

Inventário florestal de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake em Diamantina MG.

Relatório técnico

Local: Faz. Santa Tereza, 759564
Proprietária: Giovanna Mendonça

Profissional responsável: Gabriel de Freitas Pereira
Engenheiro Florestal – Empresa chesTree



APRESENTAÇÃO

A chesTree é uma empresa de consultoria e serviços florestais, especializada nos processos que envolvem medições e realizações de inventários. A chesTree conta com profissionais qualificados e renomados do mercado, atuando na área florestal desde 1990. A sede da empresa está localizada em São Paulo, mas conta com filiais espalhadas por todo país.



1. Introdução.....	4
2. Objetivo.....	4
3. Metodologia.....	4
3.1 Localização e Caracterização da Área.....	4
3.2 Coleta de Dados.....	5
3.3 Procedimento de amostragem.....	6
3.4 Intensidade Amostral.....	6
3.5 Cubagem Rigorosa.....	7
3.6 Modelo Hipsométrico.....	7
3.7 Modelo Volumétrico.....	8
4. Resultados.....	9
5. Outras Análises.....	10

1. Introdução

Um inventário florestal é uma prática que busca a quantificação, e por conseguinte, a qualificação das florestas em diferentes aspectos, como a produção de madeira entre outros possíveis produtos, através do uso de técnicas estatísticas de amostragem. Sendo assim, o inventário visa obter o máximo de informações de uma floresta com a máxima precisão e o mínimo custo. Esses três fatores desempenham papel importante no planejamento de um inventário florestal (JÚNIOR et al., 2020).

2. Objetivo

Realizar o inventário florestal para a estimativa do volume comercial sem casca para um diâmetro mínimo de aproveitamento igual a 6 cm sem casca de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake na cidade de Diamantina, no estado de Minas Gerais.

3. Metodologia

3.1 Localização e Caracterização da Área

A área da fazenda a ser inventariada está localizada no município de Diamantina, a qual pertence à região central do estado de Minas Gerais. De acordo com dados do IBGE (2021) a estimativa é de que a cidade possua 47924 habitantes e cerca de 3861,659 km². O local no qual foi realizado o inventário está destacado na **Figura 1** em vermelho.



Legenda
 fazenda
 Google Hybrid

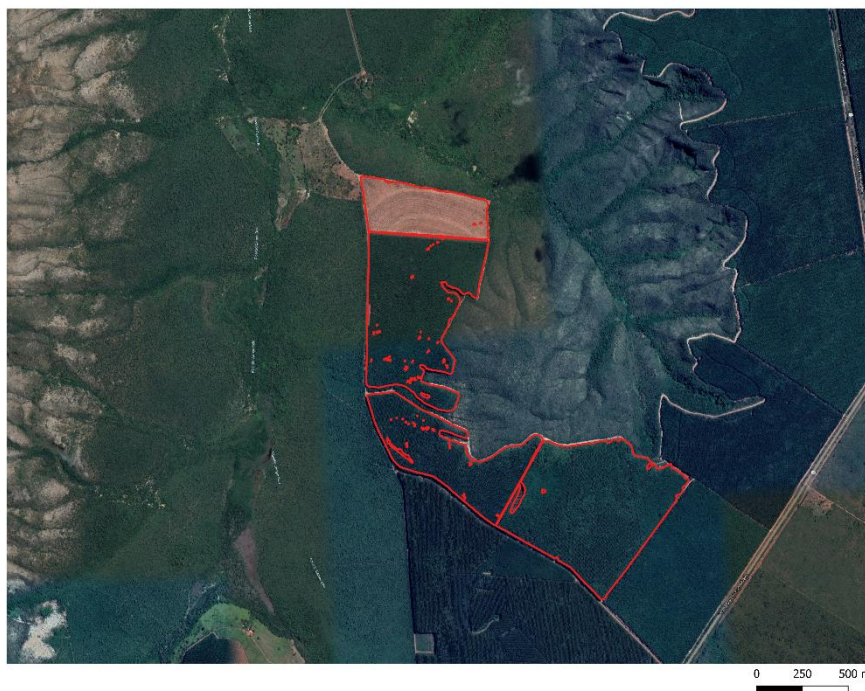


Figura 1. Imagem da fazenda obtida através do software QGIS pelo autor.

3.2 Coleta de Dados

Inicialmente, os primeiros aspectos da área foram fornecidos pela proprietária da área e foram analisadas presencialmente na fazenda, e essas informações eram sobre o espaçamento, tipo de solo, relevo, presença de patógenos, umidade do solo, entre outras informações gerais.

Depois desse processo, os dados de diâmetro à altura do peito (DAP) foram coletados a 1,3 m do solo, através do uso de uma fita métrica no sentido horizontal em relação ao solo. Quando as árvores estavam em terreno inclinado, a medição foi realizada no ponto mais elevado e no caso das

árvores inclinadas a fita métrica foi colocada no sentido perpendicular ao eixo do tronco da árvore. A altura total foi medida através de um hipsômetro Suunto. As informações adquiridas foram armazenadas em tablets, assim como o registro de informações como a localização e identificação da área e locais de acesso.

3.3 Procedimento de amostragem

Com isso, o procedimento de amostragem que foi adotado na realização do inventário após a análise dos dados foi a amostragem estratificada. Esse tipo de amostragem é um método utilizado em populações heterogêneas e foi escolhido, justamente, por conta dos materiais genéticos distintos distribuídos nas áreas de plantio da fazenda. E através da estratificação é possível distinguir subpopulações mais ou menos homogêneas, e com isso, após a determinação dos estratos é selecionado uma amostra aleatória de cada estrato. As subamostras obtidas a partir das subpopulações devem ser proporcionais aos números de elementos dos estratos, e manterem a proporcionalidade em relação a variabilidade de cada estrato.

Tabela 1. Estratos obtidos a partir dos materiais genéticos.

MATERIAIS GENÉTICOS	ESPAÇAMENTO (M)	ÁREA (HA)
26	3,60 X 2,50	17,31
35	3,60 X 2,50	43,71
35	3,60 X 2,50	52,12
53	3,60 X 2,50	27,08



3.4 Intensidade Amostral

No total foram amostradas 35 parcelas em uma área total de 140,22 hectares, dividido em 4 talhões de diferentes áreas com parcelas de 400m².

3.5 Cubagem Rigorosa

Os volumes foram calculados através da cubagem rigorosa, através do método de **Smalian (1)**, a partir dos dados de 83 árvores selecionadas.

$$V = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A+a}{2} \right) \times L \quad (1)$$

Onde:

V = volume do tronco;

A = área transversal da seção maior;

a = área transversal da seção menor;

L = comprimento da seção;

n = número de seções

Os dados de cubagem que foram utilizados nos modelos volumétricos foram:

- Números de identificação das árvores;
- Diâmetro na altura do peito;
- Altura total de algumas árvores;
- Diâmetro das árvores cubadas.



3.6 Modelo Hipsométrico

As alturas totais das árvores que não passaram por medição, foram estimadas através do modelo de **Curtis (2)**.

$$\log Ht = \beta_0 + \beta_1 \times \left(\frac{1}{DAP}\right) \quad (2)$$

Onde:

Ht = altura total

DAP = Diâmetro na altura do peito

Depois disso, foram estimados os volumes utilizando dados de altura e DAP em equações volumétricas.

3.7 Modelo Volumétrico

Foram ajustados e testados 6 modelos volumétricos conforme estão representados na **Tabela 2**.

Tabela 2. Modelos volumétricos.

Autores	Modelos
Berkhout	$v = \beta_0 \times dap^{\beta_1}$
Spurr	$v = \beta_0 + \beta_1 (dap^2 ht)$
Spurr(logarítmica)	$\ln(v) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln(dap^2 ht)$
Schumacher & Hall	$v = \beta_0 \times dap^{\beta_1} \times ht^{\beta_2}$
Schumacher & Hall(logarítmica)	$\ln(v) = \beta_0 + \beta_1 \times \ln(dap) + \beta_2 \times \ln(ht)$
Takata	$v = (dap^2 ht) / (\beta_0 + \beta_1 \times dap)$

onde: v=volume individual [m^3/arv], dap=diâmetro na altura do peito [cm] e ht = altura total [m].



Tabela 3. Erro padrão residual dos modelos volumétricos testados.

MODELOS	COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (%)	ERRO PADRÃO RESIDUAL (%)
BERKHOUT	-	13.46628
SPURR	99.28	5.258375
SPURR LOG.	98.26	9.19
SCHUMACHER & HALL	-	4.409745
SCHUMACHER & HALL LOG.	98.64	8.14
TAKATA		5.450677

Com os dados de erro padrão residual apresentados na **Tabela 3.**, devidamente corrigidos para a mesma escala, foi possível comparar os diferentes modelos através do erro padrão residual o qual auxiliou a indicar qual foi o melhor modelo encontrado. Sendo assim, o menor erro padrão residual foi encontrado no modelo de Schumacher & Hall, o qual também apresentou uma boa dispersão que foi perceptível através do gráfico apresentado na **Figura 2**, devido a sua distribuição ser mais agrupada em torno do zero, com baixa quantidade de outliers.

Os demais gráficos de dispersão dos resíduos estão disponíveis no [Anexo I](#) para visualização, assim como, os dados referentes aos gráficos de normalidade de cada modelo testado estão disponibilizados no [Anexo II](#).

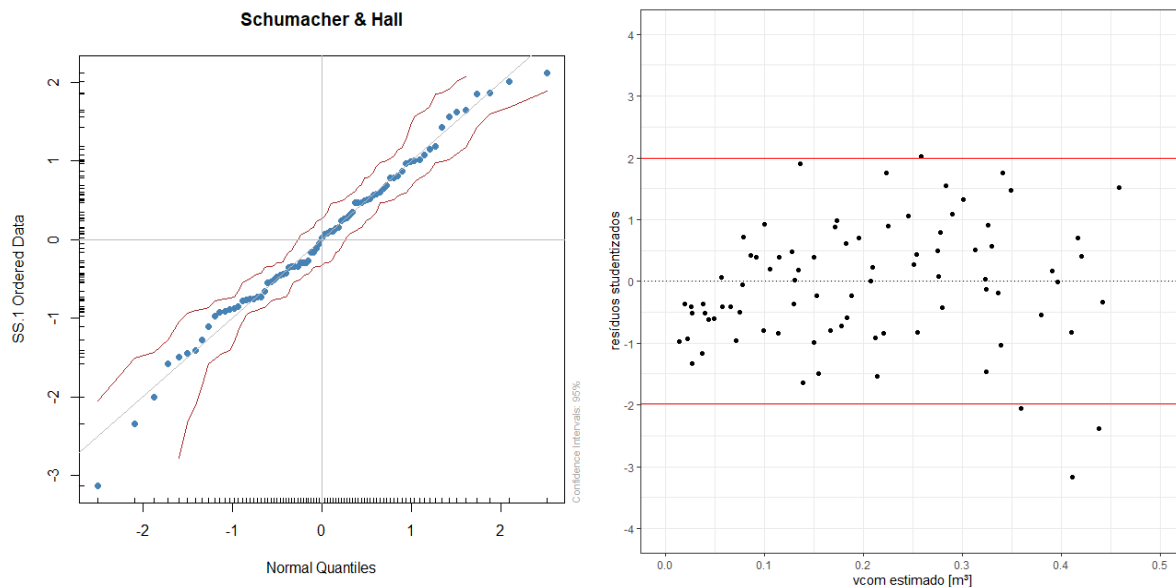


Figura 2. Normalidade do modelo Schumacher & Hall e resíduos studentizados a partir do volume comercial sem casca.

4. Resultados

A estimativa do volume comercial sem casca foi feita a partir de um erro de amostragem de 5% de significância. Após o inventário ser processado foi gerado o mapa da **Figura 3** através do software R 4.1.1, demonstrando a distribuição do volume na área em metros cúbicos por hectare.

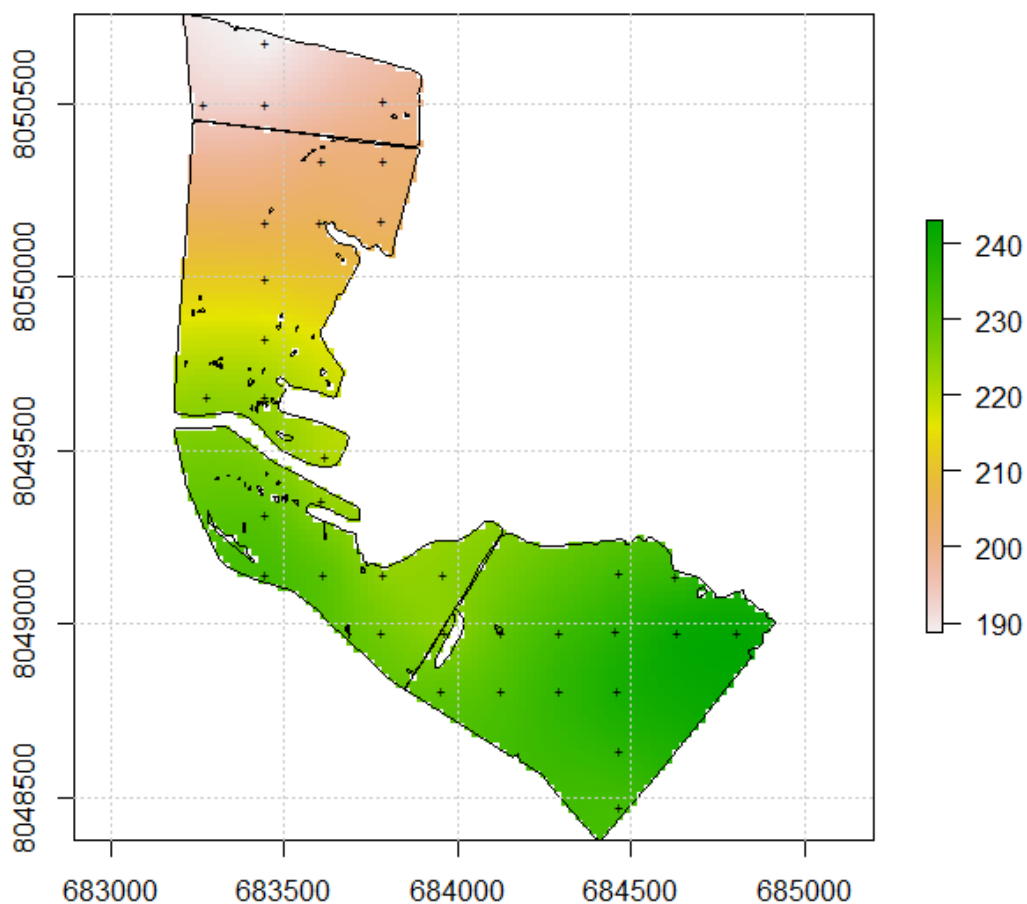


Figura 3. Distribuição do volume comercial sem casca na área inventariada.

De acordo com os dados obtidos no processamento do inventário, pode-se esperar uma produção média da fazenda de 31186.75m^3 , com um intervalo de confiança de 29313m^3 a 33060.5m^3 , o que expressa um erro de 6 % em relação ao valor médio.

5. Outras Análises

Como podemos perceber na **Figura 4**, o material genético mais utilizado foi o 35, justamente pelo mesmo ocupar 2 talhões distintos.

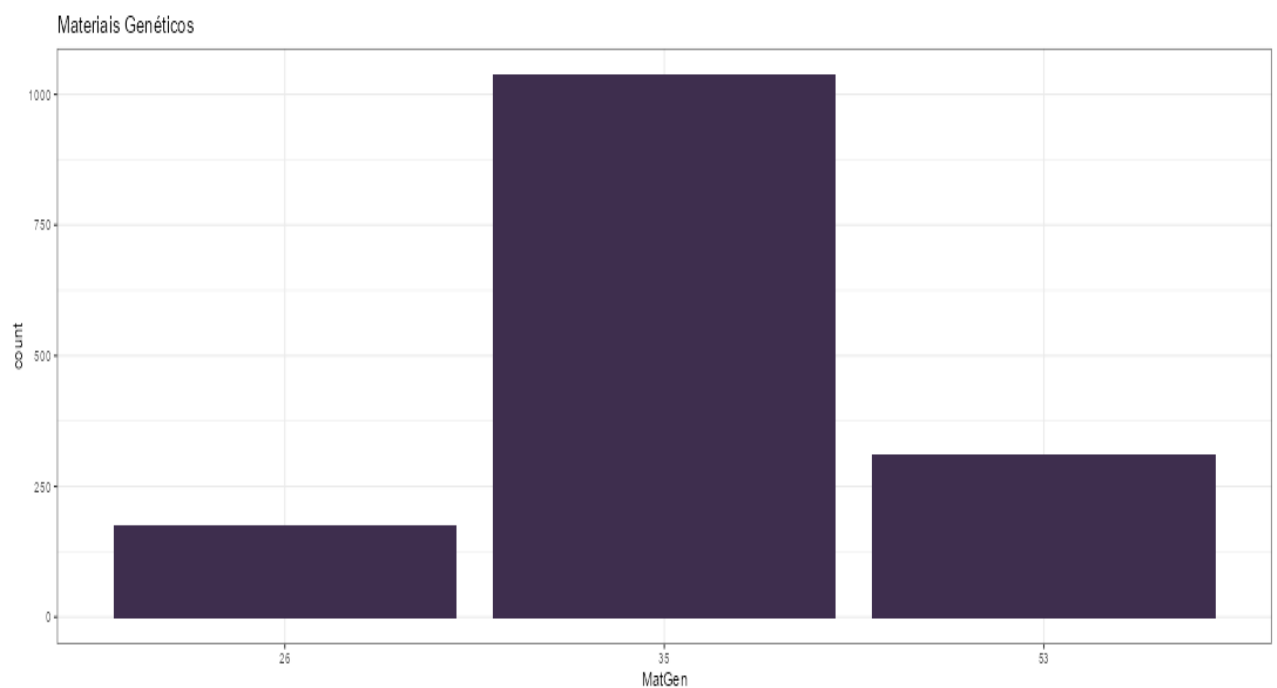


Figura 4. Frequência dos materiais genéticos na área inventariada.

Através da **Figura 5**, é possível afirmar que o inventário não foi prejudicado pela qualidade do material disponível, pois grande parte dos dados eram de árvores normais, confirmando o que se espera de uma área de boa qualidade.

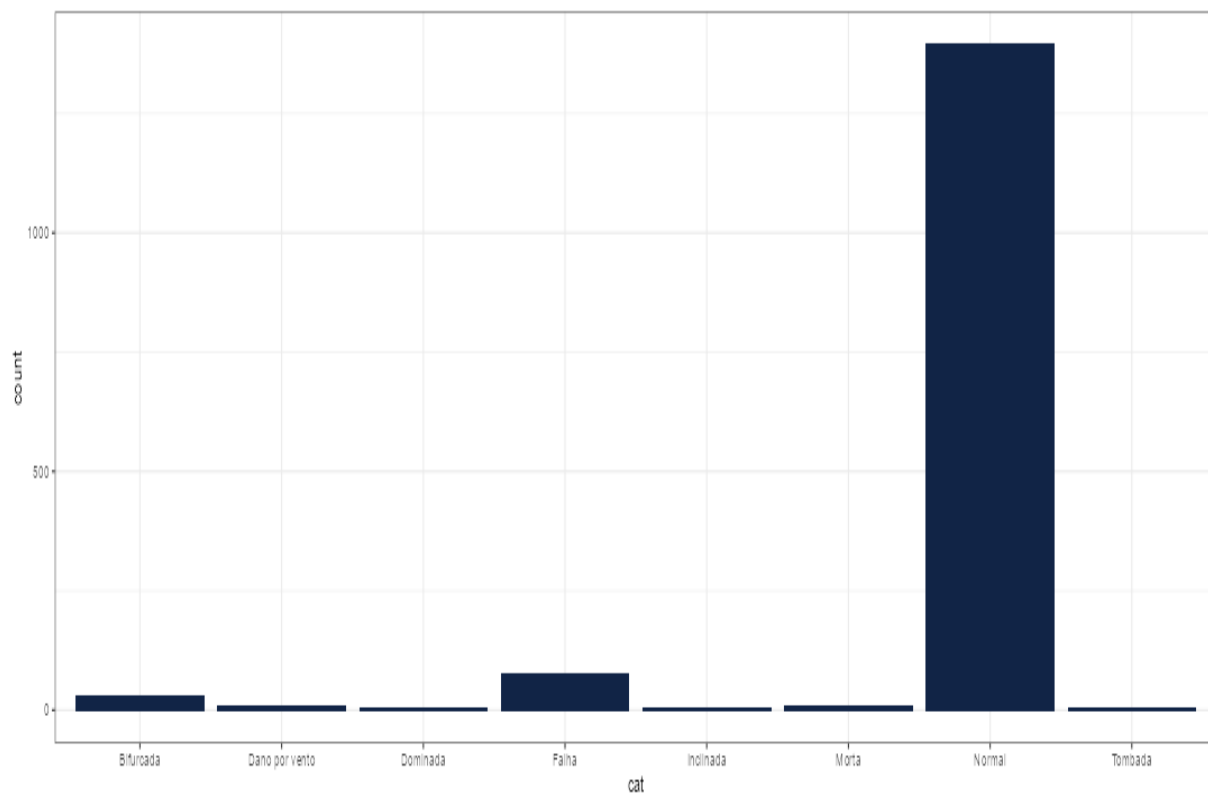


Figura 5. Categoria das árvores da área inventariada

Referências

JÚNIOR, C. F. D. et al. Measure: sistema de coleta de informações para inventário florestal. **Tecno-Lógica**, 2020.

[Anexo I](#)

[Anexo II](#)