

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

LUIZ FERNANDO RODRIGUES DE DEUS

AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL NA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA EM
PLANTIOS DE SERINGUEIRA

MONTE CARMELO/MG
2024

LUIZ FERNANDO RODRIGUES DE DEUS

AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL NA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA EM
PLANTIOS DE SERINGUEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Florestal,
Campus Monte Carmelo, da Universidade
Federal de Uberlândia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Otávio Veiga de
Miranda.

MONTE CARMELO/MG
2024

AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL NA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA EM
PLANTIOS DE SERINGUEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado para
obtenção do grau de Bacharel em Engenharia
Florestal no curso de Engenharia Florestal,
Campus Monte Carmelo (MG) pela banca
examinadora formada por:

Monte Carmelo, 25 de Abril de 2024.

Prof. Dr. Rodrigo Otávio Veiga de Miranda
Orientador

Prof. Dr. Vicente T. M. Morais Junior
Membro da banca

Tec. Dr. Lidiomar Soares da Costa
Membro da banca

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha família, Luiz Bernardino de Deus, Gleides Rodrigues de Sousa Lima e George Luiz Rodrigues de Deus por acreditarem, confiarem e apoiarem em todas as dificuldades presenciadas durante os anos de graduação, pois a base familiar molda os pilares que me compõem. Uma trajetória repleta de desafios educacionais, profissionais e pessoais, essenciais para o desenvolvimento pós-graduação.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Otávio Veiga de Miranda por todas as transmissões de conhecimentos realizados na instituição, ressalto a importância nessa jornada como um exemplo de profissional.

Agradecer a Universidade Federal de Uberlândia – UFU, ao corpo docente e administrativo, que me auxiliaram nessa caminhada.

E um forte agradecimento a todos meus amigos e amigas que estiveram presentes em alguma etapa dessa trajetória.

RESUMO

O inventário florestal desempenha papel crucial na gestão sustentável de plantações florestais, envolvendo uma variedade de atividades práticas para medir o diâmetro e a altura das árvores. No entanto, essas medições podem apresentar desafios devido ao planejamento e às condições adversas encontradas no campo. Normalmente, a medição das alturas em florestas plantadas é realizada apenas em uma parte da população e estimada para as demais árvores, o que pode resultar em erros amostrais. O objetivo deste trabalho foi minimizar essa condição, buscando a precisão na avaliação da intensidade amostral na relação hipsométrica de um plantio de seringueira localizado no município de Monte Carmelo, Minas Gerais, sendo sua área de 13,2 ha, com o clone RRIM 600, introduzido no espaçamento de 8,00 x 2,90 m e idade de 11 anos. Foram determinadas as intensidades amostrais pelo número de árvores por parcela, feita a identificação dos melhores modelos hipsométricos pelas estatísticas de ajuste e realizado o acréscimo da altura dominante (h_{dom}) para investigação dos resultados. Para a seleção de modelos hipsométricos buscando a precisão em plantios florestais, é necessária uma abordagem com vários critérios de análise. Variáveis como o diâmetro médio quadrático (dg) e área útil por planta (ap) não denotaram influência na altura total, todavia, a altura dominante como variável independente expressou bom potencial de uso em modelos hipsométricos. Em populações com baixa tecnificação de plantio, tal como o atual plantio, as alturas vigoraram baixa variação em relação aos diâmetros e o uso pode ser restrito, portanto, as intensidades amostrais não afetaram na descrição do tipo de população em estudo.

Palavras-chave: Inventário florestal, modelos hipsométricos, precisão.

ABSTRACT

The forest inventory plays a crucial role in the sustainable management of forest plantations, involving a variety of practical activities to measure the diameter and height of trees. However, these predictions can present challenges due to planning and adverse conditions encountered in the field. Normally, measuring heights in planted forests is carried out only in a part of the population and estimated for other trees, which can result in sampling errors. The objective of this work was to minimize this condition, seeking precision in the evaluation of sampling intensity in the hypsometric relationship of a rubber tree plantation located in the municipality of Monte Carmelo Minas Gerais, with an area of 13,2 ha with the RRIM 600 clone introduced at a spacing of 8,00 x 2,90 m and age 11 years. The sampling intensities were determined by the number of trees per plot, the best hypsometric models were identified through adjustment statistics and the dominant height (h_{dom}) was added to investigate the results. For the selection of hypsometric models seeking precision in forest plantations, an approach with several analysis criteria is necessary. Variables such as the mean quadratic diameter (d_g), usable area per plant (a_p) do not influence the total height, however the dominant height as an independent variable expresses good potential for use in hypsometric models. In environments with low planting technology, such that heights have little variation in relation to diameters, use may be restricted, therefore, sampling intensities did not affect the description of the type of population under study.

Keywords: Forest inventory, hypsometric models, accuracy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Plantio de seringueira, com vista parcial (a), coleta do látex (b) e linhas de plantio (c), no município de Monte Carmelo, Minas Gerais. 4
- Figura 2.** Unidades amostrais com sua distribuição sistemática no plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais..... 5
- Figura 3.** Alocação da unidade amostral circular em plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais..... 6
- Figura 4.** Altura total sendo mensuradas (a) e aparelho utilizado na medição indireta de altura (b) em árvores de um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.. 7
- Figura 5.** Representação de diferentes intensidades de árvores utilizadas no ajuste de modelos hipsométricos em um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais. 8
- Figura 6.** Distribuição diamétrica para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais..... 11
- Figura 7.** Distribuição de altura total para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais..... 12
- Figura 8.** Dispersão entre o diâmetro e a altura em árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais..... 12
- Figura 9.** Dispersão de resíduos para os melhores modelos hipsométricos e sua respectiva modificação para estimar altura de árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais..... 17
- Figura 10.** Dispersão entre os valores estimados de altura de I-35 com as demais intensidades avaliadas, para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais. 19
- Figura 11.** Correlação de Pearson entre o diâmetro e altura de árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais. 19
- Figura 12.** Altura média e respectivo desvio padrão por classe de diâmetro, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais..... 20
- Figura 13.** Distribuição diamétrica por unidade amostral para as diferentes intensidades de árvores no desenvolvimento de relação hipsométrica avaliadas de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais..... 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coordenadas dos pontos centrais em cada unidade amostral.....	5
Tabela 2. Modelos utilizados para ajuste hipsométrico em um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.....	9
Tabela 3. Análise descritiva de variáveis de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.....	11
Tabela 4. Coeficiente de correlação de Spearman entre a altura total e variáveis de povoamento, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.....	13
Tabela 5. Coeficientes e estatísticas de avaliação de ajuste na estimativa de altura total de árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais	15
Tabela 6. Correlação de Pearson entre alturas observadas e alturas estimadas em seu respectivo melhor modelo hipsométrico, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais	18
Tabela 7. Correlação de Pearson entre as estimativas de altura obtidas pelo melhor modelo na intensidade I-35 com as demais intensidades avaliadas, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais	18
Tabela 8. Teste de Kolmogorov-Smirnov na avaliação da aderência das distribuições diamétricas para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.....	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
3	MATERIAL E MÉTODOS	4
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5	CONCLUSÃO.....	23
6	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

Pertencente à família Euphorbiaceae, existem 11 espécies de seringueira, uma delas é a *Hevea brasilienses*, sendo nativa da região amazônica do Brasil. A seiva leitosa ou látex da *H. brasiliensis* é valorizada por sua qualidade e serve de base para produtos utilizados no dia a dia. Sua importância é reconhecida pelas indústrias que dela dependem para produção de produtos diversos (CROPLIFE BRASIL, 2020). Obtido da seringueira, o látex é o produto florestal não madeireiro (PFNM) de maior destaque. Em contextos econômicos para o Brasil, a produção de látex é o alvo principal nesses plantios, porém, quando o ciclo de produção se esvai, a utilização de sua madeira para uso comercial é forte aliada nas produções de painéis cimento-madeira (IWAKIRI et al., 2017), no entanto, para essa espécie, o melhoramento genético visa o aumento da produtividade e à qualidade da borracha (SILVA et al., 2019).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), a seringueira sendo grande responsável pela produção de látex no Brasil em 2021, atingiu cerca de 399.751 toneladas, sendo São Paulo responsável por 60% desse percentual de produção, movimentando U\$ 3,77 milhões de dólares em exportações (ANGELO, 2021).

O agronegócio brasileiro colhe amplos aspectos positivos da cultura da seringueira, que traz benefícios econômicos e sociais. Por ser uma cultura renovável e rentável para os agricultores, contribui para tornar mais atrativa a inclusão da cultura para grandes e pequenos produtores rurais (ALVARENGA, 2020).

Geralmente, para estimar a quantidade de madeira produzida em uma floresta, ou outras variáveis de interesse, a realização de um inventário florestal é necessária e, normalmente, esse procedimento consiste em realizar uma amostragem da população florestal para extrair estimativas sobre seus parâmetros, como variáveis dendrométricas, volume e quantidade de árvores (MACHADO et al., 2000). No caso de plantios de seringueira, a variável principal é a produção de látex.

A obtenção do volume de madeira em povoamentos florestais normalmente envolve a coleta de dados dendrométricos. Para a produção de látex não é diferente. Uma das variáveis que influencia na produção de látex é a altura, que também exerce forte influência no tempo e no custo de execução de um levantamento de campo. Isso ocorre devido à dificuldade em sua medição, pois depende das condições climáticas, como ventos, posição do sol, luminosidade, visualização satisfatória da base e do topo da árvore, densidade de árvores, dentre outros fatores.

Devido a esses problemas, a medição da altura das árvores pode ser um desafio, levando à necessidade de utilização de modelos hipsométricos, os quais podem estimar a altura com base em outras variáveis (RIBEIRO et al., 2010), principalmente o diâmetro. Ao abordar sobre tais variáveis, o uso da relação hipsométrica para estimar valores se faz pertinente, mesmo que seja para povoamentos equiâneos e monoespecíficos, uma vez que diferentes variáveis podem influenciar esta variável, como a qualidade de sítio, densidade e tratamentos silviculturais.

Diante das dificuldades para a obtenção da variável altura, metodologias diferentes são empregadas em diversos trabalhos. Os inventários florestais realizados nas empresas fornecem dados para manuseio e determinação das relações hipsométricas, em que, geralmente, a medição da altura é feita em algumas árvores da unidade amostral, sendo a altura estimadas para as demais árvores. Como exemplo, há inventários florestais onde são medidas 15 a 20 árvores iniciais (SILVA et al., 2007) ou 40% do total de árvores por unidade amostral (PELLISSARI et al., 2016).

Ao abordar sobre o processo de amostragem de árvores para o desenvolvimento de uma relação hipsométrica em plantios florestais, dependendo de como ocorre sua aplicação, a coleta dos dados da população influencia diretamente no tempo e custo relacionado na atividade. Tais dados têm sua importância porque são intrínsecos à intensidade amostral, pois remetem à quantidade de árvores mínimas para o desenvolvimento dessa relação. Portanto, nas ocasiões em que a altura é utilizada como variável independente na estimativa de uma variável principal, como produção de madeira, de látex, estocagem de carbono, a determinação da intensidade amostral adequada na relação hipsométrica é essencial para garantir a obtenção de estimativas precisas de variáveis de interesse, com conseqüente redução do tempo e do custo do levantamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo geral desenvolver uma equação hipsométrica capaz de fornecer estimativas precisas em um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

- Definição de intensidades amostrais para determinação de uma equação hipsométrica;
- Ajuste de modelos hipsométricos aritméticos;
- Ajuste de modelos hipsométricos logarítmicos;
- Ajuste de modelos hipsométricos com variáveis do povoamento florestal;
- Seleção da melhor equação hipsométrica a partir de estatísticas de avaliação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram obtidos de um plantio de seringueira, cuja área é de 13,2 ha, em uma propriedade localizada no município de Monte Carmelo, Minas Gerais, com as coordenadas geográficas 18°41'8.60"S e 47°31'29.57"O e altitude de 890 m. Decorrente da classificação de Köppen-Geiger, no município ocorre um verão de chuvas e inverno seco (Aw) e na região são encontrados com predominância Latossolos Vermelhos na textura média a argilosa (ROLIM NETO et al., 2009). A média de temperatura da região é 21,2 °C e a média acumulada de precipitação é de 1.444 mm (ALVARES et al., 2014). Os dados foram obtidos em 2020 em um plantio com o clone RRIM 600 de seringueira com 11 anos de idade e o seu espaçamento de 8,00 x 2,90 m (Figura 1).

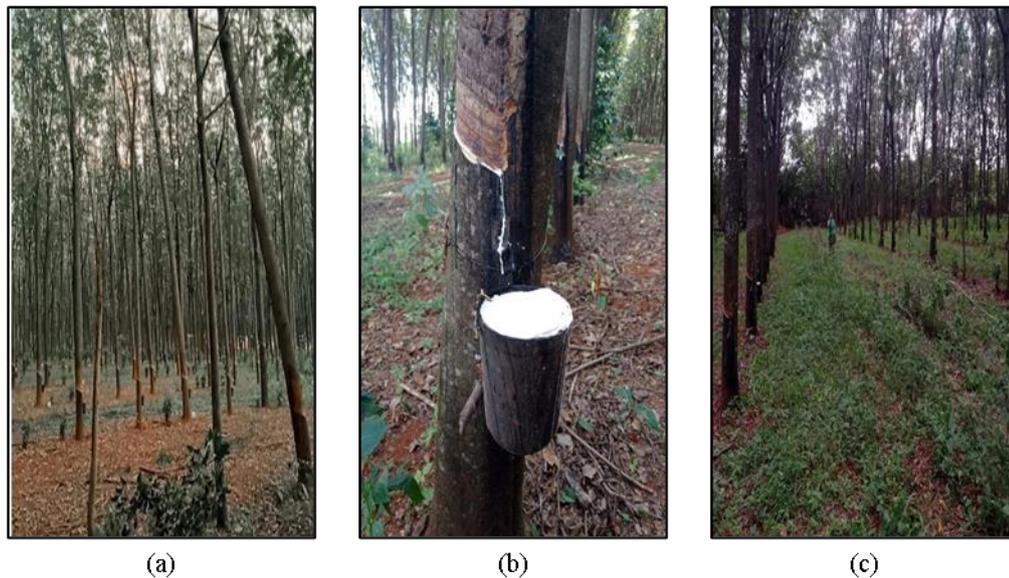


Figura 1. Plantio de seringueira, com vista parcial (a), coleta do látex (b) e linhas de plantio (c), no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

O inventário florestal foi realizado pelo método de área fixa, observado na Tabela 1 em que oito unidades amostrais circulares foram alocadas com suas respectivas coordenadas nos pontos centrais, cujo raio de 18,02 m (área de 1.020 m²).

Tabela 1. Coordenadas dos pontos centrais em cada unidade amostral

Parcela	Pontos Centrais	
	E - UTM	N - UTM
P1	233727,38	7932372,45
P2	233844,67	7932383,33
P3	233726,95	7932257,32
P4	233850,94	7932265,08
P5	233959,90	7932270,69
P6	233723,40	7932144,70
P7	233846,51	7932148,11
P8	233958,24	7932151,82

Em que: P = parcela; E-UTM = Universal Transversa de Mercator sentido leste-oeste; N-UTM = Universal Transversa de Mercator sentido norte-sul.

Essa dimensão foi definida pelo espaçamento de plantio, com o intuito de amostrar 40 árvores por unidade amostral, em média. O uso do programa Qgis possibilitou distribuir as unidades amostrais de forma sistematizada, distribuídas em grid a cada 115 m (Figura 2).

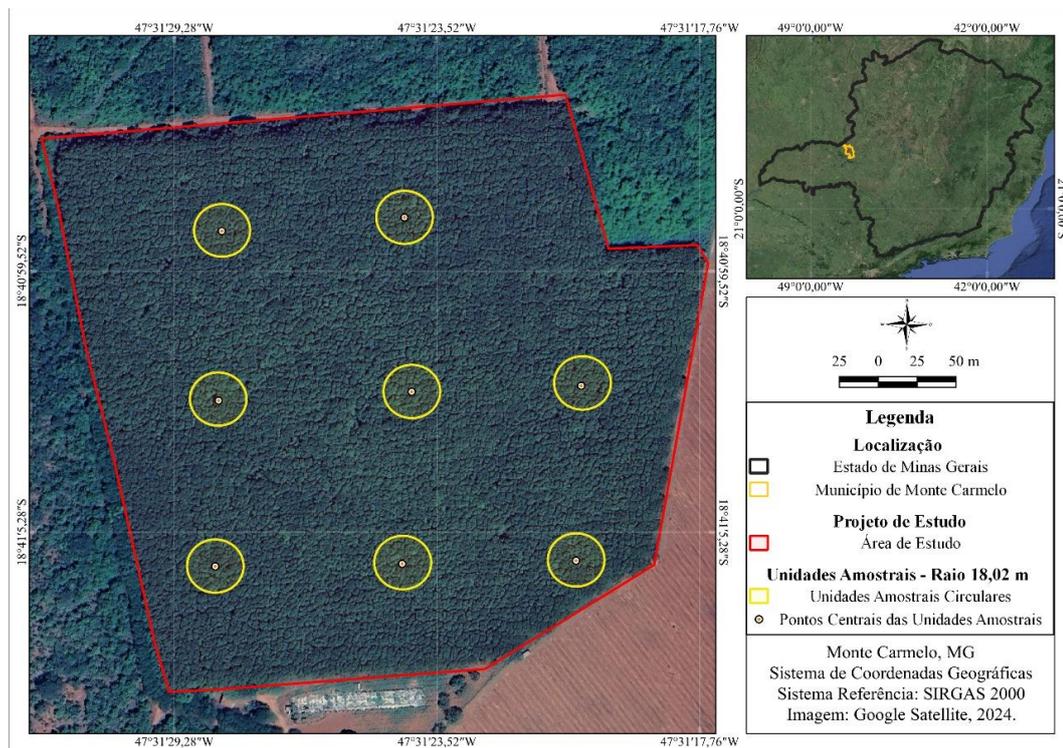


Figura 2. Unidades amostrais com sua distribuição sistemática no plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

Os pontos determinados neste grid foram referências na alocação das unidades amostrais, geradas no campo com um GPS Garmin. A partir desses pontos, as unidades

amostrais circulares foram lançadas com suporte de uma trena, considerando as árvores limites das unidades demarcadas com giz Figura 3.



Figura 3. Alocação da unidade amostral circular em plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

Em cada unidade amostral, variáveis dendrométricas foram mensuradas, sendo a circunferência à altura do peito (CAP), a altura total (h). A CAP foi medida à 1,30 m do solo, utilizando-se fita métrica. Posteriormente, a conversão da CAP em diâmetro à altura do peito (DAP) foi feita, utilizando a expressão $DAP = CAP \pi^{-1}$. As alturas foram medidas indiretamente por um hipsômetro Haglof ECII (Figura 4).



Figura 4. Altura total sendo mensuradas (a) e aparelho utilizado na medição indireta de altura (b) em árvores de um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

Estatísticas descritivas das variáveis dendrométricas foram calculadas, sendo elas, valores mínimos, médios e máximos, além do coeficiente de variação percentual (CV%). Essa análise contemplou as diferentes intensidades amostrais avaliadas no ajuste dos modelos hipsométricos.

A análise da estrutura de distribuição dos diâmetros e das alturas foi realizada para interpretar a representatividade do plantio. O perfil da distribuição diamétrica em florestas plantadas, como plantios de seringueira, tende a exibir semelhanças com a curva da distribuição normal, devido sua classificação como florestas equiâneas, caracterizadas por uma uniformidade nas regiões centrais (LIMA, 2013).

Além disso, a análise da dispersão dos diâmetros e as alturas foi realizada, com a finalidade de se conhecer o padrão de variação destas variáveis. Bartoszeck (2004) e Figueiredo Filho (2010) abordam o uso dessa condição e destacam a importância deste tipo de análise.

Objetivando definir a intensidade adequada para o desenvolvimento de uma equação hipsométrica, avaliou-se o ajuste dos modelos hipsométricos usando-se informações das 10, 15, 20, 25, 30 e 35 primeiras árvores de cada unidade amostral, denominadas de I-10, I-15, I-20, I-25, I-30 e I-35, nesta ordem. Uma representação destas intensidades está apresentada na Figura 5.

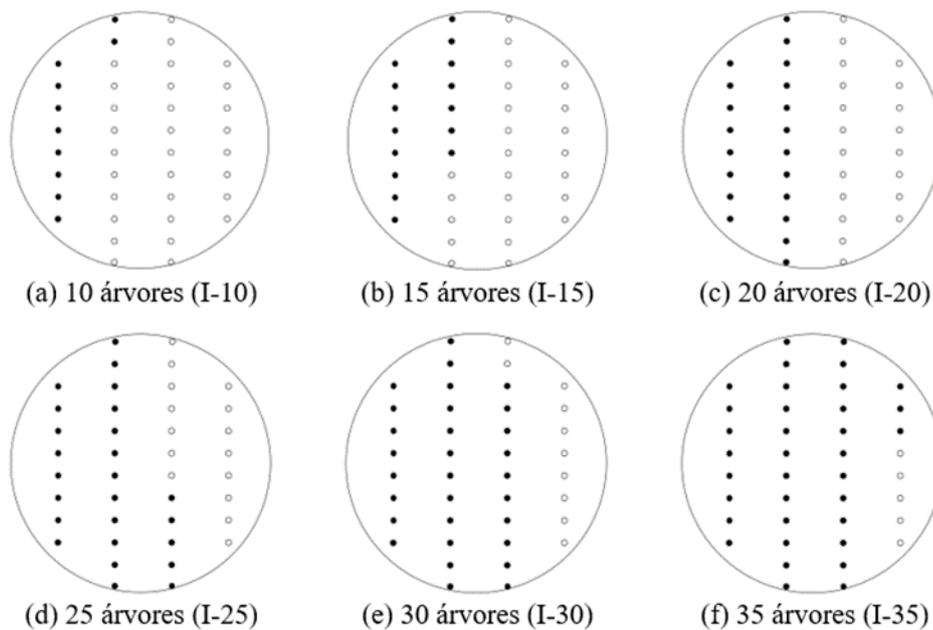


Figura 5. Representação de diferentes intensidades de árvores utilizadas no ajuste de modelos hipsométricos em um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

Além do diâmetro, outras variáveis também foram avaliadas como independentes nos modelos, sendo o diâmetro quadrático (d_g , em cm), altura dominante (h_{dom} , em m) e área média por planta (a_p , em m^2).

O diâmetro d_g foi calculado pela expressão $d_g = d_g = \sqrt{\sum d^2/n}$. A h_{dom} correspondeu à média das 100 árvores de maiores diâmetros por hectare, conforme conceito de Assmann (1970), selecionando 11 árvores com maiores diâmetros em cada parcela contendo 40 árvores no total. A área média por planta foi proveniente da medição de três espaçamento entre linhas e entre plantas em cada unidade amostral.

A correlação de Spearman foi calculada para averiguar a associação dessas variáveis com a altura total. A análise foi realizada no *software* Past 4.03 (HAMMER et al., 2001), utilizando 5% de significância. Essa correlação foi feita com as variáveis em escala original, assim como com as transformações logarítmica ($\ln[x]$), inversa (x^{-1}) e quadrática (x^2).

De cunho avaliativo, sete modelos hipsométricos foram testados (Tabela 1). Esses modelos foram selecionados em função do frequente uso na literatura, sendo ajustados de acordo com as diferentes intensidades amostrais avaliadas.

Tabela 2. Modelos utilizados para ajuste hipsométrico em um plantio de seringueira no município de Monte Carmelo, Minas Gerais

Nº.	Autor	Modelo
1	Modelo Parabólico	$h = \beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d^2 + \epsilon_i$
2	Stoffels	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(d) + \epsilon_i$
3	Curtis	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 * 1/d + \epsilon_i$
4	Prodan	$1/h = d^2/\beta_0 + \beta_1 * d + \beta_2 * d^2 + \epsilon_i$
5	Embrapa	$h = \beta_0 + \beta_1 * (d) + \beta_2 * (d^2) + \beta_3 * (d * h_{dom}) + \epsilon_i$
6	Assmann	$h = \beta_0 + \beta_1 * 1/d^2 + \epsilon_i$
7	Henricksen	$h = \beta_0 + \beta_1 * \ln(d)$

Em que: h = altura total da árvore (m); d = diâmetro medido à 1,30 m do solo (cm); ln = logaritmo neperiano; β_i = parâmetros a serem estimados; ϵ_i = erro aleatório; h_{dom} = altura dominante (m).

Para a avaliação dos modelos os critérios estatísticos utilizados foram o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}), o erro padrão da estimativa em percentual ($S_{yx}\%$) e análise gráfica dos resíduos (Res%), atendendo ao nível de significância a 5% nas regressões. As expressões estão apresentadas na sequência. Quando determinado coeficiente foi não significativo, a variável associada a ele foi desconsiderada e o modelo foi reajustado. Para as equações que constam alguma alteração logarítmica, o fator de correção da discrepância logarítmica de Meyer foi utilizado. Os gráficos de dispersão dos resíduos foram apresentados para os melhores modelos em cada intensidade amostral, em sua forma original e com a inclusão da variável independente h_{dom} .

$$R^2 = \frac{SQ\ Reg}{SQTot} = 1 - \frac{SQ\ Res}{SQTot}$$

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

$$S_{yx}\% = 100 \sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / (n-p) \right] / \bar{Y}}$$

$$Res\% = 100 \left(\frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right)$$

$$Fator\ de\ Meyer = e^{0,5 S_{yx}^2}$$

Em que: SQReg = soma de quadrados da regressão; SQRes = soma de quadrados do resíduo; SQTot = soma de quadrados totais; Y_i = valor observado da variável; Res% = Resíduos em

percentual; \hat{Y}_i = valor estimado da variável; \bar{Y} = valor médio observado da variável; n = número de observações; p = número de coeficientes do modelo.

A correlação de Pearson foi usada na avaliação da similaridade dos valores observados de altura total com as estimativas obtidas pelos modelos para as diferentes intensidades. O uso da correlação condiz com a verificação do grau de associação de variáveis, descrevendo essa interação quantificando de forma linear a nuvem de pontos. Os valores de correlação foram analisados conforme a seguinte escala (SOUZA, 2019), considerando valores em módulo: nula (0), fraca (<0,3), regular (0,3–0,6), forte (0,6–0,9), muito forte (0,9–1), perfeita (1).

Essa análise de correlação foi também feita entre as estimativas de altura de I-35 com as demais alternativas. Essa avaliação também considerou a verificação da dispersão entre as estimativas de altura total.

Para avaliar a aderência das distribuições diamétricas por unidade amostral para as diferentes intensidades de árvores no desenvolvimento de relação hipsométrica o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) foi aplicado. Esse teste é prático e sua aplicação é objetiva para a comparação de resultados (ARAÚJO JUNIOR et al., 2010; BILA et al., 2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação (CV%) remete a precisão em que o experimento apresenta, coeficientes menores que 10% são classificados baixos, entre 10% e 20% são médios e 20% adiante podem ser altos ou muitos altos (PIMENTEL GOMES, 1985). O plantio de seringueira apresentou médias de diâmetro e altura de 22,25 cm e 17,61 m, respectivamente, sendo o diâmetro com maior variação (Tabela 2).

Em plantios florestais, em geral, a altura reflete em maior variação, como apresentado em Silva (2019) e Miranda (2022). Tendência oposta à encontrada neste estudo. Isso evidencia que árvores de diferentes dimensões diamétricas possuem pouca diferença na altura total. A altura dominante foi a variável com menor variação, demonstrando que a altura média das maiores árvores em diâmetro oscilou pouco entre as diferentes unidades amostrais.

Tabela 3. Análise descritiva de variáveis de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais

Variável	Mínimo	Média	Máximo	CV%
d	8,91	22,25	30,84	16,02
h	8,00	17,61	22,80	11,29
h _{dom}	17,09	18,06	19,21	4,36

Em que: CV = coeficiente de variação (%); h = altura total da árvore (m); d = diâmetro medido à 1,30 m do solo (cm); h_{dom} = altura dominante (m).

A distribuição diamétrica está apresentada na Figura 6. A maioria das árvores se concentrou entre os intervalos de diâmetros de 20 a 26 cm. Como esperado, os intervalos extremos demonstraram baixa frequência.

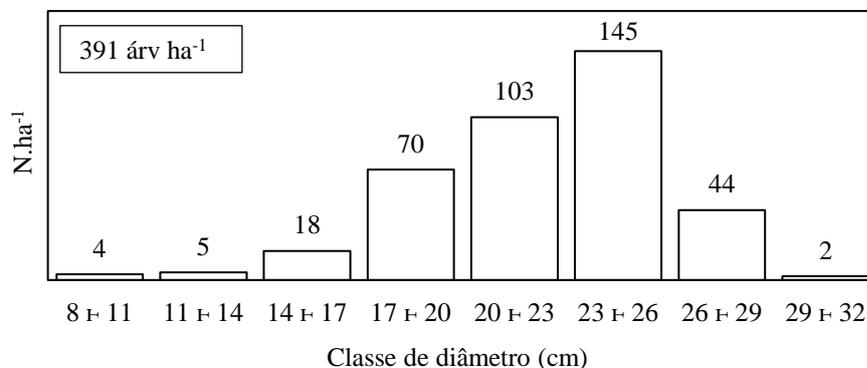


Figura 6. Distribuição diamétrica para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Ao abordar a distribuição em relação à altura (Figura 7), a maior parte se concentrou nos intervalos de 16 a 20 m. Mesmo com amplitude menor, as alturas se concentram em um número inferior de classes comparativamente ao diâmetro.

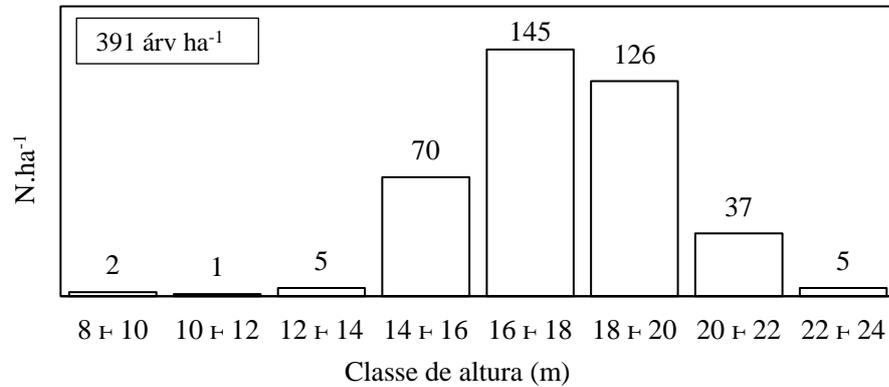


Figura 7. Distribuição de altura total para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Na análise da dispersão do diâmetro em relação à altura para a situação em estudo, a forma em que os dados se dispõem não demonstrou um desenvolvimento gradativo, pois o aumento do diâmetro não resultou influência direta nas alturas das árvores (Figura 8). Isso evidencia uma correlação não muito forte entre essas variáveis. Conforme mencionado por Bartoszeck et al. (2004) e Figueiredo Filho et al. (2010), a variabilidade dos diâmetros não remete diretamente nas alturas, pois outros fatores, como idade, sítio e volume, expressam mais impacto que os diâmetros das árvores em um povoamento florestal.

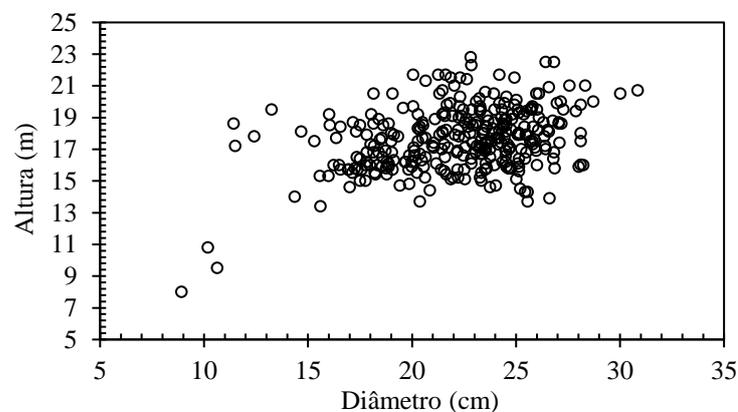


Figura 8. Dispersão entre o diâmetro e a altura em árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Na Tabela 3 estão apresentados os coeficientes da correlação de Spearman entre a altura total e variáveis do povoamento. Todas as correlações foram muito baixas, resultado da baixa variação da altura conforme o diâmetro. A única variável a promover correlações significativas (p -valor $< 0,05$) foi h_{dom} , para todas as suas transformações, com destaque à forma original e quadrática. Para as demais variáveis testadas, independentemente da transformação, todas resultaram em correlações não significativas (p -valor $> 0,05$). Diante dos resultados, optou-se em avaliar a variável h_{dom} como uma variável independente nas melhores equações para cada intensidade amostral investigada.

Tabela 4. Coeficiente de correlação de Spearman entre a altura total e variáveis de povoamento, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais

Altura	x_i	p	p -valor
h	d_g	0,0076	0,8920
	$\ln(d_g)$	-0,0062	0,9128
	$1/d_g$	-0,0319	0,5708
	d_g^2	0,0076	0,8920
h	h_{dom}	0,1420	0,0111
	$\ln(h_{dom})$	0,1344	0,0163
	$1/h_{dom}$	-0,1399	0,0124
	h_{dom}^2	0,1420	0,0111
h	a_p	0,0707	0,2081
	$\ln(a_p)$	0,0707	0,2081
	$1/a_p$	0,0407	0,4691
	a_p^2	0,0707	0,2081

Em que: Y = variável dependente; x_i = variável independente no modelo; p = correlação de Spearman; p -valor = nível de significância; h = altura (m); d_g = diâmetro quadrático (cm); \ln = logaritmo neperiano; h_{dom} = altura dominante (m); a_p = área por planta (m^2).

Na Tabela 4 estão apresentados os coeficientes de regressão e as estatísticas de avaliação do ajuste. Independente da intensidade, os interceptos (β_0) dos modelos 1, 4 e 5 foram não significativos. Para todos os ajustes, os valores de R^2_{ajust} foram inferiores a 0,15, resultado da baixa correlação do diâmetro e altura. Em contrapartida, os valores de $S_{yx}\%$ se situaram próximos a 10%, percentual satisfatório considerando-se a natureza dos modelos avaliados. Além disso, percebe-se que a intensidade amostral não influenciou as estatísticas de avaliação

dos modelos, uma vez que não houve tendência em seus valores nos diferentes tamanhos amostrais.

Com exceção de I-10, a inclusão da variável independente h_{dom} promoveu melhoria na qualidade de ajuste e aumento na precisão das estimativas de altura. Por estas estatísticas de avaliação, para as duas menores intensidades, o modelo 5 (Embrapa) se destacou; para as intensidades I-20 e I-25, o modelo 2 (Stoffels) foi o mais adequado; para as duas maiores intensidades, o modelo 7 (Henricksen) foi considerado o melhor. Esses modelos foram também ajustados com a inclusão da variável h_{dom} . Como o modelo 5 contém h_{dom} em sua estrutura original, essa variável foi avaliada no segundo melhor modelo (modelo 2 - Stoffels) para as intensidades I-10 e I-20.

Tabela 5. Coeficientes e estatísticas de avaliação de ajuste na estimativa de altura total de árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais

Intensidade	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R^2_{ajust}	$S_{yx}\%$	Intensidade	Modelo	β_0	β_1	β_2	β_3	R^2_{ajust}	$S_{yx}\%$
I-10	1	19,71599 ^{ns}	1,45363	-0,02850	-	0,0134	10,93	I-25	1	17,7098 ^{ns}	1,47880	-0,02995	-	0,0241	10,57
	2	2,376024	0,16349	-	-	0,0537	10,35		2	2,39176	0,15508	-	-	0,0602	10,02
	3	3,025604	-3,11870	-	-	0,0458	10,39		3	3,00065	-2,80427	-	-	0,0509	10,07
	4	-15,23891 ^{ns}	0,29924	0,04289	-	0,0184	10,54		4	-6,44695 ^{ns}	0,24523	0,04577	-	0,0354	10,15
	5	17,15961 ^{ns}	0,73311	-0,03069	0,04260	0,0929	10,13		5	16,95189 ^{ns}	0,97494	-0,03050	0,02855	0,0271	10,19
	6	19,062858	-506,02974	-	-	0,0343	10,45		6	18,65970	-410,37589	-	-	0,0361	10,14
	7	8,629289	3,01086	-	-	0,0527	10,35		7	9,02457	2,82262	-	-	0,0592	10,02
2 Mod	1,66480 ^{ns}	0,33328	0,10198	-	0,1907	11,18	2 Mod	-0,74622 ^{ns}	2,52166	0,55080	-	0,1200	9,69		
I-15	1	16,70980 ^{ns}	1,46540	-0,02916	-	0,0293	10,63	I-30	1	16,29357 ^{ns}	1,46276	-0,02963	-	0,0300	10,83
	2	2,341505	0,17357	-	-	0,0586	10,27		2	2,35786	0,16228	-	-	0,0580	10,40
	3	3,036559	-3,43989	-	-	0,0545	10,29		3	2,99879	-3,01740	-	-	0,0507	10,44
	4	-11,50470 ^{ns}	0,26548	0,04449	-	0,0394	10,37		4	-4,90499 ^{ns}	0,23906	0,04670	-	0,0410	10,49
	5	15,00253 ^{ns}	0,72502	-0,03039	0,04247	0,1477	9,77		5	16,27486 ^{ns}	0,94627	-0,02965	0,02859	0,0497	10,44
	6	19,155621	-583,65063	-	-	0,0466	10,33		6	18,54101	-447,79282	-	-	0,0401	10,50
	7	8,044882	3,18070	-	-	0,0581	10,27		7	8,59293	2,89810	-	-	0,0597	10,39
2 Mod	1,547261	0,14648	0,04856	-	0,1935	9,51	7 Mod	-1,96633 ^{ns}	2,56160	0,53310	-	0,1213	10,04		
I-20	1	18,63132 ^{ns}	1,47526	-0,02952	-	0,0333	10,59	I-35	1	14,37416 ^{ns}	1,47638	-0,03011	-	0,0414	10,55
	2	2,33950	0,174536	-	-	0,0797	9,93		2	1,98589	0,28219	-	-	0,0340	10,35
	3	3,02096	-3,073942	-	-	0,0659	10,00		3	3,01310	-3,26637	-	-	0,0565	10,23
	4	-8,72634 ^{ns}	0,294751	0,043089	-	0,0431	10,12		4	-2,51855 ^{ns}	0,22266	0,04716	-	0,0467	10,28
	5	17,95602 ^{ns}	0,924535	-0,030184	0,031293	0,0371	10,15		5	14,72779 ^{ns}	1,03725	-0,030118	0,024285	0,0507	10,26
	6	18,85718	-436,69237	-	-	0,0456	10,11		6	18,68381	-482,47790	-	-	0,0458	10,29
	7	8,097030	3,16828	-	-	0,0778	9,94		7	8,52231	2,94357	-	-	0,0605	10,21
2 Mod	-2,47012 ^{ns}	2,603718	0,544721	-	0,1469	9,56	7 Mod	-0,59313 ^{ns}	2,76609	0,50187	-	0,1093	9,94		

Em que: mod = melhor modelo hipsométrico modificado; ns = não significativo; β = parâmetros; R^2_{ajust} = Coeficiente de determinação ajustado; $S_{yx}\%$ = erro padrão de estimativa em percentual.

Os gráficos de dispersão dos resíduos para os melhores modelos estão apresentados na Figura 9. Para todas as intensidades amostrais avaliadas, os modelos forneceram estimativas livres de tendência, cuja variação dos resíduos se concentrou no intervalo de $\pm 20\%$. Para poucas árvores de pequeno porte, a altura foi subestimada. Contudo, a influência no contexto do povoamento é pouco expressiva, em função da baixa frequência de árvores desse porte no plantio (Figura 6). Observa-se, também, a pouca influência na dispersão dos resíduos com a inclusão da variável independente h_{dom} .

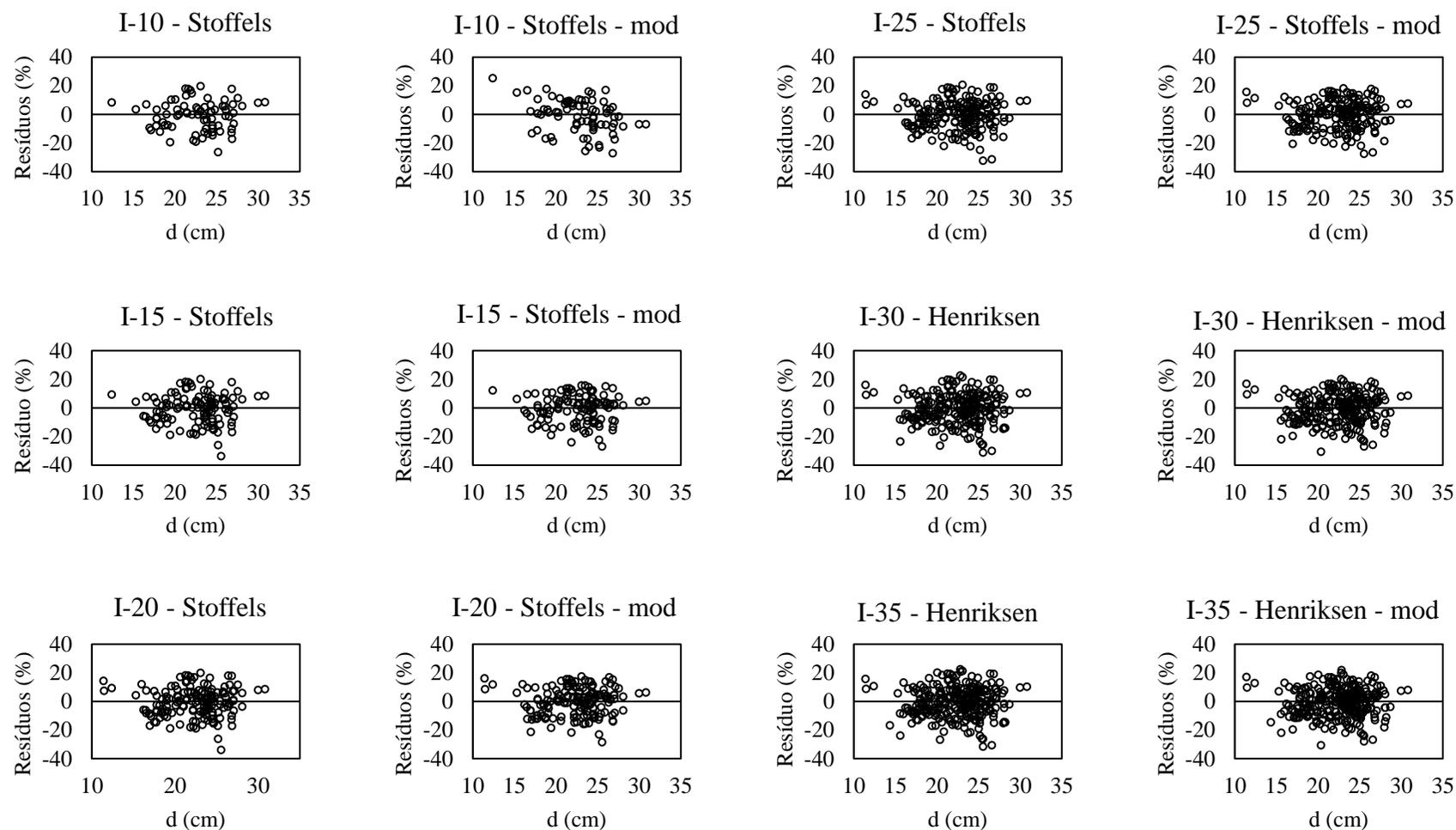


Figura 9. Dispersão de resíduos para os melhores modelos hipsométricos e sua respectiva modificação (mod) para estimar altura de árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Na Tabela 5 estão apresentados os valores de correlações de Pearson entre a altura observada e a estimada pelo melhor modelo em cada intensidade amostral. Conforme intensidade da correlação apresentada por Souza (2019), as correlações se apresentaram regulares (0,30 a 0,59). Entretanto, observa-se ligeiro aumento da correlação na medida em que se aumenta a intensidade amostral. Esses resultados enfatizam a fraca correlação entre o diâmetro e altura no plantio, onde ocorreu baixa variação da altura para árvores de diferentes portes. Além disso, pode ser resultado da baixa flexibilidade dos modelos avaliados, em que a altura é obtida basicamente em função do diâmetro. Finalmente, esses resultados podem ser reflexo de características intrínsecas do material genético ou do próprio manejo conduzido na área deste estudo.

Tabela 6. Correlação de Pearson entre alturas observadas e alturas estimadas em seu respectivo melhor modelo hipsométrico, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais

Intensidade Amostral					
I-10	I-15	I-20	I-25	I-30	I-35
0,36	0,36	0,40	0,40	0,40	0,41

Ao comparar as estimativas de altura total de I-35 com as demais intensidades amostrais avaliadas, verifica-se correlação muito forte (Tabela 6), sobretudo a partir de I-20. Isso evidencia forte proximidade das estimativas de altura entre as diferentes intensidades testadas. Em outras palavras, esses resultados indicam pouca influência da intensidade amostral no ajuste dos modelos hipsométricos, os quais resultaram em estimativas muito próximas.

Tabela 7. Correlação de Pearson entre as estimativas de altura obtidas pelo melhor modelo na intensidade I-35 com as demais intensidades avaliadas, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais

Intensidade Amostral				
I-10	I-15	I-20	I-25	I-30
0,958	0,954	0,998	0,996	0,998

Embora os valores de correlação de Pearson se apresentaram elevados, analisando-se a dispersão entre as estimativas de altura de I-35 com as demais intensidades avaliadas (Figura 10), diferentes tendências são observadas. As intensidades I-20, I-25 e I-30 forneceram estimativas de altura inferiores àquelas de I-35. Por outro lado, I-15 promoveu estimativas mais similares, mas com leve tendência à superestimação da altura. Finalmente, I-10 foi a intensidade que gerou maior amplitude dos valores estimados de altura em relação à I-35.

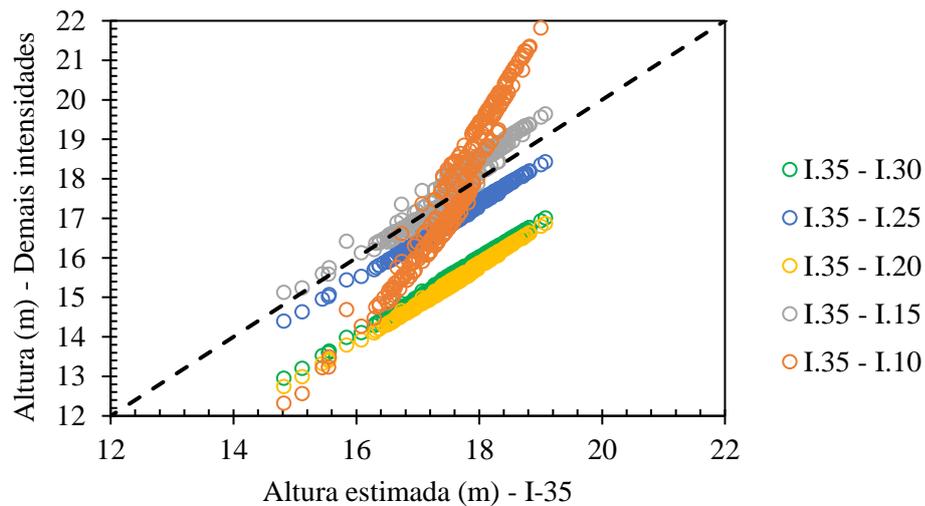


Figura 10. Dispersão entre os valores estimados de altura de I-35 com as demais intensidades avaliadas, para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

O comportamento da relação entre o diâmetro e a altura nas diferentes classes diamétricas é demonstrada na Figura 11. Consta-se valores mais baixos de correlação, principalmente nas classes diamétricas mais frequentes. Valores elevados de correlações são observados nas classes extremas, contudo, possuem baixa representatividade devido ao número de pares de dados correlacionados ser baixo (valores entre parênteses). A correlação entre diâmetro e altura para a totalidade dos dados está representada pela linha horizontal, sendo de 0,35.

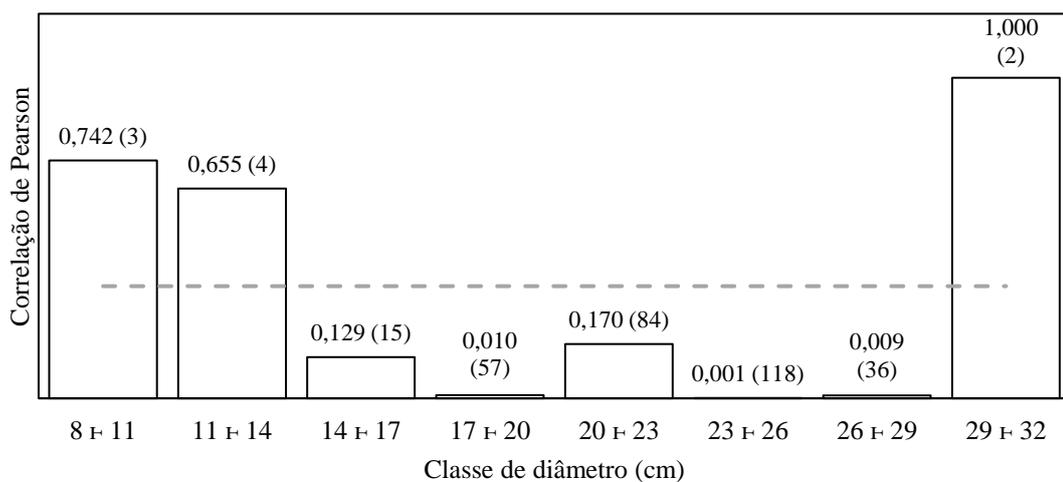


Figura 11. Correlação de Pearson entre o diâmetro e altura de árvores de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Os resultados apresentados apontam para a baixa relação entre o diâmetro e a altura das árvores do plantio, o que tende a afetar diretamente as estimativas geradas pelos modelos testados. Na Figura 12 está apresentada a altura média em diferentes classes diamétricas, acompanhadas do respectivo desvio padrão (barra vertical). Observa-se baixa variação nas diferentes classes de diâmetro, todas muito próximas à média (linha vertical), sendo de 17,61 m. A exceção é para a menor classe, contudo, sua representatividade é muito baixa no plantio.

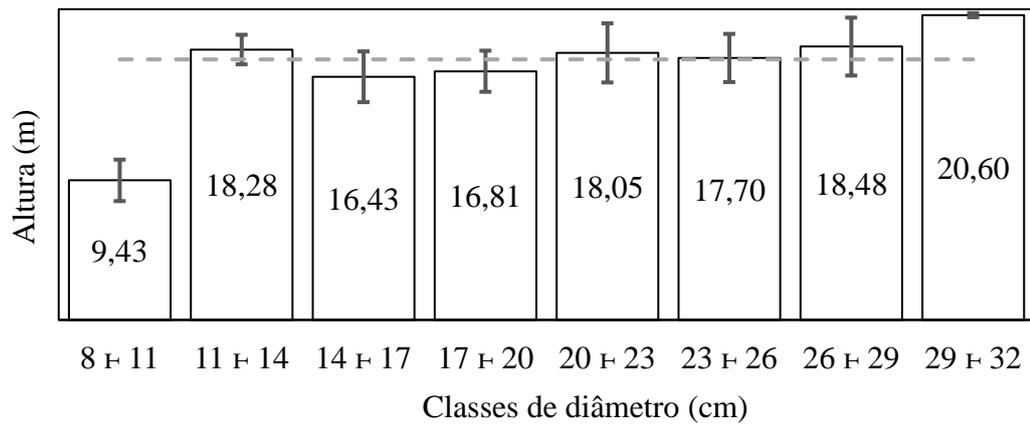


Figura 12. Altura média e respectivo desvio padrão por classe de diâmetro, em um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Conforme a Figura 13, as classes diamétricas distribuídas em torno das intensidades e a relação hipsométrica sob estudo, apresentaram-se proporcionalmente similares em termos da estrutura independentemente da quantidade de árvores amostradas.

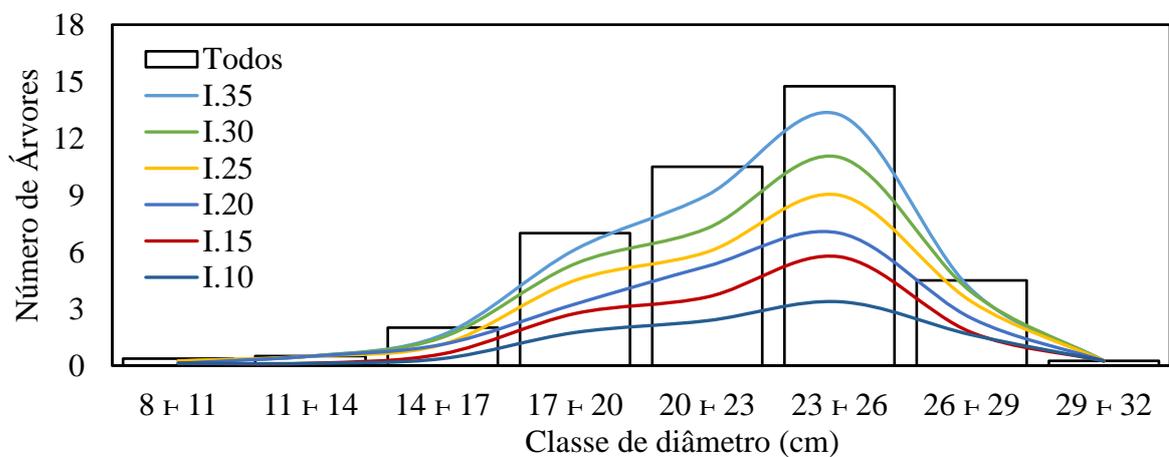


Figura 13. Distribuição diamétrica por unidade amostral para as diferentes intensidades de árvores no desenvolvimento de relação hipsométrica avaliadas de um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Para avaliar a similaridade estatística das distribuições do número de árvores por classe diamétrica nas diferentes intensidades avaliadas, o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) foi aplicado (Tabela 7). Em todas as situações analisadas, por meio do teste KS, pode-se observar que não ocorreu diferença estatística das distribuições diamétricas nas diferentes intensidades amostrais, ou seja, todas as distribuições foram aderentes. Esses resultados evidenciam que o tamanho não influenciou na descrição do tipo da população.

Tabela 8. Teste de Kolmogorov-Smirnov na avaliação da aderência das distribuições diamétricas para um plantio de seringueira em Monte Carmelo, Minas Gerais.

Intensidade	D_{calc}	D_{tab}	Intensidade	D_{calc}	D_{tab}
I-10	0,0684	0,2154	I-25	0,0259	0,2154
I-15	0,0276	0,2154	I-30	0,0184	0,2154
I-20	0,0184	0,2154	I-35	0,0110	0,2154

Em que: D_{calc} = valores calculados; D_{tab} = valores tabelados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa evidenciam a real dificuldade em gerar estimativas acuradas de altura total por meio de modelos tradicionais em plantios onde o diâmetro não explica satisfatoriamente a altura. Essa falta relação hipsométrica pode estar associada a diferentes fatores, como característica do local, característica do próprio material genético, idade, manejo da espécie, operações de plantio, deficiência nutricional, fatores climáticos, dentre outros.

É importante ressaltar que o plantio em estudo é de baixa tecnificação, o que pode ter influenciado nos resultados. Em estudo desenvolvido neste plantio, Azevedo (2022) objetivou a obtenção de estimativas de látex por meio de imagens de satélite. O índice de vegetação RGR indicou que o plantio estava passando por algum tipo de estresse, o que também pode ter influenciado os resultados.

Neste trabalho, observou-se que mesmo se o ajuste dos modelos fosse realizado por classes de diâmetros provavelmente os resultados seriam semelhantes, visto à baixa correlação do diâmetro e altura. Embora Leite e Andrade (2003) tenham destacado a importância da variável h_{dom} em equações hipsométricas, sua inclusão promoveu melhorias nos resultados de baixa magnitude.

Uma alternativa seria o uso de modelos hipsométricos genéricos, os quais são mais flexíveis em função do uso de maior número de variáveis, exigindo, nesse caso, maior dispêndio na coleta de dados em campo. Provavelmente compreenderiam melhor a variabilidade de variáveis que influenciam a altura total. Outra opção é a aplicação de redes neurais artificiais,

as quais podem ser capazes de estimar a altura em função de inúmeras variáveis e, ou características das árvores.

A depender do objetivo, o uso da média aritmética das alturas de árvores medidas em campo pode ser uma alternativa viável. Em outros casos, conforme a acurácia desejada, recomenda-se realizar a medição de todas as árvores ao invés de se considerar valores estimados. As intensidades avaliadas não foram capazes de gerar estimativas acuradas. Nem mesmo a intensidade I-35, a qual representou cerca de 90% das árvores inseridas na unidade amostral.

5 CONCLUSÃO

- Os resultados indicam que a análise da correlação entre valores observados e estimados não deve ser utilizada como único critério na seleção dos modelos;
- As variáveis diâmetro quadrático (d_g) e área útil por planta (a_p) não exerceram influência na altura total, demonstrando pouca relação com essa variável;
- A altura dominante (h_{dom}) demonstrou potencial de uso como variável independente em modelos hipsométricos para a espécie na referida região de estudo;
- Na análise de modelos hipsométricos, é importante avaliar conjuntamente diferentes estatísticas de avaliação de modelos, pois análises individuais podem levar a conclusões precipitadas;
- Considerando a intensidade amostral I-35 como comparador, as intensidades I-15 e I-25 promoveram estimativas de altura mais próximas;
- Em plantios com baixa variação da altura em relação ao diâmetro, o uso de modelos hipsométricos pode ser muito restrito e, a depender dos objetivos, o uso deve ser evitado;
- As intensidades do número de árvores avaliadas para estabelecer a relação hipsométrica não afetaram a descrição do tipo de população para a espécie na referida região de estudo.

6 REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, A. P. Versatilidade e lucro no cultivo da seringueira. **Campos e negócios**, 2020. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/versatilidade-e-lucro-no-cultivo-da-seringueira/>>. Acesso em: 16.05. 2023.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014. Doi:< [hps://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)>. Acesso em: 13 jun. 2023.
- ANGELO, J. A.; OLIVEIRA, M. D. M.; GHOBRI, C. N. Balança Comercial dos Agronegócios Paulista e Brasileiro, janeiro a novembro de 2021. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 12, p.1-16, 2021. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=15994>>. Acesso em: 20 de abril de 2023.
- ARAÚJO JUNIOR, C. A. et al. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto em diferentes amplitudes de classe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1275-1281, 2010.
- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study: studies in the organic production, structure, increment and yield of forest stands**. Oxford: Pergamon, 1970.
- AZEVEDO, H. C. R. **Modelos locais de produção de látex em seringueira utilizando variáveis dendrométricas e de sensoriamento remoto**. 2022. 47p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Minas Gerais. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/35759>>. Acesso em: 18 de abril de 2024.
- BARTOSZECK, A. C. de P. e S.; et al. Dinâmica da relação hipsométrica em função da idade, do sítio e da densidade inicial de povoamentos de bracinga da Região metropolitana de Curitiba, PR. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 517-533, 2004.
- BILA, J. M.; et al. Efeitos dos tratamentos silviculturais na dinâmica da distribuição diamétrica em uma área de floresta tropical amazônica com o uso da função Weibull. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 1684–1697, 2022. DOI: 10.5902/1980509841284. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/41284/>>. Acesso em: 4 abr. 2024.
- CROPLIFE BRASIL. **Tudo sobre o látex: da seringueira até a borracha natural**. Disponível em: <<https://croplifebrasil.org/noticias/fonte-de-latex-a-seringueira-e-uma-planta-de-alto-valor-para-a-industria>>. 2020. Acesso em: 16 de março de 2023.
- FIGUEIREDO FILHO, A.; et al. Evolution of the hypsometric relationship in *Araucaria angustifolia* plantations in the mid-south region of Paraná State. **Cerne**, Lavras, MG, v. 16, n. 3, p. 347-357, 2010.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, 2001.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. 2021. PAM: **Dados estatísticos da borracha no Brasil**. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/borracha-latex-coagulado/br>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

IWAKIRI, S. et al. Efeitos do tratamento de partículas e aceleradores de endurecimento na produção de painéis cimento-madeira de *Hevea brasiliensis*. 2017. **Floresta**, 47(3), 289-296.

LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. Importância das variáveis altura dominante e altura total em equações hipsométricas e volumétricas. **Revista Árvore**, v.27, n3, p.301-310, 2003. DOI: 10.1590/S0100 67622003000300005

LIMA, J. P. C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v.20, n.1, p.70-79, 2013.

MACHADO, S.A.; MELLO, J. M. de; BARROS, D. A. de. Comparação entre métodos para avaliação de volume total de madeira por unidade de área, para o pinheiro do Paraná, na região sul do Brasil. **Cerne**, v.6, n.2, p.55-66, 2000.

MIRANDA, R. O. V. et al. Individual models for diameter and height projection with contribution of competition index in *Pinus taeda* L. stands. **Floresta**, v. 52, n. 1, p. 179-188, jan. 2022. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/79696>>. Acesso em: 03 abr. 2024.

PELLISSARI, A. L. et al. Effect of systematic sampling intensity in the hypsometric relationship of teak stands. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 23-32, 2016.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, Piracicaba-SP. ESALQ/USP, 1985.

RIBEIRO, A. et al. Estratégias e metodologias de ajuste de modelos hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* sp. **Cerne**, v.16, n.1, p.22-31, 2010.

ROLIM NETO, F. C.; et al. Topolitossequências de solos do Alto Paranaíba: atributos físicos, químicos e mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1795-1809, 2009.

SILVA, G. F. et al. Análise da influência de diferentes tamanhos e composição de amostras no ajuste de uma relação hipsométricas para *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 685-694, 2007.

SILVA, M. J. et al. **Caracterização da borracha de genótipos do banco de germoplasma de seringueira da Embrapa cerrados - origem Amazonas**. VI Congresso Brasileiro de Heveicultura - Universidade Federal de São Carlos /Embrapa Instrumentação, Belo Horizonte /MG, 2019.

SOUZA, J. R. B. **Bioestatística – Curso prático utilizando R e Excel** – Recife: Ed. UFPE, 2019. 322p. Disponível em: <<https://editora.ufpe.br/books/catalog/download/98/108/1491?inline=1>>.