

Comparação dos métodos de amostragem parcela de área fixa e strand em floresta de eucalipto

Comparison of sampling methods and fixed-area plot strand in eucalyptus forest

Fernando Elair Vieira Santos, Josimar Mendes Araújo e Wallisom Cleuton Andrade

Resumo - No presente trabalho foram comparados os métodos de amostragem de Área Fixa, Strand, quanto à precisão. O estudo foi realizado em povoamento de *Eucalyptus spp.*, de 4 anos, situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista (IFMG-SJE) inventariado, pelos dois métodos de amostragem, com 95% de probabilidade de confiança. Os parâmetros avaliados pelos métodos de amostragem foram: volume médio (m^3/ha); variância, em m^3/ha (s^2); desvio padrão, em m^3/ha (s); coeficiente de variação, em % (cv); intervalo de confiança (ic); estimativa mínima confiável em m^3 (emc); erro-padrão da média em m^3 (s_y); volume total estimado para a população (\hat{y}); erro de amostragem ($e\%$). Os resultados mostraram que houve pouca diferença entre os dois métodos, sendo mais recomendável o método de Parcela de área fixa que proporcionou um erro-padrão da média e erro de amostragem menor que o método de Strand, sendo o mais preciso no presente trabalho.

Palavras chave: amostragem; inventário florestal; estimativas de área

Abstract - In the present study we compared the methods of sampling Fixed Area, Strand, for accuracy. The study was conducted in a stand of *Eucalyptus spp.*, age 4, located at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais - Campus St. John the Evangelist (IFMG-SJE) inventoried by the two sampling methods, with 95% probability confidence. Parameters evaluated by sampling methods were: average volume (m^3 / ha); variance in m^3 / ha (s^2), standard deviation, in m^3 / ha (s), coefficient of variation in% (hp) range confidence (ic); reliable minimum estimate m^3 (emc), standard error of the mean in m^3 (sy); volume estimated for the population (y); sampling error ($and\%$). The results showed that there was little difference between the two methods, being the most recommended method Portion of fixed area that provided a standard error of the mean and sampling error smaller than the method Strand, sendo the most accurate in the present work.

Keywords: sampling, forest inventory; area estimates

INTRODUÇÃO

Os produtos florestais são utilizados em diversas atividades, desde as construções civis aos adornos de madeira, cobrindo uma variada gama de utilidades, indispensáveis ao bem-estar do homem. Dentro desse contexto surge como alternativa o manejo florestal, cujo princípio é a manutenção da produção de bens e serviços em quantidade e qualidade para gerações presentes e futuras (FARIAS et al., 2002).

Segundo Tomaselli & Siqueira (2006), as plantações florestais são atualmente responsáveis por mais de 70% da madeira industrial consumida no Brasil e são baseadas principalmente em *Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.* (mais de 95% do total).

As informações referentes ao estoque de madeira, nos sentidos qualitativo e quantitativo, necessárias ao planejamento são obtidas por meio do inventário florestal. Essas informações, que normalmente se referem ao volume da floresta e/ou a outra variável dendrométrica, que podem ser obtidas por procedimentos de amostragem

ou pela enumeração total das árvores, procedimento conhecido como censo (MELLO et al., 2009).

Em virtude das limitações de recursos financeiros, tempo, mão-de-obra, acesso e tamanho das florestas, é impraticável inventariar 100% da área das florestas. Assim, há a necessidade do emprego de métodos de amostragem, com o objetivo de obter estimativas precisas e eficientes de diferentes parâmetros populacionais de interesse (FARIAS et al., 2002).

Tradicionalmente, o método de amostragem mais utilizado para inventariar florestas equiâneas e inequiâneas é o método que se baseia na alocação de parcelas de área fixa. Este método geralmente possui custo elevado e exige maior tempo para os levantamentos, devido à marcação e medição de um grande número de árvores. Assim sendo, torna-se importante analisar diferentes métodos de amostragem, visando reduzir o tempo e o custo de execução do inventário, sem perda de precisão (FARIAS et al., 2002).

Neste método de amostragem, a seleção de indivíduos é feita proporcional à área da unidade, e

Recebido em 26/12/2012 aceito em 30/03/2013

1 Possui graduação em Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (2010). Atualmente sou mestrando do PPG em Ciências Florestais da UFES, na área de Silvicultura E-mail: fernandoelair@gmail.com

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais-IFMG-Campus São João Evangelista E-mail: josimar.araujo@aperam.com

4 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais-IFMG-Campus São João Evangelista E-mail: wallisomcleuton@hotmail.com

conseqüentemente, à frequência dos indivíduos que nela ocorrem. As variações de forma e tamanho das unidades amostrais constituem as variáveis fundamentais para avaliação de sua aplicação de prática (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1997).

O método de Strand focaliza fundamentalmente o critério probabilístico da seleção de indivíduos na unidade amostral com proporcionalidade ao diâmetro, para o cálculo da área basal e número de árvores por hectare, e proporcionalidade à altura das árvores, para se obter o volume e também o número de árvores por hectare. Sua abordagem é feita em linhas (15,7m) dentro da floresta (PÉLLICO NETTO & BRENA, 1996)

Neste contexto, este estudo objetivou comparar as estimativas dos métodos de amostragem de Área Fixa e o de Strand quanto a sua precisão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, o inventário florestal foi realizado no talhão de área 8,32 ha povoado com árvores clonais de um híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* "Urograndis" de 4 anos, situado no

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista (IFMG-SJE) na região Centro Nordeste de Minas Gerais. O IFMG-SJE encontra-se a 22°13'16 "de latitude Sul e 54°48'2" de longitude Oeste.

O inventário florestal foi realizado em duas etapas: o primeiro passo realizado foi o lançamento do método Parcela de Área Fixa. Foi utilizado o procedimento de amostragem através do método de amostragem sistemática. Foram alocadas 5 parcelas no tamanho de 600m², 20 x 30m², onde lançou 3 parcelas no sentido da declividade com distância entre as parcelas de 10m cada e 2 parcelas com distância horizontal de 20m das 3 parcelas e com 10m de distância entre si.

Em cada parcela alocada, mediu-se seu desnível, obtendo-se a declividade e fazendo as devidas correções do terreno para alocar cada parcela (Tabela 1). Foram utilizadas estacas e fitas coloridas na demarcação dos limites de cada parcela. Os dados coletados foram DAP com a fita métrica, altura (H) de 10 árvores qualificadas com clinômetro eletrônico.

Tabela 1 Dados para correção da área para alocação das parcelas

PARCELAS DE ÁREA FIXA	DESNÍVEL (m)	ÁREA EM M ² DA PARCELA
1	5,4	527,94
2	3,6	564,53
3	2,2	585,98
4	4	557,08
5	3	574,69

O segundo passo foi o emprego do método de Strand. Foi utilizado o limite inferior e do lado direito de cada parcela utilizada no método de Área Fixa para demarcar o comprimento da linha de 15,7m, sendo está linha alocada de forma diagonal na parcela de (20 x 30 m²), sendo quantificadas todas as árvores do lado esquerdo da linha. Para a qualificação das árvores foi utilizado a Barra de Bitterlich dando-se um giro de 360, qualificando as árvores de acordo com a abertura da barra (fator k = 1). Todas as árvores qualificadas foram medidas com a suta, dois DAPs para se obter o diâmetro médio e altura de 10 árvores.

Os dados coletados foram transferidos para o programa Microsoft Excel® onde foram realizados os cálculos estatísticos com as equações descritas por Soares et al. (2006).

Os dados de altura e diâmetro foram utilizados para cálculo do volume com casca das árvores pela Eq 1.

$$\text{LnVc/c} = -9,72622 + 2,05706 * \text{LnDAP} + 0,76944 * \text{LnH} \quad (1)$$

Onde:

LnVc/c – logaritmo neperiano do volume com casca

Tabela 2: Parâmetros avaliados pelos métodos de amostragem; Volume Médio (m³/ha); Variância, em m³/ha (S²); Desvio Padrão, em m³/ha (S); Coeficiente de Variação, em % (CV); Intervalo de confiança (IC); Estimativa Mínima

LnDAP – logaritmo neperiano do Diâmetro a Altura do Peito

LnH - logaritmo neperiano da altura

No método de Strand foram obtidas as estimativas para os cálculos estatísticos com as equações descritas por Péllico Netto & Brena (1996).

As estatísticas utilizadas para os métodos de Parcela de Área Fixa e Strand foram Média Volumétrica (m³/ha), Variância (m³/ha), Desvio Padrão (m³/ha), Coeficiente de Variação (m³/ha), Intervalo de Confiança (m³), Erro Padrão da Média (m³) que se considerou a população infinita, Erro de Amostragem (% e m³) e Estimativa total da população (m³). Os dados foram submetidos ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão expressos os parâmetros obtidos nos métodos de amostragem de Parcela de Área Fixa e Strand.

Confiável em m^3 (EMC); Erro-padrão da Média em m^3 (S_y); Volume total estimado para a população (\hat{Y}); Erro de Amostragem, em % (E%)

Parâmetros	Parcela de Área Fixa	Strand
Volume médio (m^3/ha)	195,5643	192,8281
S^2 (m^3/ha) ²	412,1504	413,9825
S (m^3/ha)	20,3015	20,3466
CV (%)	10,38098	10,5517
IC (m^3/ha)	170,3567 < Y < 220,772	167,5644 < Y < 218,0917
EMC (m^3/ha)	176,2258	173,4466
$S_{\hat{Y}}$ (m^3)	9,0791	9,0993
\hat{Y} (m^3)	1627,095	1604,329
E (%)	12,8897	13,1016

Com base nos cálculos obtidos pelos dois métodos diferentes, mas de mesma objetividade pode-se observar poucas divergências comparativas entre si. O uso de parcelas de área fixa proporcionou a avaliação de um valor maior de volume médio por hectare no entanto pouco superior ao de Strand. De forma semelhante ao seguinte estudo Moscovich et al. (1999) compararam quatro métodos de amostragem de área variável (Strand, Prodan, Quadrantes e Bitterlich) com o método de área fixa, com o objetivo de determinar a eficiência de cada um deles na estimativa de parâmetros quantitativos e qualitativos da população concluíram que através da análise de variância, verificou-se que os métodos não apresentaram diferenças significativas na estimativa do volume por hectare.

O coeficiente de variação, por apresentar índice baixo, demonstra que há uma baixa dispersão de dados entre as unidades de amostra dentro dos métodos de amostragem tendo aplicações na pesquisa para comparar a precisão de para estimar o volume de florestas nativas é o método de Parcela de Área Fixa. Já Moscovich et al. (1999) e Nascimento et al., (2004) os métodos baseados em distâncias possuem vantagens sobre os métodos de parcelas de área fixa como o ganho de tempo em não se instalar parcelas; maior rapidez no campo permitindo que uma amostra de maior tamanho seja tomada, aumentando a precisão das estimativas; uma melhor cobertura espacial das unidades amostrais, o que permite uma maior representação da floresta e um maior conhecimento da mesma pelas pessoas que realizam o levantamento.

Em relação aos resultados observados para o intervalo de confiança demonstraram nível semelhante em torno da média do volume para os dois métodos, o mesmo foi observado por Gomes et al. (2011) em que o seu estudo consistia em comparar a utilização do método de Bitterlich e Prodan para um inventário florestal realizado em um povoamento de eucalipto com 8 anos de idade.

A mesma semelhança foi observada para as estimativas erro-padrão da média e erro de amostragem em que o método de Parcelas de área fixa obteve menores valores destes parâmetros que o de Strand. Já Santos et al. (2012) testando a estimativa volumétrica pelos métodos de

diferentes experimentos. Entretanto, a qualificação de um coeficiente como alto ou baixo requer familiaridade com o material que é objeto de pesquisa. No presente estudo os coeficientes de variação demonstraram nível semelhante em torno da média do volume para os dois métodos, 10,38% para Parcela de área fixa e 10,55% para Strand. Discordando desses resultados Moscovich et al. (1999) encontraram dispersão entre os valores observados sendo o coeficiente de variação do método de Parcelas de área fixa bem inferior ao de de Strand sendo 12,97 e 42,52% respectivamente.

Segundo Soares et al. (2006) a precisão é um conceito qualitativo e usado para caracterizar a magnitude dos erros presente na medida, ou seja, quanto menor a magnitude dos erros, maior a precisão requerida da medida em estudo.

Em florestas inequidiana, este comportamento de precisão se diferencia em alguns trabalhos é o caso de Sobrinho (2003), que mostra que o método mais preciso Prodan e Quadrantes concluíram que o método de Quadrantes proporcionou um erro-padrão da média e erro de amostragem menor que o método de Prodan sendo então o mais preciso.

Para uma maior precisão de comparação dos parâmetros avaliados no presente estudo, seria necessária a obtenção dos dados de toda a população, no entanto, esse é um procedimento em que se torna inviável a medição de toda a área, por isso, realizou-se a amostragem que permitiu avaliar uma porção representativa da área

CONCLUSÃO

O método de área fixa proporcionou um erro-padrão da média e erro de amostragem menor que o método de Strand. Estes parâmetros mostram que o método de Parcela de área fixa foi o mais preciso no presente trabalho

REFERENCIAS

- FARIAS, C. A.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L. DE.; LEITE, H. C. Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequias. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 541-548, 2002. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622002000500003>. Acesso em 03 fev.2013.
- GOMES, K. B. P.; MACHADO FILHO, V. A.; SILVA, V. P.; SILVA, A. G. Comparação dos métodos de amostragem casual simples: Bitterlich e Prodan. **Revista Agrogeoambiental**, v. 3, p. 101-104, 2011
- MELLO, J. M.; DINIZ, F. S.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; THIERSCH, C. R. Métodos de amostragem geoestatística para estimativa do número de fustes e volume em plantios de *Eucalyptus grandis* **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 157-166. 2009.
- MOSCOVICH, F. B.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. C. Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma floresta de *Araucaria angustifolia*. **Ciência florestal**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 1, p.173 -191, 1999.
- NASCIMENTO, A. R. T.; SCARIOT, A.; SILVA, J. A.; SEVILHA, A. C.; Estimativas de área basal e uso do relascópio de Bitterlich em amostragem de Floresta Estacional Decidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 02, p. 169-176, 2004
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. Obtenção da densidade de povoamentos no método de amostragem de STRAND. **Cerne**, V.2, N.1, 1996.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. **Inventário florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 316 p, 1997.
- SANTOS, F. E. V.; ANDRADE, W. C.; ARAUJO, J. M.; SANTOS, F. V. Comparação da exatidão das estimativas volumétricas em um povoamento de *eucalyptus grandis* entre dois métodos assistidos: Prodan e Quadrantes. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 446-451, 2012.
- SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa-MG: UFV, 276p, 2006.
- SOBRINHO, J. C. P. Estudo Comparativo da eficiência de métodos de parcelas com área fixa e métodos de distância em inventário florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 20, n. 4, p. 211-215, 2003.
- TOMASELLI, I.; SIQUEIRA, J. D.P. Gestão fundiária inadequada: principal problema do setor florestal brasileiro. **STCP Informativo**, Curitiba, n. 9, p. 4-11, 2006.