SUFICIÊNCIA AMOSTRAL DE INVENTÁRIO FLORESTAL NA AMAZÔNIA ATRAVÉS DO MÉTODO DE AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

SAMPLE SUFFICIENCY FOR FOREST INVENTORY BY SYSTEMATIC SAMPLING METHOD IN THE AMAZON

Douglas Valente de Oliveira¹; Laura Fernanda de Lima Lobato²; Jobert Silva da Rocha³;
Bianca Diniz da Rocha⁴; Lia de Oliveira Melo⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/978-65-991061-7-0.433-438>

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira possui a maior extensão de floresta tropical do mundo, de acordo com estimativas do ano de 2015 do Sistema Nacional de Informações Florestais, o Brasil possui 94.639 milhões de metros cúbicos de madeira de florestas nativas, sendo que somente a Amazônia detém de 89% deste total com 84.616 milhões de metros cúbicos. Além da importância do ponto de vista do estoque de recursos madeireiros e não madeireiros, a floresta desempenha papel importante, tanto para servir de abrigo às diferentes formas de vida, como para manter o funcionamento equilibrado de seus ecossistemas (COLARES et al., 2010).

Neste sentido, o inventário florestal é o passo inicial para o planejamento da utilização racional do recurso através do manejo florestal, sendo que três tipos de inventário devem ser considerados: o inventário por amostragem, para uma avaliação do potencial da floresta; o inventário pré-exploratório, para o conhecimento detalhado dos blocos de exploração anual; e o inventário florestal contínuo, para monitorar o desenvolvimento da floresta, principalmente em termos de crescimento, ingressos e mortalidade (SILVA et al., 1985).

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a suficiência amostral de inventário florestal por métodos estatísticos através dos dados obtidos, considerando três estratos da floresta, visando a redução de tempo e custos no manejo florestal.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O inventário florestal é a base do plano de manejo e da produção de uma empresa madeireira. Este deve fornecer, além do volume total explorável, a distribuição do número de árvores por hectare e por classe de diâmetro; área basal por hectare, por classe de diâmetro,

¹ Engenharia Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará, douglasvalenteoliveira@hotmail.com

² Engenharia Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará, laura.fl@hotmail.com

³ Engenharia Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará, jobert.job.rocha@gmail.com

⁴ Engenharia Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará, Bianca_dinizdarocha@hotmail.com

⁵ Doutora em Ciência Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará, lcolivei@gmail.com

por grupo de espécies e para cada espécie individualmente (SILVA, 2001) o que torna possível prever gastos e lucros para a indústria madeireira.

A amostragem sistemática é um dos processos de amostragem probabilístico não aleatório, onde o critério de probabilidade se estabelece através da aleatorização da primeira unidade amostral. Vários processos de amostragem tratam da forma de abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais, divididos em aleatório, sistemático ou misto. Na amostragem sistemática, a seleção das amostras segue um esquema rígido de seleção, cobrindo toda a extensão da população (SOARES et al., 2006), e somente a primeira é selecionada aleatoriamente, a partir da qual todas as demais são automaticamente selecionadas e distribuídas na população em estudo.

A confiabilidade dos valores obtidos na amostragem é apresentada através da precisão e exatidão, proximidade do estimador ao valor real e grau de aproximação do valor estimado do verdadeiro, o que depende principalmente da variabilidade da população mensurada, do tamanho da amostra e da metodologia de amostragem empregada no inventário (SOARES et al., 2006).

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido na Floresta Nacional do Tapajós – FLONA Tapajós, uma unidade de conservação, com área aproximada de 545 mil hectares abrangendo os municípios de Belterra, Aveiro, Rurópolis e Placas no oeste do Pará (ICMBio, 2018). A vegetação predominante da FLONA Tapajós é classificada como Floresta Ombrófila Densa (ESPIRÍTO-SANTO et al., 2005).

O estudo foi conduzido em uma área de floresta não explorada de 100 ha, localizada no km 117 da BR-163. Foram lançadas 36 parcelas de 20 m x 50 m, através do método de amostragem sistemática com inícios aleatórios múltiplos. A distância entre as linhas e entre parcelas foi de 50 m. A distância da primeira parcela e de cada linha em relação a linha base foi obtida por sorteio.

Os indivíduos foram mensurados de acordo com os níveis de inclusão correspondentes aos extratos florestais, sendo que no nível de inclusão 1, estão inseridos a população total ($DAP \geq 10,0$ cm), no nível de inclusão 2 os indivíduos da regeneração natural ($10,0 \text{ cm} \leq DAP < 50,0$ cm), e no nível 3 estão os indivíduos com diâmetro apto a colheita ($DAP \geq 50$ cm).

Foram analisadas para todos os extratos as variáveis: número de indivíduos por hectare

(n.ha⁻¹), área basal (G (m².ha⁻¹)), e volume (V (m³.ha⁻¹)) a 95% de probabilidade e precisão requerida de 10%.

Para a análise estatística foram calculadas as variáveis: Média, Variância, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV%), Variância da Média, Erro Padrão, Erro de Amostragem (E%), Limite Superior, Limite Inferior e Dimensionamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos dados processados foi possível realizar análises estatísticas de abundância (n.ha⁻¹), área basal (m².ha) e volume (m³.ha) em cada estrato, partindo disso, observa-se o diagnóstico estatístico do extrato regeneração referentes aos parâmetros amostrados no inventário (Tabela 1).

Tabela 1: Análise estatística da regeneração para as variáveis, número de árvores, área basal e volume considerando todas as árvores com (10,0 cm ≤ DAP < 50,0 cm). Fonte: Própria

Estatística	n.ha¹	G (m².ha)	Vol. (m³.ha)
Média	422,5	16,42	202,41
S ²	28293,57	58,59	18202,84
S	168,21	7,65	134,92
CV	39,81	46,61	66,65
SX ²	757,64	1,57	487,43
SX	27,53	1,25	22,08
E	55,88	2,54	44,82
E%	13,23	15,48	22,14
IC LI	366,62	13,88	157,59
IC LS	478,38	18,97	247,24
Dimensionamento	61	97	155

Observou-se o elevado grau de heterogeneidade no extrato considerado como regeneração natural, indicado pelo coeficiente de variação se encontra muito alto. A análise demonstrou que o número de parcelas alocadas não foi suficiente para atender a precisão de erro requerida de 10%, para as três variáveis analisadas. Portanto, através do dimensionamento encontrou-se o número de parcelas necessárias para serem alocadas, representando 25, 46, 119 parcelas as variáveis, abundância (n.ha⁻¹), área basal (m².ha) e volume (m³.ha), respectivamente.

Gama et al. (2001) verificou que o tamanho ótimo de parcela para análise de regeneração natural foi de 70 m² para os indivíduos na classe de tamanho 1 - CT1 (0,3m ≤ h < 1,5 m); 80 m² para a classe de tamanho 2 - CT2 (h ≥ 1,5 m a DAP < 5 cm) e 90 m² para a classe de tamanho 3 - CT3 (5 cm ≤ DAP < 15 cm), logo, um tamanho de parcela adequado pode influenciar diretamente nos resultados.

Para população dos indivíduos com DAP ≥ 50 cm, as médias obtidas de número de indivíduos, área basal e volume foram 30,61 n.ha⁻¹, 14,47 m².ha⁻¹, e 280,46 m³.ha⁻¹

respectivamente, o que representa uma floresta bem estocada em termos de volumetria de grandes árvores (Tabela 2).

Tabela 2: Análise estatística da população dos indivíduos comerciais para as variáveis, número de árvores, área basal e volume considerando todas as árvores com DAP ≥ 50 cm. Fonte: Própria

Estatística	n.ha ¹	G (m ² .ha)	Vol. (m ³ .ha)
Média	30,61	14,47	280,46
S ²	293,37	73,23	30322,93
S	17,13	8,56	174,13
CV	55,96	59,14	62,09
SX ²	8,6	2,15	888,55
SX	2,93	1,46	29,81
E	5,97	2,98	60,72
E%	19,51	20,62	21,65
IC LI	24,63	11,49	219,74
IC LS	36,58	17,45	341,18
Dimensionamento	115	127	138

As grandes árvores em florestas tropicais têm comumente distribuição bastante irregular o que pode ser verificado pelo elevado coeficiente de variação entre as parcelas, apresentando valores acima de 50%. Devido a esta grande variabilidade os erros percentuais ficaram acima da precisão requerida de 10%, permitindo verificar que o número de parcelas não foi suficiente para representar a população dentro do limite de erro aceitável. Através do dimensionamento foi possível verificar que são necessárias mais 82 parcelas para n.ha¹, 94 para área basal e 105 para a variável volume.

Leão et al. (2018) obtiveram erro relativo para os volumes menores do que 10%, que é o limite, sendo possível verificar que utilização de uma intensidade amostral de 15% foi considerada a melhor alternativa para avaliar Florestas Ombrófilas Abertas, pois apresentou erro amostral com menor número de parcelas a serem alocadas em campo, diminuindo, assim, os custos e tempo de operação do inventário florestal

Considerando a população total, as análises estatísticas demonstraram um menor erro percentual para as três variáveis analisadas em comparação com os outros extratos, porém também não foi possível atender a precisão requerida (Tabela 3).

Tabela 3: Análise estatística de toda população para as variáveis, número de árvores, área basal e volume considerando todas as árvores com DAP $\geq 10,0$ cm. Fonte: Própria

Estatísticas	n.ha ¹	G (m ² .ha)	Vol. (m ³ .ha)
Média	450,56	29,69	459,5
S ²	28319,68	114,07	39764,43
S	168,28	10,68	199,41
CV	37,35	35,98	43,4
SX ²	758,34	3,05	1064,8
SX	27,54	1,75	32,63

E	55,9	3,55	66,24
E%	12,41	11,95	14,42
IC LI	394,65	26,14	393,26
IC LS	506,46	33,24	525,75
Dimensionamento	54	51	72

Como o erro percentual está acima do limite, o dimensionamento mostra que são necessárias à instalação de mais parcelas para representar a população total e atender a precisão requerida.

Apesar do erro está acima do limite, é possível verificar um grande potencial madeireiro da área com 459,50 (m³.ha). Higuchi (1987) verificou que a amostragem sistemática é mais precisa que a amostragem aleatória, quando se tem o objetivo de realizar inventários florestais por amostragem.

CONCLUSÕES

A floresta apresenta-se bastante heterogênea em relação a distribuição dos indivíduos arbóreos. A quantidade de parcelas alocadas na área não foi suficiente para a precisão requerida, nas três variáveis analisadas em todos os extratos, logo, nenhuma das variáveis obteve suficiência amostral, sendo necessário redimensionamento do número de parcelas e o retorno ao campo para complementar a amostragem.

REFERÊNCIAS

COLARES, A. C. B.; MELO, L. O.; RIBEIRO, R. B. S. **Inventário florestal diagnóstico do conjunto de glebas estaduais Mamuru Arapiuns – Pará**. SEAT Terraplanagem Ltda., Manejo Florestal e prestação de serviços, Santarém, 2010.

LEÃO, F. M.; SILVA, L. F. D.; SOUSA, L. C. M.; MENEZES, M. C.; OLIVEIRA, M. H. S.; Neves, R. L. P.. Sample intensity in ombrophilous open forest at Verde Para Sempre Extractive Reserve, Porto de Moz, PA. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista v. 12, n. 1, p. 68-79, 2017.

ESPIRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; OLIVEIRA, L. E.; ARAGÃO, C.; MACHADO, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da floresta nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Tamanho de parcela e suficiência amostral para estudo da regeneração natural em floresta de várzea na Amazônia. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p.1-11, 2001.

HIGUCHI, N. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical

úmida de terra firme na região de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 16/17, n. único, p. 393-400, 1987.

ICMBio. **A floresta nacional do Tapajós**, 2018. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/>>. Acesso em: 08 Jul. 2018.

SILVA, J. N. M.; DE CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 10-11, p. 38-110, 1985.

SILVA, J.N.M. 2001. **Manejo Florestal**. Embrapa Amazônia Oriental, 3ª. ed. Belém.49p.

SNIF - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. **Estoque das Florestas**. Serviço Florestal Brasileiro, 2018. Disponível em <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/estoque-das-florestas?print=1&tmpl=component>. Acesso em 10 jul. 2018.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 276p