



PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS DO VOLUME POR UNIDADE DE ÁREA DE UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus saligna*



Christian D.CABACINHA

Professor da Faculdade de Engenharia Florestal da FIMES – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior de Mineiros-GO

José M.MELLO

Professor do Curso de Engenharia Florestal da UFLA – Universidade Federal de Lavras

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de comparar os volumes estimados por parcela no inventário florestal, a partir dos modelos de simples entrada e dupla entrada associado à relação hipsométrica, fatores de forma médio e por classe diamétrica. Os resultados mostram que o inventário processado a partir de uma equação de dupla entrada associada à relação hipsométrica e o fator de forma médio por classe diamétrica, oferecem resultados semelhantes na estimativa do volume por parcela. Os outros tratamentos se diferiram, sendo que a equação de simples entrada forneceu uma subestimativa do volume da parcela e o fator de forma geral, ao contrário, forneceu uma superestimativa do volume.

PALAVRAS-CHAVE: estimativa volumétrica, inventário florestal.

ABSTRACT

The objective of this research were to compare the parcel's estimated volume given by the forestry inventory for this purpose simple and doble entry models associated with to hypsometric relation tape factor and average tape factor for diametric classes were used. The results obtaimmed from traditional inventory, i. e. with the volume of the parcels estimated by doble entry equation with the inventory processed without the trees hight variable or with its estimation done taking into account the hypsometric relation. It was shown that the inventory results of doble entry equation combined with the hypsometric relation and of the average general form factor were similar. The other methods presented results different. The simple entry method and the average general form factor, resjutely, under and over estimated the volumes.

1. INTRODUÇÃO

A importância do setor florestal para o desenvolvimento econômico do país justifica o conhecimento adequado do estoque florestal, para que um planejamento de curto, médio e longo prazo possa ser realizado. Em cada talhão o conhecimento do estoque é obtido através do inventário florestal pré corte. Já a médio e longo prazo é necessário conhecer a dinâmica da floresta o que é viabilizado através do inventário florestal contínuo.

A variável que expressa estoque florestal é o volume. Ele pode ser obtido por estimativas através de modelos matemáticos ajustados a uma base de dados. Existem na literatura modelos volumétricos de simples, dupla e tripla entrada, sendo esta última modalidade de modelos, pouco aplicada no Brasil (Scolforo, 1997). O volume pode ainda ser quantificado através dos fatores de forma e os modelos de dupla entrada podem aparecer associados às relações hipsométricas, que são modelos para estimar a altura.

Segundo Peichl (1985), o fator de forma, era um elemento bastante importante e indispensável no cálculo do volume individual ou de um povoamento. Atualmente, é usado como uma terceira variável independente

em modelos matemáticos.

Scolforo (1993), afirma que a utilização de relação hipsométrica é uma opção de trabalho controvertida, mas de grande significado prático, a medida em que é utilizada.

Os modelos volumétricos de dupla entrada, mostram superiores, em relação a sua precisão, aos de simples entrada em estimativas dos volumes individuais (Franco, 1996). Este modelos são tradicionalmente mais utilizados nos inventários florestais. Contudo, o comportamento de suas estimativas, nos volumes das parcelas quando comparados às outras formas de estimar o volume, ainda é contraditório. Neste contexto, este estudo tem por objetivo fazer uma simples comparação entre os volumes estimados por parcela no inventário florestal, a partir das melhores equações ajustadas de simples entrada, dupla entrada associada à relação hipsométrica (inventário tradicional) e do fator de forma médio e fator de forma médio por classe diamétrica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados para desenvolvimento deste estudo foram obtidos em uma área de propriedade da empresa Melhoramentos de São Paulo Arbor Ltda, localizada no município de Camanducaia, no sul do estado de Minas Gerais, nas coordenadas, 46° 05' 14" longitude oeste, 22° 49' 24" latitude sul e a 1.303 metros de altitude. A área onde foram coletados os dados corresponde ao talhão 336 de 54,37 ha, de *Eucalyptus saligna*, com 6,5 anos e plantados no espaçamento 2,5 x 2,5 m. Foram cubadas rigorosamente um total de 65 árvores de *Eucalyptus saligna* no talhão 336 distribuídas em classes diamétricas. Foram mensurados os diâmetros, para fins de cubagem rigorosa, nas seguintes posições: 0,30; 0,60; 0,90; 1,20; 1,30; 1,50; 1,80; 2,10; 2,40; 2,70; 3,00 e assim sucessivamente de 2 em 2 metros, até a altura total. As 65 árvores cubadas foram distribuídas em 05 classes de diâmetro com no mínimo 13 árvores em cada classe. Utilizando os dados da cubagem rigorosa, os volumes de cada árvore da parcela foram calculados pelo método de Smalian, e com dados de volume, dap e altura total, foram ajustados em um software de estatística, todos os modelos matemáticos encontrados na literatura. Através das medidas de precisão da regressão foi selecionado uma equação de dupla entrada, uma de simples entrada, uma relação hipsométrica para associá-la à equação de dupla e calculados os fatores de forma médio e médio por classe diamétrica. O inventário foi realizado seguindo a mesma metodologia utilizada pela empresa. O procedimento de amostragem adotado foi a Amostragem Casual Simples (ACS). Foram lançadas aleatoriamente 12 parcelas no talhão. A área da parcela utilizada no inventário foi de 400 m². Pode-se então aplicar às 12 parcelas os 4 métodos de estimativas do volume das árvores individuais, obtendo na seqüência o volume total da parcela.

Para cada método de estimativa do volume, processou-se o inventário florestal. Deste processamento obteve-se, CV%, E% e o intervalo de confiança. Posteriormente verificou-se a precisão dos inventários através dos erros em percentagem e dos intervalos de confiança gerados por cada procedimento. Estes intervalos nos dá a amplitude de variação, dentro do qual o valor verdadeiro da característica de interesse está contido, com um determinado nível de significância. O intervalo de confiança será tanto menor quanto mais preciso for o inventário florestal. Os tratamentos que foram utilizados na verificação da precisão dos inventários gerados a partir de cada método foi: T1 - Modelos volumétricos de dupla entrada associado à relação hipsométrica (V DE+RH), T2 - Modelos de simples entrada (V SE), T3 - Fator de forma geral associado à relação hipsométrica ajustada (V f1,3 - Geral) e T4 - Fator de forma por classe diamétrica associado à relação hipsométrica ajustada (V f1,3 - CLD).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da precisão das estimativas com base nas parcelas do inventário é justificada pelo fato de que as equações proporcionaram um erro de estimativa média por árvore. Porém, como este erro é para mais e para menos, espera-se que ao obter o volume da parcela o mesmo diminua. Esta diminuição pode mostrar diferenças nas estimativas volumétricas. As equações para as estimativas de volume das árvores das parcelas foram, simples entrada, dupla entrada e a relação hipsométrica, os fatores de forma calculados foram, V f1,3 (Geral) = 0,510124 e V f1,3 (Classe Diamétrica) podem ser vistos na tabela 1. Na tabela 2 estão apresentados os volumes totais por parcela estimados pelos 4 métodos testados no inventário florestal. Na tabela 3, estão apresentados os resultados do inventário florestal processado a partir dos volumes totais por parcela apresentados na tabela 2, por parcela e extrapolado para o hectare.

A análise da precisão das estimativas com base nas parcelas do inventário é justificada pelo fato de que as equações proporcionaram um erro de estimativa média por árvore.

Tabela 1: Fatores de forma por classe diamétrica para o povoamento de *Eucalyptus saligna* estudado.

Número da Classe	Classe Diamétrica	Fator de forma
1	05 – 10	0,483650
2	10 – 15	0,584495
3	15 – 20	0,525717
4	20 – 25	0,517977
5	25 – 30	0,438784
Média		0,516120

Tabela 2: Volumes obtidos pelos tratamentos por parcela do inventário.

Parcela	Tratamentos			
	V DE-RH	V SE	V f ₂ (Geral)	V f ₂ (CLD)
01	13,34920	13,14199	15,82734	13,50689
02	14,25443	13,45901	16,83292	14,28472
03	13,88501	14,25044	16,76364	13,98272
04	13,69341	13,66865	16,21937	13,84855
05	15,32296	14,93038	18,20584	15,33945
06	12,47831	12,40941	14,93219	12,60407
07	15,63677	15,26240	18,47310	15,82113
08	15,93804	15,27479	19,02308	15,87720
09	15,25193	15,00045	18,17718	15,27171
10	11,60974	11,82796	13,74683	11,76269
11	15,11113	15,08944	18,23507	15,20518
12	17,13783	16,47023	20,44061	17,10531
Média	14,47406	14,23210	17,23993	14,65080

Tabela 3: Resultados do inventário florestal.

ESTATÍSTICA	TRATAMENTOS			
	V DE-H	V SE	V FC	V FC
Média/parcela	14,47406	14,23210	17,23993	14,55080
Média/ha	361,8515	355,8025	430,9983	363,7700
CV %	10,79	9,52	10,88	10,36
E %	6,82	6,02	6,88	6,56
IC parcela	13,49 μ 15,46	13,38 μ 15,09	16,05 μ 18,43	13,60 μ 15,50
Amplitude	1,97	1,71	2,38	1,90
IC /ha	337,25 μ 386,50	334,50 μ 377,25	401,25 μ 460,75	340,00 μ 387,50

Os estatísticas a nível de parcela são à média das 12 parcelas medidas.

* Os estatísticas a nível de parcela são à média das 12 parcelas medidas.

** O erro em porcentagem e os intervalos de confiança foram gerados para um nível de probabilidade de acerto de 95% e um para um nível de significância $\alpha=0,05$ e 11 graus de liberdade (12 – 1), $t = 2,201$.

Pode-se observar através da tabela 3, que todos os tratamentos nos forneceram um erro em porcentagem abaixo de 10%, ou seja, dentro do admissível para um bom inventário. O inventário gerado a partir do modelo de simples entrada foi o que forneceu o menor erro, e a menor amplitude de variação do intervalo de confiança, portanto foi o método mais preciso, seguido pelo fator de forma médio por classe de diâmetro e modelo de dupla entrada. O fator de forma médio geral foi que forneceu os piores resultados e a maior amplitude de variação do intervalo de confiança. Portanto, como todos os modelos testados para o processamento do inventário apresentaram erros dentro do admissível, o inventário florestal pode ser processado utilizando-se qualquer um deles, devendo observar que o fator de forma médio geral superestima significativamente o volume em relação aos demais modelos. Ao analisar os intervalos de confiança por parcela ou por hectare, verificou-se que os limites são muito semelhantes, ou seja, há uma grande sobreposição entre si, exceto para o fator de forma médio geral. Pode-se afirmar com 95% de probabilidade de acerto, que o volume médio por hectare varia de 334,50 a 387,50 m³ de madeira, sem considerar as estimativas efetuadas através do fator de forma médio geral. Analisando a precisão (E%) e o intervalo de confiança, percebe-se claramente que o modelo de simples entrada proporcionou estimativas confiáveis da média.

CONCLUSÕES

Para efeito da obtenção de erros abaixo de 10%, qualquer método testado pode ser utilizado, os quatro métodos propiciaram precisão dentro do admissível, mostrando que estão habilitados para serem utilizados no processamento do inventário. Entretanto, não se recomenda o uso do fator de forma médio geral para a estimativa do volume por árvore ou por parcela. Sugere-se ainda, que sejam cubadas um maior número de árvores, sobretudo nas menores classes diamétricas, a fim de captar o máximo de variação existente para a variável dependente e melhorar as estimativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCO, E.J. Estudo dos métodos estimativos do volume, biomassa e níveis de produtividade

para *Eucalyptus camaldulensis*. Lavras, 1996. 103p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal). UFLA.

PEICHL, B. O fator de forma ($F_{1,3}$) em algumas equações de volume para *Araucaria angustifolia*, *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* no sul do Brasil. **Paraná Florestal**, v. 2, n. 6, p. 15-20, 1985.

SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração Florestal 3: Relações quantitativas: em volume, peso e a relação hipsométrica**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993.

SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal 2: técnicas de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos da madeira**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. il.: 292p. (Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).
