-	-	12,24	10,93	8,84	8,32	41,13
		N (arv.ha ⁻¹)	42	-	-	-	-	67	50	33	25	217
62	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	40,18	137,41	142,26	133,58	44,95	498,38
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	2,50	9,11	9,06	8,34	2,71	31,72
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	17	50	42	33	8	150

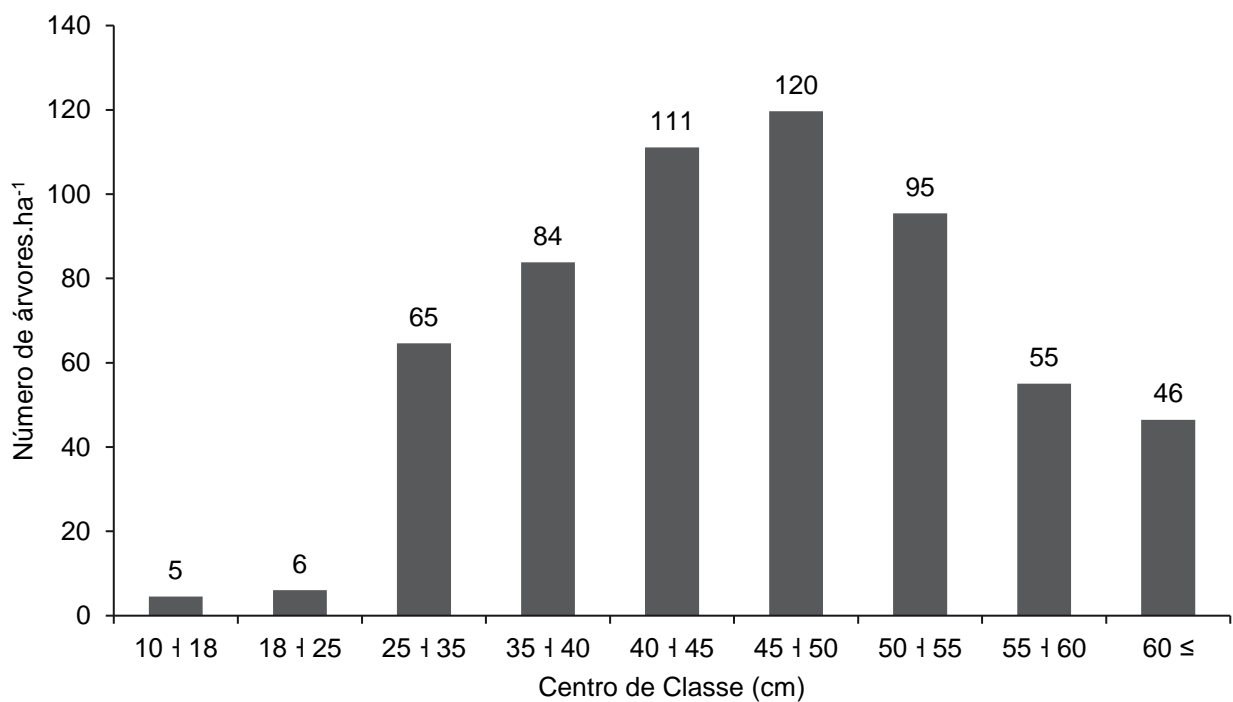
TALHÃO	ESTRATO	VARIÁVEIS	CLASSE de DAP (cm)									TOTAL
			10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 + 40	40 + 45	45 + 50	50 + 55	55 + 60	60 ≤	
63	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	19,19	53,46	89,20	142,50	190,54	62,42	37,61	594,93
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	1,29	3,79	5,98	10,27	12,41	4,08	2,47	40,29
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	17	33	42	58	58	17	8	233
65	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	25,35	67,55	122,90	127,15	112,48	189,13	76,51	721,06
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	1,83	4,84	8,69	8,99	7,12	13,06	4,99	49,52
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	25	42	58	50	33	50	17	275
66	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	56,92	56,85	143,66	191,02	170,99	61,22	46,76	727,42
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	4,07	3,76	9,81	13,52	12,55	4,22	2,83	50,75
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	58	33	67	75	58	17	8	317
67	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	103,16	24,60	281,88	272,14	222,34	55,64	77,28	1.037,04
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	6,95	1,75	18,02	17,28	13,79	4,11	5,28	67,19
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	83	17	133	100	67	17	17	433
68	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	61,15	140,45	138,76	350,20	102,58	-	-	793,14
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	3,97	8,76	9,48	22,99	6,96	-	-	52,17
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	50	83	67	133	33	-	-	367
69	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	2,60	67,79	100,93	69,91	241,29	163,43	157,07	80,88	883,90
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,35	4,49	6,54	4,82	16,21	10,75	10,49	5,29	58,94
		N (arv.ha ⁻¹)	-	8	50	58	33	92	50	42	17	350
72	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	68,51	113,60	135,76	104,55	205,96	61,82	34,35	724,54
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	5,23	8,39	9,71	7,27	14,35	4,21	2,39	51,56
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	67	67	67	42	67	8	8	325
73	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,17	7,55	57,69	169,86	129,19	129,23	125,41	86,48	-	706,58
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,14	0,56	3,66	11,60	8,75	8,96	8,36	5,65	-	47,68
		N (arv.ha ⁻¹)	6	11	44	106	61	50	39	22	-	339
78	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,79	-	126,85	154,29	174,42	322,00	105,19	22,05	35,41	942,01
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,12	-	8,27	9,73	10,92	20,42	6,77	1,49	2,14	59,86
		N (arv.ha ⁻¹)	6	-	111	89	78	117	33	6	6	444
80	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	102,57	91,38	239,80	61,18	248,45	743,38
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	7,12	5,75	18,84	4,39	17,72	53,82
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	50	33	83	17	50	233
82	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	12,22	32,77	61,26	188,04	135,51	227,19	176,19	187,34	1.020,53
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,78	2,04	3,77	12,21	8,54	14,60	10,77	12,13	64,83
		N (arv.ha ⁻¹)	-	8	25	33	83	50	67	42	33	342

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 ≤	
83	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	46,73	160,08	158,43	260,21	625,45
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	3,02	11,03	10,96	17,13	42,15
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	17	50	42	50	158
84	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	11,94	31,99	155,01	138,46	184,51	132,35	654,26
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	0,88	2,42	11,71	10,23	12,76	7,86	45,84
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	8	17	67	50	50	25	217
87	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	30,29	67,95	131,41	112,92	65,87	115,56	524,01
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	1,86	4,77	9,13	9,11	4,46	8,05	37,38
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	17	33	50	42	17	25	183
88	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	91,32	110,29	194,30	388,57	165,71	-	-	950,19
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	5,74	7,79	12,06	25,70	11,10	-	-	62,40
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	67	67	83	150	50	-	-	417
90	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	7,09	-	48,28	19,39	47,38	115,48	396,42	634,04
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	0,76	-	3,56	1,57	3,43	8,66	28,84	46,83
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	8	-	25	8	17	33	83	175
96	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	2,97	2,38	132,15	132,13	242,76	193,47	128,41	55,30	30,17	919,73
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,21	0,21	8,70	9,07	16,09	13,50	9,09	4,22	2,18	63,29
		N (arv.ha ⁻¹)	11	6	117	78	111	78	44	17	6	467
107	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	45,95	42,75	164,25	192,12	84,96	167,38	-	697,41
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	3,08	2,72	10,49	11,80	5,53	10,67	-	44,29
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	42	25	75	67	25	42	-	275
108	4	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	12,77	54,82	68,12	184,97	149,31	140,13	279,86	497,23	1.387,22
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	0,94	3,43	4,60	13,02	10,37	9,14	19,25	31,88	92,62
		N (arv.ha ⁻¹)	-	17	50	42	92	58	42	75	83	458

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 21 é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus elliottii* por classe de diâmetro. Observa-se uma maior frequência dos indivíduos nas classes intermediárias de diâmetro (25 a 55 cm), o que indica uma distribuição normal.

Figura 21
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 do *Pinus elliottii* corresponde a 741,12 m³.ha⁻¹, o que representa 394.814,61 m³ em 532,73 ha de plantio da espécie (

Tabela 22). Observa-se erro de amostragem de 4,52%, atendendo ao limite máximo estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

Tabela 22
Análise Estatística para *Pinus elliottii*

ESTIMADOR	E1	E2	E3	E4	UNIDADE
Área	207,64	100,05	220,49	4,54	ha
Média por estrato	603,56	963,72	756,39	1.387,22	m ³ .ha ⁻¹
Média estratificada		741,12			m ³ .ha ⁻¹
Variância por estrato	74,74	30,63	63,68	169,03	(m ³ .600m ² -1) ²
Variância estratificada		62,68			(m ³ .600m ² -1) ²
Variância da média estratificada		1,05			(m ³ .600m ² -1) ²
Erro padrão		1,02			m ³ .600m ² -1
t (0,05; (62-1))		1,97			-
Erro de amostragem absoluto		2,01			m ³ .600m ² -1
Erro de amostragem relativo		4,52			%
Intervalo de confiança para a média	707,60	741,12		774,64	m ³ .ha ⁻¹
Total por estrato	153.887,30	74.148,41	163.410,56	3.368,34	m ³ .una ⁻¹
Total da população		394.814,61			m ³ . 532,73 ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	373.743,52	394.814,61		409.149,02	m ³ . 532.73 ha ⁻¹

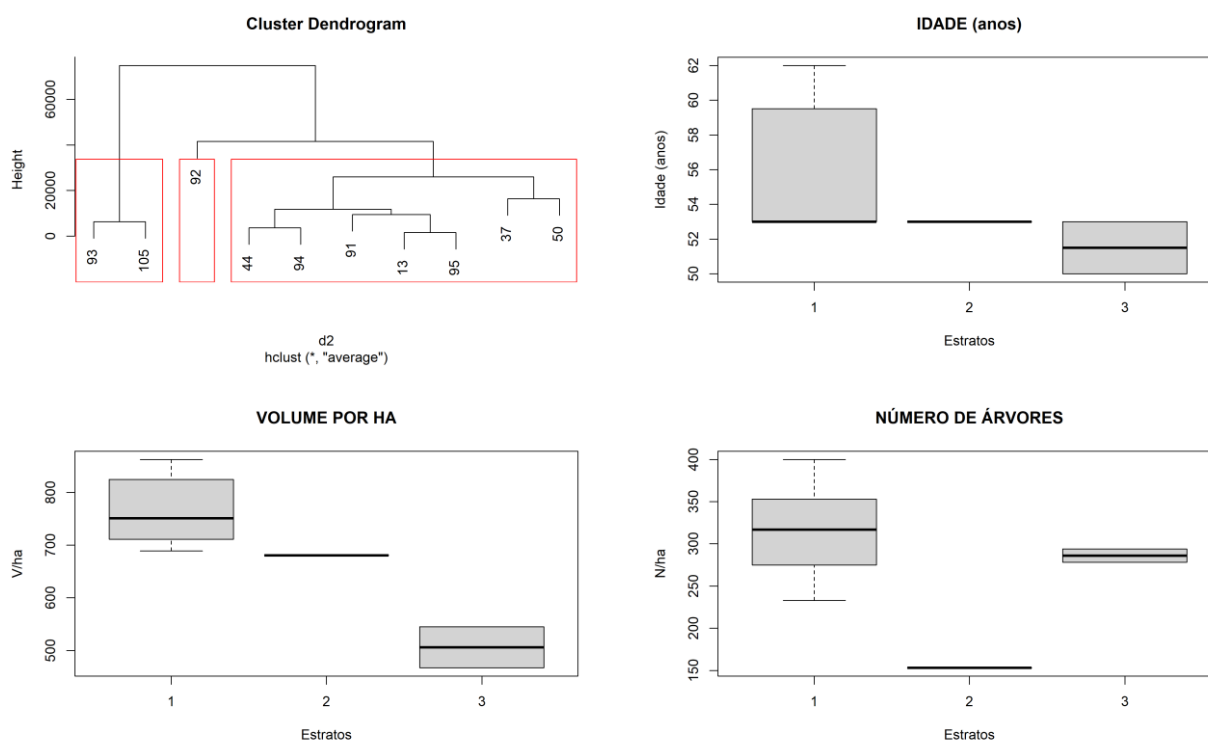
E = estrato; una = unidade de área. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

4.1.3 *Pinus taeda*

4.1.3.1 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 ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) e (iii) densidade ($\text{N}.\text{ha}^{-1}$). Todas as estimativas foram geradas utilizando os dados coletados no inventário florestal. Na Figura 22 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 22
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 dez talhões de *Pinus taeda* foram agrupados em três estratos. O estrato 1 é composto por cinco talhões com idades que variaram de 53 a 62 anos e apresentam volume médio de $758,35 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e densidade média de 308

árvores.ha⁻¹. O estrato 2 é composto por um talhão com idade de 53 anos, volume médio de 680,42 m³.ha⁻¹ e densidade de 153 árvores.ha⁻¹, o estrato três é composto por dois talhões com idades que variam de 50 a 53 anos, volume médio de 506,12 m³.ha⁻¹ e densidade de 283 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 e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Estratos de *Pinus taeda*

ESTRATO	ÁREA (ha)	N/ha	DAP (cm)	Ht (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	MORTAS (m ³ /ha)	MORTAS (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif< 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
1	84,60	308	45,9	28,7	54,95	758,68	29,38	11,1%	0,6%	14,1%	1,8%	26,3%	0,3%	-	45,8%
2	20,42	153	61,1	32,3	46,06	680,42	-	-	-	8,7%	-	-	-	-	91,3%
3	17,02	283	39,6	28,1	37,37	506,12	65,09	27,0%	0,7%	24,1%	5,0%	31,2%	0,7%	-	11,3%

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 e Distribuição dos Indivíduos por Classe de Qualidade do Fuste para os Talhões de *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 (% arv.)	Bif< 1,3m	Bif> 1,3m	QUEBRADA	INCLINADA	ATACADAS PRAGA	RESINADA	OUTRAS
13	1	53	3,68	317	45,8	31,2	54,71	789,58	16,83	5,0%	-	20,0%	-	35,0%	-	-	40,0%
37	1	62	6,39	400	43,0	29,7	60,43	859,67	51,53	14,3%	-	25,0%	3,6%	32,1%	-	-	25,0%
44	1	60	25,49	278	48,8	29,7	53,35	729,34	11,37	2,0%	-	3,9%	-	7,8%	-	-	86,3%
50	1	59	25,57	272	50,9	31,9	58,05	862,74	30,84	10,9%	-	7,3%	-	20,0%	-	-	61,8%
91	1	53	10,78	378	39,9	25,9	50,93	692,56	43,04	18,1%	-	20,5%	1,2%	38,6%	-	-	21,7%
92	2	53	20,42	153	61,1	32,3	46,06	680,42	-	-	-	8,7%	-	-	-	-	91,3%
93	3	53	11,83	289	40,4	29,2	39,29	545,22	73,65	15,9%	1,6%	28,6%	7,9%	28,6%	1,6%	-	15,8%
94	1	53	9,39	233	52,0	28,3	51,33	688,87	17,12	3,4%	-	3,4%	-	20,7%	-	-	72,4%
95	1	53	3,28	322	44,8	25,9	58,14	750,93	56,08	13,2%	3,0%	17,6%	5,9%	27,9%	1,5%	-	30,8%
105	3	50	5,18	278	38,8	26,2	35,44	467,02	85,37	35,9%	-	20,5%	2,6%	33,3%	-	-	7,7%

N = número de árvores; DAP = diâmetro à altura do peito; 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)	0,58	5,89	37,12	55,01	121,18	125,11	105,37	100,04	208,37	758,68
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,07	0,46	2,81	4,10	8,93	9,19	7,49	7,16	14,73	54,95
	N (arv.ha ⁻¹)	3	11	39	36	63	52	34	28	42	308
2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	56,10	50,90	152,09	421,33	680,42
	G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	4,19	3,58	10,41	27,88	46,06
	N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	23	17	40	73	153
3	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,37	2,94	88,78	102,19	108,69	77,10	55,88	18,78	50,39	506,12
	G (m ² .ha ⁻¹)	0,12	0,22	6,41	7,64	7,77	5,72	4,19	1,36	3,94	37,37
	N (arv.ha ⁻¹)	6	6	81	69	56	33	17	6	11	283

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

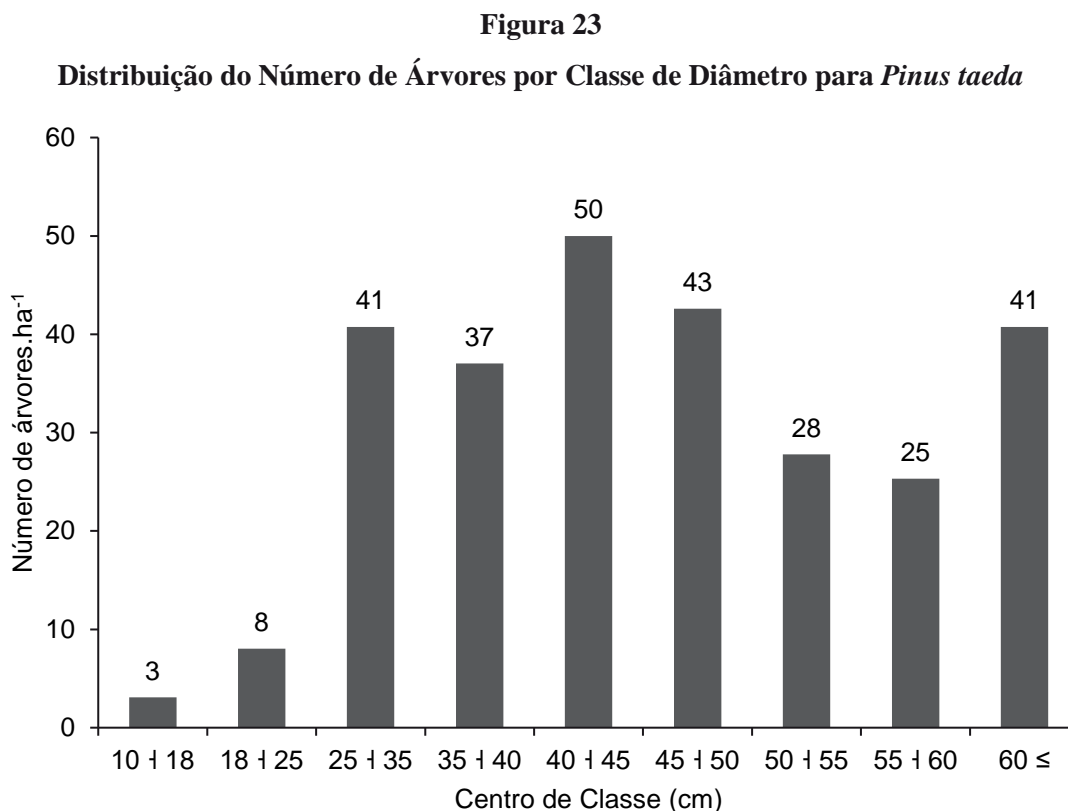
Volume com Casca, Área Basal e Número de Árvores por Classe de Diâmetro para o Plantio de *Pinus taeda*

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 ≤	
13	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	56,87	27,39	276,70	45,37	162,94	55,99	164,29	789,58
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	3,95	1,92	19,02	3,01	11,10	4,18	11,53	54,71
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	50	17	133	17	50	17	33	317
37	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	68,65	162,81	187,46	84,30	207,50	58,81	90,13	859,67
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	5,20	11,22	14,32	5,51	14,28	4,04	5,87	60,43
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	67	100	100	33	67	17	17	400
44	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	5,03	41,47	121,84	175,10	114,51	171,86	99,52	729,34
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	0,39	3,19	8,64	12,76	8,35	12,77	7,26	53,35
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	6	28	61	72	39	50	22	278
50	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	20,78	28,89	135,43	138,23	123,21	65,68	350,52	862,74
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	1,47	1,91	9,37	9,64	8,55	4,46	22,65	58,05
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	17	17	67	56	39	17	61	272

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 ≤	
91	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	19,45	71,55	113,77	93,77	134,94	91,57	86,21	81,30	692,56
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	1,57	5,68	8,67	7,57	10,21	6,05	5,54	5,64	50,93
		N (arv.ha ⁻¹)	-	39	83	78	56	56	28	22	17	378
92	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	56,10	50,90	152,09	421,33	680,42
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	4,19	3,58	10,41	27,88	46,06
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	23	17	40	73	153
93	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,44	-	47,61	149,79	151,15	94,75	51,66	-	48,82	545,22
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,12	-	3,35	11,12	10,96	6,72	3,68	-	3,34	39,29
		N (arv.ha ⁻¹)	6	-	44	100	78	39	11	-	11	289
94	2	V (m ³ .ha ⁻¹)	-	-	-	13,85	92,55	175,70	52,74	110,95	243,08	688,87
		G (m ² .ha ⁻¹)	-	-	-	1,04	7,01	13,15	3,72	8,61	17,80	51,33
		N (arv.ha ⁻¹)	-	-	-	8	50	75	17	33	50	233
95	1	V (m ³ .ha ⁻¹)	3,10	11,96	58,79	36,64	78,97	58,63	72,17	97,57	333,10	750,93
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,35	0,90	4,43	3,04	6,24	4,80	6,06	6,94	25,37	58,14
		N (arv.ha ⁻¹)	17	22	61	28	39	28	28	28	72	322
105	3	V (m ³ .ha ⁻¹)	1,29	5,88	129,94	54,59	66,24	59,44	60,11	37,56	51,96	467,02
		G (m ² .ha ⁻¹)	0,11	0,44	9,47	4,16	4,58	4,73	4,69	2,72	4,54	35,44
		N (arv.ha ⁻¹)	6	11	117	39	33	28	22	11	11	278

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 23 é apresentada a distribuição do número de indivíduos de *Pinus taeda* por classe de diâmetro. Observa-se uma maior frequência dos indivíduos nas classes intermediárias de diâmetro (25 a 50 cm) e na classe superior (60 cm ≤).



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

4.1.3.2 Análise Estatística (Nível F1)

Para a análise estatística, utilizou-se o processo estratificado, conforme descrito na metodologia. A média estratificada do volume de *Pinus taeda* corresponde a 710,48 m³.ha⁻¹, o que representa 86.706,37 m³ em 122,03 ha de plantio da espécie (Tabela 27). O erro de amostragem corresponde a 6,43 %, atendendo ao limite estabelecido para esse levantamento ($E\% \leq 10\%$).

Tabela 27
Análise Estatística para *Pinus taeda*

ESTIMADOR	E1	E2	E3	UNIDADE
Área	84,60	20,42	17,02	ha
Média por estrato	758,34	680,40	506,11	m ³ .ha ⁻¹
Média estratificada		710,48		m ³ .ha ⁻¹
Variância por estrato	50,50	19,98	66,91	(m ³ .600m ² -1) ²
Variância estratificada		47,71		(m ³ .600m ² -1) ²
Variância da média estratificada		1,78		(m ³ .600m ² -1) ²
Erro padrão		1,33		m ³ .600m ² -1
t (0,05; (21-1))		2,06		-
Erro de amostragem absoluto		2,74		m ³ .600m ² -1
Erro de amostragem relativo		6,43		%
Intervalo de confiança para a média	664,77	710,48	756,18	m ³ .ha ⁻¹
Total por estrato	60.106,19	14.507,90	12.092,28	m ³ .una ⁻¹
Total da população		86.706,37		m ³ . 122,03 ha ⁻¹
Intervalo de confiança para o total	81.128,69	86.706,37	92.284,05	m ³ . 122.03 ha ⁻¹

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

A Tabela 28 a seguir apresenta a síntese da estimativa de volume total para as espécies plantadas nas Zonas de Manejo 1 e 2 da FLONA de Irati. Como se observa, o maior volume de madeira é de *Pinus elliottii* com total de 394.814,61 m³, seguido pelo *Pinus taeda* com 86.706,37 m³ e a Araucária com 85.434,26 m³. Ao todo, estas espécies perfazem o total volumétrico de 566.955,98 m³. Os sortimentos calculados para as espécies estão apresentados no Apêndice 13-A-1.

Tabela 28
Síntese da Estimativa Volumétrica do Inventário Florestal dos Plantios por Espécie na FLONA de Irati – ZMF 1 e 2

ESPÉCIE		CLASSE de DAP (cm)				TOTAL	ÁREA
		10 + 18	18 + 25	25 + 35	35 ≤		
<i>Araucaria angustifolia</i>	V (m ³ .ha ⁻¹)	15,96	25,28	123,06	260,99	425,30	1 ha
	Total (m ³)	3.206,92	5.078,97	24.719,96	52.428,42	85.434,26	200,88 ha
<i>Pinus elliottii</i>	V (m ³ .ha ⁻¹)	20,00	28,92	77,88	614,32	741,12	1 ha
	Total (m ³)	10.655,74	15.404,81	41.486,42	327.267,64	394.814,61	532,73 ha
<i>Pinus taeda</i>	V (m ³ .ha ⁻¹)	0,59	3,81	46,17	659,96	710,53	1 ha
	Total (m ³)	71,53	464,76	5.634,70	80.535,37	86.706,37	122,03 ha
Total	Total (m³)	13.934,19	20.948,55	71.841,08	460.231,42	566.955,25	855,64 ha

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

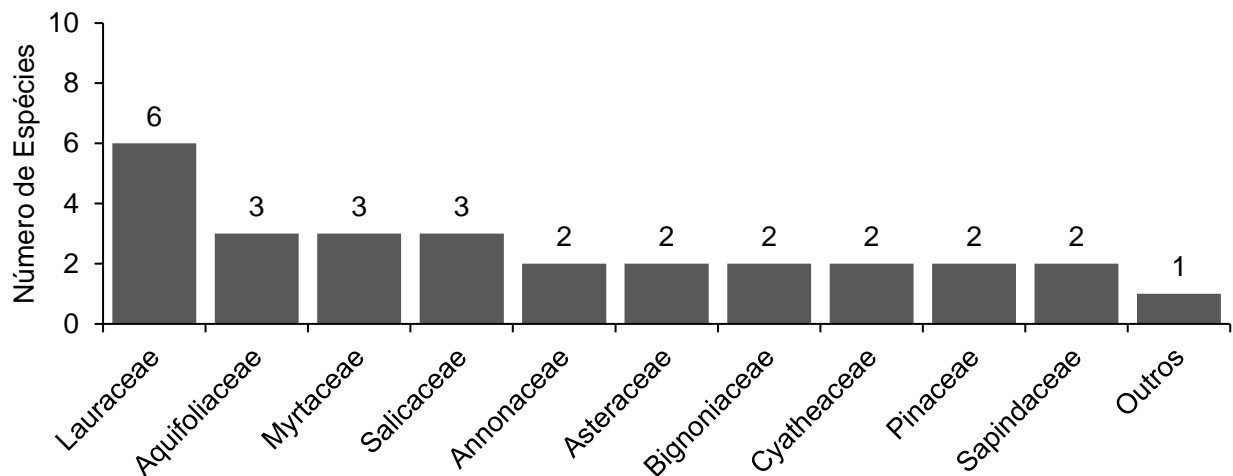
4.1.3.3 Análise Fitossociológica (Nível F2)

4.1.3.3.1. *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*

Na análise fitossociológica foram considerados, conjuntamente, os dados coletados nos talhões de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, os quais serão denominados, a partir daqui, *Pinus* spp. Foram encontradas 39 espécies de porte arbóreo localizadas na regeneração natural estabelecida sob os talhões de *Pinus* spp., distribuídas em 22 famílias botânicas (Figura 24). Na Figura 25 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 ($\leq 17,0$ cm).

Figura 24

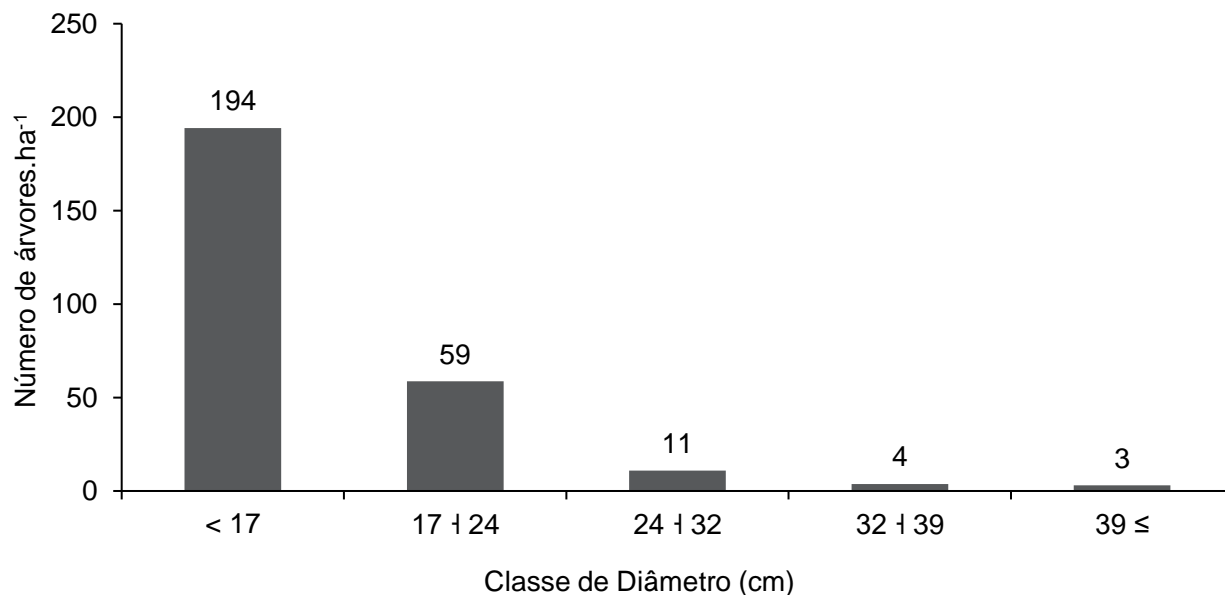
Número de Espécies Arbóreas por Família Botânica da Regeneração Natural Estabelecida sob os Plantios de *Pinus* spp. (Nível F2)



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

Figura 25

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 são: *Alsophila setosa* (19,84%) e *Dicksonia sellowiana* (11,96%). Em relação à dominância destacam-se e *Dicksonia sellowiana* (23,83%) e *Araucaria angustifolia* (14,5%) (Tabela 29).

Tabela 29

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

UAs	ESPÉCIE	DA	DR(%)	DoA	DoR(%)	FA	FR(%)	IVC%	IVI%
19	<i>Dicksonia sellowiana</i>	8,06	11,96	0,35	23,83	20,88	10,33	17,90	15,37
18	<i>Alsophila setosa</i>	13,37	19,84	0,13	8,69	19,78	9,78	14,26	12,77
17	<i>Araucaria angustifolia</i>	4,95	7,34	0,21	14,15	18,68	9,24	10,74	10,24
21	<i>Ilex paraguariensis</i>	7,33	10,87	0,11	7,74	23,08	11,41	9,31	10,01
14	<i>Curitiba prismatica</i>	4,95	7,34	0,07	4,86	15,38	7,61	6,10	6,60
9	<i>Nectandra grandiflora</i>	4,21	6,25	0,12	8,45	9,89	4,89	7,35	6,53
11	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3,48	5,16	0,08	5,21	12,09	5,98	5,19	5,45
5	<i>Hovenia dulcis</i>	2,38	3,53	0,07	5,05	5,49	2,72	4,29	3,77
7	<i>Allophylus edulis</i>	2,56	3,80	0,03	2,12	7,69	3,80	2,96	3,24
8	<i>Cyathea phalerata</i>	1,47	2,17	0,05	3,10	8,79	4,35	2,64	3,21

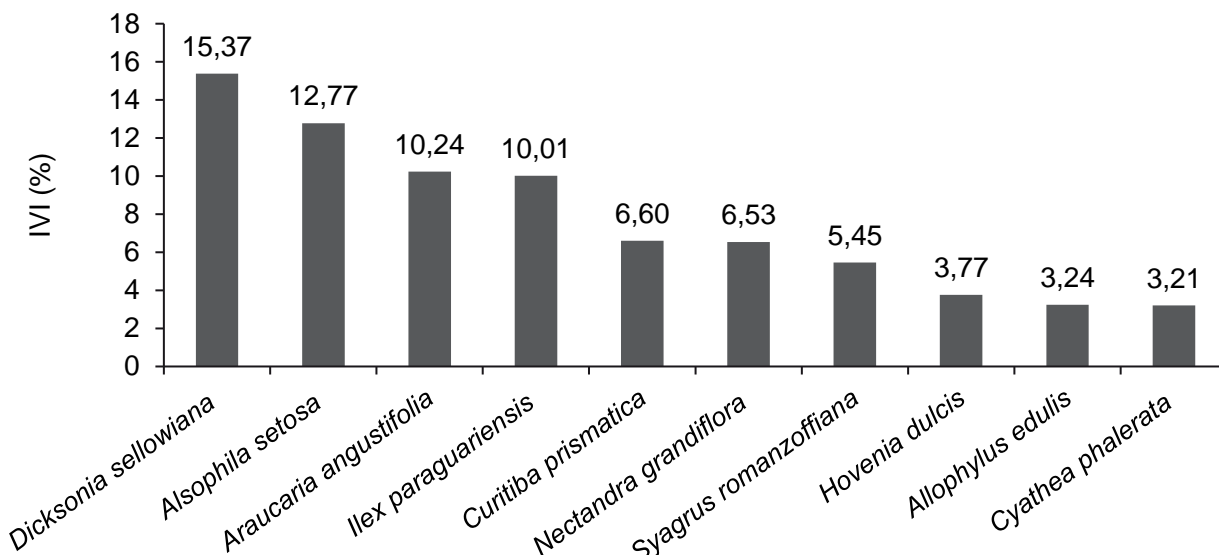
UAs	ESPÉCIE	DA	DR(%)	DoA	DoR(%)	FA	FR(%)	IVC%	IVI%
5	<i>Pinus elliottii</i>	2,20	3,26	0,03	1,86	5,49	2,72	2,56	2,61
4	<i>Gymnanthes klotzschiana</i>	1,65	2,45	0,02	1,49	4,40	2,17	1,97	2,04
4	<i>Matayba elaeagnoides</i>	1,10	1,63	0,03	2,22	4,40	2,17	1,92	2,01
4	<i>Parapiptadenia rigida</i>	1,10	1,63	0,02	1,62	4,40	2,17	1,62	1,81
3	<i>Psychotria vellosiana</i>	0,55	0,82	0,02	1,41	3,30	1,63	1,11	1,29
4	<i>Casearia decandra</i>	0,73	1,09	0,01	0,52	4,40	2,17	0,80	1,26
3	<i>Casearia sylvestris</i>	0,73	1,09	0,01	0,89	3,30	1,63	0,99	1,20
3	<i>Cedrela fissilis</i>	0,55	0,82	0,01	0,86	3,30	1,63	0,84	1,10
2	<i>Cordyline spectabilis</i>	0,73	1,09	0,01	0,54	2,20	1,09	0,81	0,90
2	<i>Mollinedia clavigera</i>	0,55	0,82	0,00	0,24	2,20	1,09	0,53	0,71
2	<i>Casearia obliqua</i>	0,37	0,54	0,00	0,22	2,20	1,09	0,38	0,62
2	<i>Ilex brevicuspis</i>	0,37	0,54	0,00	0,22	2,20	1,09	0,38	0,62
1	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	0,37	0,54	0,01	0,61	1,10	0,54	0,58	0,57
1	<i>Piptocarpha axillaris</i>	0,37	0,54	0,01	0,50	1,10	0,54	0,52	0,53
1	<i>Ocotea puberula</i>	0,18	0,27	0,01	0,72	1,10	0,54	0,50	0,51
1	<i>Nectandra lanceolata</i>	0,18	0,27	0,01	0,56	1,10	0,54	0,42	0,46
1	<i>Myrcia splendens</i>	0,37	0,54	0,00	0,28	1,10	0,54	0,41	0,45
1	<i>Pinus taeda</i>	0,37	0,54	0,00	0,24	1,10	0,54	0,39	0,44
1	<i>Não identificada</i>	0,37	0,54	0,00	0,24	1,10	0,54	0,39	0,44
1	<i>Ocotea sp.</i>	0,18	0,27	0,00	0,26	1,10	0,54	0,27	0,36
1	<i>Vernonanthura discolor</i>	0,18	0,27	0,00	0,20	1,10	0,54	0,24	0,34
1	<i>Annona rugulosa</i>	0,18	0,27	0,00	0,18	1,10	0,54	0,23	0,33
1	<i>Jacaranda puberula</i>	0,18	0,27	0,00	0,16	1,10	0,54	0,22	0,32
1	<i>Ocotea sp.</i>	0,18	0,27	0,00	0,16	1,10	0,54	0,22	0,32
1	<i>Baccharis oreophila</i>	0,18	0,27	0,00	0,15	1,10	0,54	0,21	0,32
1	<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	0,18	0,27	0,00	0,13	1,10	0,54	0,20	0,32
1	<i>Cinnamodendron dinisii</i>	0,18	0,27	0,00	0,12	1,10	0,54	0,20	0,31
1	<i>Jacaranda micrantha</i>	0,18	0,27	0,00	0,12	1,10	0,54	0,19	0,31
1	<i>Annona sp.</i>	0,18	0,27	0,00	0,10	1,10	0,54	0,19	0,30
TOTAL		67,40	100	1,46	100	202,20	100	100	100

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=15,37%), *Alsophila setosa* (IVI=12,77%) e *Araucaria angustifolia* (IVI=10,24%), responsáveis por 38,38% da estrutura horizontal arbórea (Tabela 29). Na Figura 26 estão representadas as 10 espécies com maiores valores de importância (IVI%), as quais representam 77,19 % da estrutura horizontal do levantamento.

Figura 26

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 2,844 nats.indivíduo⁻¹. O índice de Pielou observado foi de 0,776, o que indica que há 77,6% de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies (Tabela 30).

Tabela 30

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

SHANNON WEANER (H')	J. PIELOU (J')
2,844	0,776

Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021)

4.1.1 Talhões de *Pinus elliotti* e *Pinus* sp. não inventariados

Os talhões de *Pinus elliotti* e *Pinus* sp. localizados na Zona de Recuperação e na Zona de Uso Público e Zona de Uso Especial (Talhão 40) não foram inventariados. De forma conservadora, o volume de madeira considerado para esses talhões foi calculado a partir da média de 603,56 m³.ha⁻¹ observada

no estrato 1 no inventário realizado nos talhões de *Pinus elliottii*. Este é o estrato com menor média de volume para o *Pinus elliottii*.

Tabela 31

Volumentria considerada para os talhões não inventariados da FLONA de Irati

ZONA	<i>Pinus elliottii</i> (ha)	<i>Pinus elliottii</i> (volume m ³ /ha)	<i>Pinus sp.</i> (ha)	<i>Pinus sp.</i> (volume m ³ /ha)	TOTAL (volume m ³ /ha)
ZR	126,49	76.344,30	18,50	11.165,86	87.510,16
ZUP/ZE	13,59	8.202,38	-	-	8.202,38
TOTAL	140,08	84.546,68	18,50	11.165,86	95.712,54

4.2 Produtos Florestais Não Madeireiros Madeireiros (PFM)

4.2.1 Resina – *Pinus elliottii*

Na Tabela 32 são apresentadas as estimativas de produção de resina para os talhões de *Pinus elliottii*. Considerando toda a área ocupada com os talhões da espécie (532,73 ha) e produtividade média de 4 kg de resina por árvore.ano⁻¹, o total estimado corresponde a 590.160,56 kg.ano⁻¹.

Tabela 32

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>	42	60	39,98	167	668	26.703,30
<i>Pinus elliottii</i>	43	60	34,86	183	732	25.516,35
<i>Pinus elliottii</i>	48	59	12,59	533	2.132	26.837,62
<i>Pinus elliottii</i>	49	59	30,15	275	1.100	33.166,37
<i>Pinus elliottii</i>	51	59	16,18	383	1.532	24.791,38
<i>Pinus elliottii</i>	52	58	21,25	325	1.300	27.618,94
<i>Pinus elliottii</i>	53	58	16,12	333	1.332	21.475,03

Espécie	Talhão	Idade (anos)	Área (ha)	N/ha	Resina (kg.ano ⁻¹ .ha ⁻¹)	Resina (kg.ano ⁻¹ .T ⁻¹)
<i>Pinus elliottii</i>	54	57	29,01	267	1.068	30.983,87
<i>Pinus elliottii</i>	56	58	7,26	292	1.168	8.477,80
<i>Pinus elliottii</i>	57	58	13,46	408	1.632	21.972,48
<i>Pinus elliottii</i>	58	55	9,21	233	932	8.584,67
<i>Pinus elliottii</i>	59	57	32,76	261	1.044	34.206,63
<i>Pinus elliottii</i>	61	56	28,88	217	868	25.071,00
<i>Pinus elliottii</i>	62	56	33,67	150	600	20.203,87
<i>Pinus elliottii</i>	63	56	10,89	233	932	10.144,96
<i>Pinus elliottii</i>	65	56	6,59	275	1.100	7.249,14
<i>Pinus elliottii</i>	66	56	8,22	317	1.268	10.422,76
<i>Pinus elliottii</i>	67	56	7,50	433	1.732	12.991,43
<i>Pinus elliottii</i>	68	56	0,97	367	1.468	1.418,56
<i>Pinus elliottii</i>	69	56	27,65	350	1.400	38.711,92
<i>Pinus elliottii</i>	72	56	13,54	325	1.300	17.602,91
<i>Pinus elliottii</i>	73	56	4,46	339	1.356	6.051,00
<i>Pinus elliottii</i>	78	55	14,02	444	1.776	24.907,28
<i>Pinus elliottii</i>	80	55	8,27	233	932	7.705,50
<i>Pinus elliottii</i>	82	55	17,48	342	1.368	23.912,16
<i>Pinus elliottii</i>	83	55	14,28	158	632	9.027,34
<i>Pinus elliottii</i>	84	55	22,94	217	868	19.908,48
<i>Pinus elliottii</i>	87	55	5,68	183	732	4.159,70
<i>Pinus elliottii</i>	88	55	0,91	417	1.668	1.517,47
<i>Pinus elliottii</i>	90	54	16,46	175	700	11.524,65
<i>Pinus elliottii</i>	96	52	17,90	467	1.868	33.438,37
<i>Pinus elliottii</i>	107	50	5,03	275	1.100	5.531,27
<i>Pinus elliottii</i>	108	50	4,54	458	1.832	8.326,32
Total			532,73	10.035		590.160,56

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

4.2.2 Erva-mate – *Ilex paraguariensis*

Na Tabela 33 são apresentadas as estimativas de produção de Erva-mate para os indivíduos estabelecidos sob os talhões de *Araucaria* (79 árvores por hectare) e *Pinus* spp. (26 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 123.086,38 kg.ano⁻¹.

Tabela 33

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

TALHÃO	NÚMERO DE árvores.ha ⁻¹	ERVA-MATE (kg.árv)	ERVA MATE (kg.ha ⁻¹)	ERVA MATE (kg.ano ⁻¹)
<i>Araucaria angustifolia</i>	79	4	315	63.307,64
<i>Pinus elliottii / Pinus taeda</i>	26	4	106	59.778,75
Total				123.086,38

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

4.2.3 Pinhão – *Araucaria angustifolia*

Na Tabela 34 são apresentadas as estimativas de produção de pinhão para os talhões de *Araucaria angustifolia*. Considerando toda a área ocupada (423,07 ha) com os talhões da espécie e uma produtividade média de 375,48 gramas por árvore por ano, o total estimado corresponde a 13.307,71 kg.ano⁻¹.

Tabela 34

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

TALHÃO	IDADE (anos)	ÁREA (ha)	N/ha	ÁRVORES FÊMEAS	PINHÃO (kg.ano ⁻¹ .ha ⁻¹)	PINHÃO (kg.ano ⁻¹ .T ⁻¹)
8	73	7,89	417	195	73,12	576,92
9	73	12,51	200	93	35,07	438,72
10	73	14,21	350	163	61,37	872,10
11	73	17,5	296	138	51,90	908,31
14	72	2,78	225	105	39,45	109,68
24	68	9,05	408	191	71,54	647,46
25	68	5,92	192	90	33,67	199,31
26	68	55,7	317	148	55,59	3.096,12
31	67	21,99	217	101	38,05	836,74
36	64	23,18	654	305	114,68	2.658,24
37	62	22,04	530	248	92,94	2.048,29
45	60	8,11	644	301	112,92	915,82
Total		200,88		2.078		13.307,71

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, nas Zonas de Manejo Florestal Sustentável designadas (Zonas 1 e 2) na FLONA Irati. 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 Irati, especificamente e em maior grau quanto à madeira em tora de *Pinus*, além de tora de *Araucária*. Os volumes comerciais identificados nas ZMFS 1 e 2 somam o total de 566.955,25 m³ de estoque de madeira (sendo 481.520,99 m³ com *Pinus* e 85.434,26 m³ com *Araucaria*). No caso do *Pinus*, cabe destacar que o volume total é dividido entre as espécies *P. elliotii* e *P. taeda*, respectivamente com 81,99% e 18,01%. No que se refere aos principais produtos não madeireiros com viés e potencial comercial, nas ZMFS 1 e 2 destacam-se a resina de *Pinus elliotii* (590.160,56 kg.ano⁻¹), folha de erva-mate (*Ilex paraguariensis* - 123.086,38 kg.ano⁻¹) e semente de *Araucaria angustifolia* (pinhão - 13.307,71 kg.ano⁻¹).

Apêndice 13-A-1

Sortimentos por Espécies na FLONA de Irati

Espécie		Sortimento* (m³)					Total	Área (ha)
		† 8	8 † 18	18 † 25	25 † 35	35 ≤		
<i>Araucaria angustifolia</i>	V (m³.ha ⁻¹)	6,93	38,02	66,23	131,71	182,41	425,30	1 ha
	Total (m³)	1.392,41	7.636,92	13.303,50	26.458,88	36.642,56	85.434,26	200,88
<i>Pinus elliottii</i>	V (m³.ha ⁻¹)	4,18	25,01	52,55	198,34	461,04	741,12	1 ha
	Total (m³)	2.228,11	13.323,86	27.994,43	105.658,58	245.609,62	394.814,61	532,73
<i>Pinus taeda</i>	V (m³.ha ⁻¹)	4,08	25,51	54,45	183,45	442,99	710,48	1 ha
	Total (m³)	497,62	3.112,75	6.645,42	22.388,61	54.061,96	86.706,37	122,03
Total		4.118,15	24.073,52	47.943,36	154.506,07	336.314,14	566.955,24	855,64

* 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*: $\frac{d_i}{DAP} = 1,1153 - 2,9199 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 10,9667 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 20,5551 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 16,77893 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 5,3894 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$ e *Pinus taeda*: $\frac{d_i}{DAP} = 1,1215 - 3,1340 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 12,2095 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 24,2457 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 21,8211 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 7,7823 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$. Fonte: Consórcio FGV-STCP-MANESCO (2021).

6. Referências Bibliográficas

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

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

DISPERATI, A. A. **Mapeamento florestal da Floresta Nacional de Irati - PR**. Curitiba: FUPEF, 1986. 18 p.

EMBRAPA, 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. 2010. **Floresta**, v. 41, n. 1, p. 153-160.

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 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2016_v43_br.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

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 2020.

IBRAMATE - Instituto Brasileiro da Erva - Mate. Disponível em: <<http://ibramate.com.br>>. Acesso em: 18 mai. 2021. 2014.

ICMBIO. 2013. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Irati – Volume I**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 186 pg.

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

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

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

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.

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

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

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

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

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

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.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba, 1997. 316 p.

PENTEADO JR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Erva 20 Sistema de produção de erva-mate**. Embrapa Brasília, DF. 2019. 154 p.

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

REI VERDE. Disponível em: <<https://reiverde.com.br>>. Acesso em: 18 mai. 2021.

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

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.

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.

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 elliottii* 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.

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