

Intensidades amostrais na estimativa do volume em povoamentos de *Eucalyptus* sp.

| **Lorena Oliveira Barbosa**
UFLA

| **Adriana Leandra de Assis**
UFMG

| **Natielle Gomes Cordeiro**
UFLA

| **Christian Dias Cabacinha**
UFMG

RESUMO

As informações geradas em inventários florestais são importantes na gestão e na tomada de decisão dos empreendimentos e necessitam de planejamento com relação a qual procedimento, forma, tamanho e intensidade amostral deverão ser empregados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de três intensidades amostrais para a estimativa do volume realizado em povoamentos de *Eucalyptus* sp. A base de dados é oriunda de inventários florestais realizados por meio da amostragem casual simples e alocação de parcelas com 400 m². Avaliou-se três intensidades amostrais, 1:3 (uma parcela a cada 3 ha), 1:5 (uma parcela a cada 5 ha) e 1:10 (uma parcela a cada 10 ha), conforme critérios estatísticos e também critérios operacionais. Para tanto, considerou-se o erro máximo admitido de: 10% a 5% de nível de significância. A intensidade amostral necessária para cada inventário processado foi calculada e comparada com o mensurado. Realizou-se a análise de variância utilizando dois critérios: I) os doze talhões em estudo e, II) as três simulações de intensidades amostrais, a 0,5% de probabilidade. Na intensidade 1:3, em 100% dos talhões as parcelas lançadas coincidiram com número de parcelas solicitadas, na intensidade de 1:5, 91,67% das parcelas lançadas foram suficientes; já para 1:10 foram 75%. Na análise de variância não houve diferença significativa entre as simulações de intensidade amostrais, mostrando que estas não interferiram na estimativa de volume dos talhões. As intensidades amostrais estudadas, 1:3, 1:5 e 1:10 foram em sua maioria suficientes para a precisão desejada.

Palavras-chave: Esforço Amostral, Inventário Florestal, Unidades Amostrais.

■ INTRODUÇÃO

O inventário florestal, por meio das técnicas de amostragem, é uma atividade na qual possibilita a obtenção de informações qualitativas e quantitativas de uma floresta, fornecendo base para as tomadas de decisão quanto aos recursos florestais (LIANG *et al.*, 2016; MELLO *et al.*, 2009). Para a realização deste procedimento, faz-se necessário um bom planejamento, definindo assim a metodologia a ser empreendida conforme o objetivo a ser alcançado (LIANG *et al.*, 2016). Tal atividade é considerada como bem-sucedida ao fornecer informações precisas, sendo então dependente do emprego correto de técnicas de amostragem, definição do tamanho e forma das unidades amostrais e intensidade amostral (UBIALLI *et al.*, 2009).

A intensidade de amostragem indica a porcentagem de área total da população que é incluída na amostra, sendo baseada nas exigências da NT 01/07 que define metodologias de inventários amostrais em florestas públicas passíveis de concessão florestal (HUSCH *et al.*, 2003; CAVALCANTI *et al.*, 2009). Este fator, atrelado ao tamanho das unidades amostrais, influencia diretamente na precisão do inventário florestal (OLIVEIRA *et al.* 2014). A saber, o tamanho da amostra pode ser definido com base no objetivo da pesquisa, recursos disponíveis, precisão desejada, característica a ser mensurada, método de seleção e distribuição das parcelas (SOARES *et al.*, 2006).

Os principais procedimentos para definição do número de parcelas no inventário florestal estão intimamente relacionados com a variabilidade da população, o erro máximo admitido, a probabilidade de confiança fixados, assim como em função do tempo e recursos disponíveis (PÉLLICO NETTO, BRENA, 1997). Assim, o critério tido como melhor é aquele em que o número de unidades amostrais é compatível com um erro máximo preestabelecido, onde a redução da intensidade amostral não diminui a precisão e acurácia das estimativas (TONINI, 2013). Além disso, a heterogeneidade ou variabilidade do povoamento também possui influência direta na intensidade amostral, considerando que para uma mesma precisão das estimativas, quanto menor for a variância, menor a quantidade de unidades amostrais necessárias (KERSTEN; GALVÃO, 2011). Para Moraes Filho *et al.* (2003), geralmente os coeficientes de variação se comportam inversamente ao tamanho da parcela e como consequência, ao número de unidades amostrais.

O inventário florestal, como supracitado, é uma das principais ferramentas empreendidas no levantamento de informações concernentes as formações vegetais (LIANG *et al.*, 2016). A exemplo, a partir dos dados quantificados por meio deste procedimento, se faz possível a determinação da biomassa florestal, área basal, distribuição diamétrica, altura, estoque volumétrico, dentre outros (CORDEIRO *et al.*, 2018; COSTA *et al.*, 2019; LIANG *et al.*, 2016). A variável volume é, em muitos casos, a principal finalidade dos levantamentos

florestais, seja para o conhecimento individual das árvores ou do povoamento, especialmente quando se trata de florestas destinadas para fins comerciais (SANQUETTA *et al.*, 2014). A partir da quantificação desta característica, faz-se possível a determinação do potencial de uma floresta (MELO *et al.*, 2013). Além disso, o conhecimento do comportamento dessa variável permite elaborar estratégias precisas que impliquem em um manejo adequado dos recursos (MELO *et al.*, 2013). Contudo, a mensuração de todas as árvores em uma unidade amostral é uma atividade impraticável, principalmente em povoamentos extensos (MARTINS *et al.*, 2016). Nesse sentido, são utilizadas amostras representativas da população, em que posteriormente o cálculo do volume das árvores é realizado por meio de estimativas (MARTINS *et al.*, 2016).

O inventário florestal se difere de acordo com o objetivo preconizado, podendo ser em uma única ocasião ou ocasiões sucessivas, pré-corte, qualitativo, para prognose ou até mesmo por enumeração completa (MACHADO *et al.*, 2017; MARSARO, 2016). Soares *et al* (2006) discorrem que o ideal é que toda amostra tenha um tamanho que permita boa representatividade da população e seja pequena o suficiente para permitir rapidez na coleta dos dados. Tendo em vista o cenário, este estudo objetivou avaliar a eficiência de três intensidades amostrais para a estimativa do volume e a precisão do inventário florestal realizado em povoamentos de *Eucalyptus* sp..

■ MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área e Coleta dos Dados

Os dados utilizados neste estudo são provenientes de inventários florestais, realizados em doze talhões de clones de *Eucalyptus* sp., que abrangem uma área entre 41,5 ha e 49,55 ha. As áreas apresentam um número médio de 1111 árvores, com espaçamento 3 x 3 metros, e estão localizadas no estado de Minas Gerais. O clima predominante no Estado de Minas Gerais é o clima tropical com inverno seco (Aw), embora também presente, em algumas áreas, o clima subtropical úmido (Cwa e Cwb) e o clima tropical com verão seco (AS) (ALVARES *et al.*, 2013).

No total, por meio da amostragem casual simples, foram alocadas e mensuradas 186 parcelas circulares de 400 m². Na ocasião, para todas as árvores, mensurou-se o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) com auxílio da suta, bem como a altura de parte das árvores com hipsômetro. A partir dos dados levantados, realizou-se a estimativa da altura para as demais árvores da parcela por meio de relações hipsométricas ajustadas por unidade amostral.

As estimativas do volume foram realizadas mediante utilização de funções de afilamento ajustadas a partir de cubagem rigorosa. Por fim, os dados dos inventários florestais foram

processados de acordo com a Amostragem Casual Simples (ACS), sendo o volume total (m³/ha) das parcelas, a variável avaliada.

Intensidade Amostral

Foram avaliadas três intensidades amostrais, 1:3 (uma parcela a cada 3 ha - Simulação I), 1:5 (uma parcela a cada 5 ha - Simulação II) e 1:10 (uma parcela a cada 10 ha - Simulação III), com no mínimo cinco parcelas por hectare. Essas intensidades amostrais foram avaliadas conforme critérios estatísticos e critérios operacionais. Para tanto, considerou-se um erro máximo admitido de 10%, percentagem usualmente empregada para povoamentos comerciais (SANQUETTA *et al.*, 2014), e uma probabilidade de 0,05. Por outro lado, no que diz respeito aos critérios estatísticos, baseou-se na obtenção do erro máximo.

Por meio do cálculo da intensidade amostral requerida foram definidas a suficiência do número de parcelas mensuradas nos talhões (Equação 1).

$$n = \frac{t^2(cv\%)^2}{(E\%)^2 + \frac{t^2(cv\%)^2}{N}} \quad \text{(Equação 1)}$$

Análises Estatísticas

Na avaliação das intensidades amostrais adotadas nos inventários foram utilizados os parâmetros estatísticos: erro amostral (E), na unidade da variável dependente (m³) (Equação 2) e em porcentagem (E%) (Equação 3), bem como o coeficiente de variação (CV%) (Equação 4).

$$E = t * s\bar{y} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$E\% = \frac{E_{absoluto}}{\bar{y}} \quad \text{(Equação 3)}$$

$$cv\% = \frac{s\bar{y}}{\bar{y}} * 100 \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que:

E: Erro amostral;

t: probabilidade de t *Student*;

s \bar{y} : Erro padrão da média;

cv%: Coeficiente de variação;

\bar{y} : Média da variável de interesse.

Por fim, realizou-se uma análise de variância para a variável volume de acordo com os seguintes critérios: I) inicialmente considerou-se os doze talhões em estudo; II) considerou-se somente as diferentes intensidades amostrais, 1:3 ha, 1:5 ha 1:10 ha, a 5% de

probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

■ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Intensidade Amostral

Ao todo, para as três intensidades amostrais, foram realizados 36 processamentos de inventário. Os cálculos do número de parcelas requeridas em função da variabilidade foram em maioria atendidas para as três intensidades amostrais estudadas (Tabela 1). Na intensidade 1:3 (Simulação I) em 100% dos talhões as parcelas lançadas coincidiram com número de parcelas necessárias. Para a simulação II (intensidade 1:5), 91,67% das parcelas lançadas foram suficientes. E, em relação a terceira simulação (intensidade 1:10), 75% das unidades amostrais se mostraram suficientes.

Tabela 1. Número de parcelas mensuradas (n mens.) e número de parcelas requeridas na área (n req.) considerando as diferentes intensidades amostrais, 1:3 (Simulação I - SI), 1:5 (Simulação II - SII) e 1:10 (Simulação III - SIII).

| Talhões | Área total (ha) | SI | | SII | | SIII | |
|---------|-----------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | | n mens. | n req. | n mens. | n req. | n men. | n req. |
| A | 42,02 | 14 | 5 | 9 | 8 | 5 | 18 |
| B | 41,85 | 14 | 2 | 9 | 2 | 5 | 4 |
| C | 43,02 | 15 | 2 | 9 | 2 | 5 | 2 |
| D | 46,26 | 16 | 4 | 10 | 5 | 5 | 6 |
| E | 45,40 | 16 | 3 | 10 | 2 | 5 | 3 |
| F | 41,50 | 14 | 1 | 9 | 1 | 5 | 2 |
| G | 44,43 | 15 | 2 | 9 | 3 | 5 | 5 |
| H | 47,22 | 16 | 2 | 10 | 3 | 5 | 2 |
| I | 49,32 | 17 | 17 | 10 | 23 | 5 | 9 |
| J | 49,44 | 17 | 2 | 10 | 2 | 5 | 2 |
| K | 46,51 | 16 | 4 | 10 | 4 | 5 | 2 |
| L | 45,80 | 16 | 2 | 10 | 2 | 5 | 4 |

Ao comparar o número de parcelas utilizadas nas amostragens dos talhões, observa-se uma redução de aproximadamente 38% da simulação I para a simulação II e de 67% para a simulação III. A intensidade amostral varia de acordo com a área total da floresta inventariada, sendo que em áreas pequenas usa-se uma maior intensidade e em áreas grandes uma menor intensidade (AUGUSTYNCZIK *et al.*, 2013).

A partir dos resultados encontrados, podemos inferir que o número de parcelas amostradas no talhão A (intensidade 1:10) e talhão I (intensidade 1:5 e 1:10), foram consideravelmente inferiores ao número de parcelas necessárias (Tabela 1). A exemplo, para o talhão A, foram mensuradas apenas cinco parcelas e o número requerido era de 18 unidades amostrais. Por outro lado, destaca-se o novamente o talhão I, em que para a simulação I a

suficiência amostral foi atingida. Em outras palavras, foram amostradas 17 parcelas, número exato de unidades amostrais requeridas. O número de parcelas necessárias no processo de amostragem está relacionado com a variância dos dados e a precisão requerida das estimativas do inventário, deste modo o aumento da variabilidade faz com que a intensidade amostral seja maior (GUSSON, 2014).

Análises Estatísticas

De acordo com resultados da análise de variância, pode-se inferir que não houve diferença significativa entre as intensidades amostrais, afirmando que os números de parcelas estudadas não interferiram na estimativa de volume dos talhões (Tabela 2.)

Tabela 2. Análise de variância para as três intensidades amostrais, 1:3 (Simulação I), 1:5 (Simulação II) e 1:10 ((Simulação III).

| FV | GL | SQ | QM | FC | Pr>FC |
|--------|------|-------------|------------|---------------------|--------|
| Trat | 2 | 3,4653 | 1,7326 | 0,030 ^{ns} | 0,9703 |
| Bloco | 11 | 214943,2601 | 19540,2963 | 340,934 * | 0,0000 |
| Erro | 22 | 1260,9086 | 57,3140 | | |
| Total | 35 | 216207,6341 | | | |
| CV (%) | 2,21 | | | | |
| CV (%) | 2,21 | | | | |

Em que: Trat: tratamento; CV (%): coeficiente de variação em porcentagem, ^{ns}: não significativo, * significativo a 5% de probabilidade.

Ao analisar individualmente, para o bloco, os dados foram significativos, mostrando como a produção pode variar entre os talhões. Tais resultados eram esperados pois existe uma dependência relacionada ao material genético utilizado, qualidade do sítio, região e outros fatores, e não serão aprofundados nesse estudo.

Estatisticamente, observou-se que os volumes são iguais, permitindo assim a redução do número de parcelas a serem amostradas no inventário florestal. Ressalta-se que, a intensidade amostral e a precisão do inventário possuem influência direta na relação do custo operacional e representatividade da floresta (ATAÍDE *et al.*, 2021). Nesse sentido, faz-se importante a buscar por alternativas que favoreçam a redução da intensidade amostral, sem que esta ocasione em perda da precisão para o acompanhamento do crescimento da floresta (GUEDES *et al.*, 2015).

A quantificação precisa do volume se torna imprescindível e de total interesse quando se trata do destino a que um povoamento será direcionado ou do objetivo do levantamento florestal. Visando a redução dos custos do inventário, pode-se recomendar a utilização de parcelas na intensidade de 1:3 ha. No entanto, ressalta-se que as três intensidades amostrais podem ser empregadas, uma vez que apresentaram bons resultados.

Ao retratarmos sobre a questão operacional atrelada ao inventário florestal, almejando uma otimização do deslocamento para o talhão a ser inventariado, a utilização de uma

redução da intensidade amostral pode servir como uma alternativa viável. No entanto, é necessário atentar para que o número de parcelas não seja muito baixo, pois para que as unidades amostrais sejam bem distribuídas na área, as distâncias entre elas serão grandes aumentando o tempo, deslocamento e gastos do inventário florestal.

Mediante os processamentos dos dados dos inventários (Tabela 3), nota-se que em 88,8 % o erro de amostragem calculado em cada simulação foi atendido, destacando-se que apenas nos talhões A e D na simulação 3 e o talhão I nas simulações II e III, o erro máximo foi ultrapassado.

Tabela 3. Volume médio (m³), desvio padrão (m³), coeficiente de variação (CV%), erro absoluto (Erro m³), erro em porcentagem (Erro %) e intervalo de confiança (IC m³/ha) para as simulações de intensidades amostrais (S), 1:3 (SI), 1:5(SII) e 1:10 há (SIII).

| Talhão | S | Volume Médio | Desvio Padrão | CV % | Erro m ³ | Erro % | IC m ³ /ha |
|--------|------|--------------|---------------|-------|---------------------|--------|-----------------------|
| A | SI | 346,2481 | 8,5106 | 9,26 | 31,1114 | 5,41 | 327,5248 - 364,9715 |
| | SII | 347,0709 | 13,5267 | 11,74 | 18,7234 | 8,96 | 315,9595 - 378,1823 |
| | S3 | 335,8029 | 23,2264 | 15,50 | 62,7113 | 18,68 | - |
| B | SI | 427,7838 | 6,4365 | 5,67 | 14,1603 | 3,31 | 413,6235 - 441,9442 |
| | SII | 430,0734 | 8,1628 | 5,72 | 18,7744 | 4,37 | 411,2989 - 448,8478 |
| | SIII | 429,7310 | 12,4852 | 6,51 | 33,71 | 7,84 | 396,0210 - 463,4410 |
| C | SI | 472,7765 | 7,6719 | 6,33 | 16,8781 | 3,57 | 455,8983 - 489,6546 |
| | SII | 464,4250 | 9,3819 | 6,09 | 21,5783 | 4,65 | 442,8467 - 486,0033 |
| | SIII | 463,3362 | 10,2272 | 4,95 | 27,6136 | 5,96 | 435,7227 - 490,9498 |
| D | SI | 438,9069 | 10,0978 | 9,27 | 21,2054 | 4,83 | 417,7015 - 460,1123 |
| | SII | 433,6476 | 13,0598 | 9,57 | 28,7316 | 6,63 | 404,9160 - 462,3792 |
| | SIII | 461,5060 | 18,6772 | 9,07 | 50,4285 | 10,93 | - |
| E | SI | 268,3201 | 5,3537 | 8,04 | 11,2428 | 4,19 | 257,0773 - 279,5629 |
| | SII | 278,8339 | 5,1213 | 5,83 | 11,2669 | 4,04 | 267,5670 - 290,1008 |
| | SIII | 277,0758 | 7,4155 | 6,00 | 20,0219 | 7,23 | 257,0538 - 297,0977 |
| F | SI | 319,1534 | 3,1322 | 3,70 | 6,8908 | 2,16 | 312,2625 - 326,0442 |
| | SII | 320,2540 | 3,4864 | 3,28 | 8,0186 | 2,50 | 312,2354 - 328,2727 |
| | SIII | 310,7689 | 6,9123 | 4,99 | 18,6631 | 6,01 | 292,1058 - 329,4320 |
| G | SI | 396,5785 | 6,1390 | 6,04 | 13,5058 | 3,41 | 383,0728 - 410,0843 |
| | SII | 399,0496 | 8,7124 | 6,58 | 20,0384 | 5,02 | 379,0112 - 419,0880 |
| | SIII | 389,5052 | 13,6167 | 7,84 | 36,7651 | 9,44 | 352,7401 - 426,2703 |
| H | SI | 361,5026 | 8,3396 | 5,35 | 17,5131 | 4,84 | 343,9895 - 379,0157 |
| | SII | 360,9375 | 7,7635 | 6,83 | 17,0796 | 4,73 | 343,8579 - 378,0171 |
| | SIII | 356,4405 | 6,8012 | 4,28 | 18,3631 | 5,15 | 338,0773 - 374,8036 |
| I | SI | 200,2324 | 9,4593 | 19,61 | 19,8645 | 9,92 | 180,3679 - 220,0969 |
| | SII | 193,5962 | 13,2995 | 21,81 | 29,2588 | 15,11 | - |
| | SIII | 192,2512 | 9,4843 | 11,05 | 25,6077 | 13,32 | - |
| J | SI | 325,4700 | 4,8235 | 6,15 | 10,1293 | 3,31 | 315,3407 - 335,5994 |
| | SII | 318,3846 | 4,6020 | 4,59 | 10,1244 | 3,18 | 308,2602 - 328,5091 |
| | SIII | 313,1969 | 6,7284 | 4,81 | 18,1668 | 5,80 | 295,0301 - 331,3636 |
| K | SI | 259,2329 | 5,4798 | 8,51 | 11,5075 | 4,44 | 247,7254 - 270,7404 |
| | SII | 256,8525 | 7,1231 | 8,81 | 15,6708 | 6,10 | 241,1817 - 272,5234 |
| | SIII | 280,5667 | 5,9072 | 4,72 | 15,9494 | 5,68 | 264,6173 - 296,5160 |

| Talhão | S | Volume Médio | Desvio Padrão | CV % | Erro m ³ | Erro % | IC m ³ /ha |
|--------|------|--------------|---------------|------|---------------------|--------|-----------------------|
| L | SI | 294,1560 | 4,6545 | 6,37 | 9,7744 | 3,32 | 284,3816 - 303,9304 |
| | SII | 302,1044 | 5,5582 | 5,84 | 12,2281 | 4,05 | 289,8762 - 314,3325 |
| | SIII | 304,1433 | 9,4404 | 6,96 | 25,4892 | 8,38 | 278,6541 - 329,6325 |

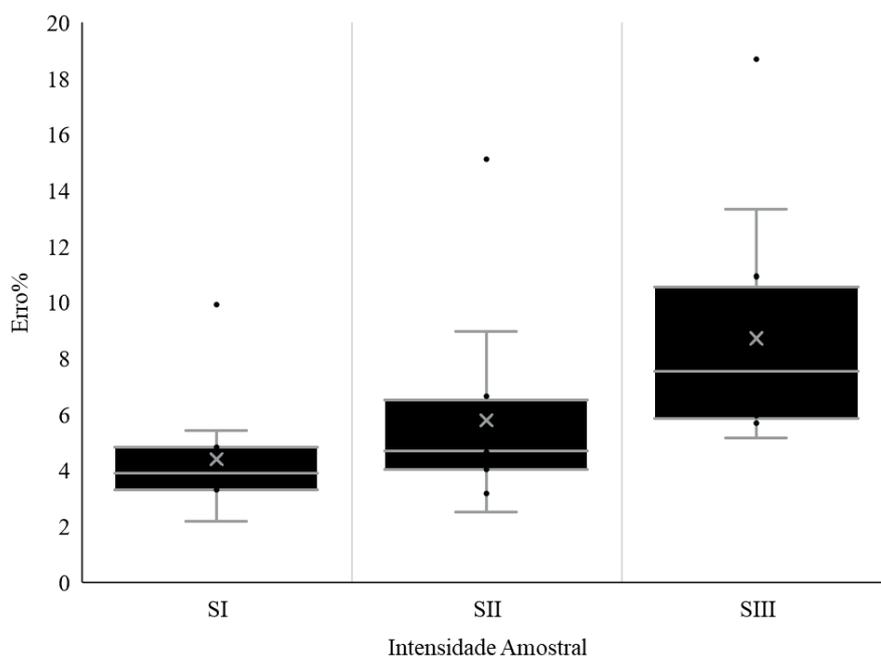
Para os talhões onde foi possível o cálculo dos intervalos de confiança, o maior erro ocorreu na intensidade de 1:10 ha, com 9,44% no talhão G. Já o menor erro foi encontrado no talhão F (2,16%), na intensidade de 1:3 ha.

Ao comparar os resultados obtidos, observou-se que, em geral, os talhões com erro (%) superior ao máximo de 10%, também apresentaram maiores coeficientes de variação. A exemplo, o talhão A, na simulação III, teve erro igual à 18,68% e coeficiente de variação igual a 15,50%. No mesmo sentido, o talhão I apresentou erro de 15,11% e 13,32%, e coeficiente de variação de 21,81% e 11,05%, para as simulações II e III, respectivamente. Silva *et al.* (2014) também observaram o reflexo direto do coeficiente de variação na intensidade amostral, sugerindo o uso de imagens de sensoriamento remoto como uma forma de conhecer a variabilidade da área. Os autores ainda enfatizam a importância de uma boa distribuição das parcelas na área, ou seja, a representatividade, para evitar que regiões do talhão não sejam amostradas adequadamente.

Com base nos resultados, observou-se nos talhões D e I um decréscimo do coeficiente de variação na simulação III, em que os valores do erro ultrapassaram o desejável. Tal fato, é passível de acontecer devido ao efeito da aleatorização das unidades amostrais, em que uma parcela com maior variabilidade não foi mensurada em uma das simulações e mensurada nas demais. Este achado, mostra a importância da realização de uma amostragem representativa da população.

A partir dos valores considerados para erro máximo admissível e probabilidade, pode-se inferir que a intensidade de 1:5 ha pode vir a ser uma alternativa para redução de intensidade amostral, sem que ocorra perda da precisão dos dados. Alvarenga *et al.* (2012) expõem uma tendência no setor florestal pela busca da minimização do erro reduzindo-se o custo do levantamento florestal, tendo como base que uma elevada intensidade amostral demanda mais recursos para a realização do inventário florestal.

Considerando os dados de erro em porcentagem (%) obtidos para todos os talhões, um gráfico de Boxplot foi elaborado (Figura 1). Tal procedimento permitiu inferir, de forma geral, a respeito da distribuição dos dados.



Observou-se que existe menor variabilidade no erro% no processamento do inventário na intensidade amostral 1:3 e a maior variabilidade na intensidade de 1:10. Tal resultado mostra que a intensidade SI, mesmo com maior número de parcelas, apresenta menor variabilidade no valor do erro% do inventário, sendo em média valores menores que das demais intensidades estudadas. A intensidade SII apesar de apresentar uma maior variabilidade comparada com a SI, ainda assim possui em média o erro menor que 10% e o valor máximo de erro% também menor que 10%. Os dados de outliers apresentados fazem parte do talhão I na intensidade SI e SII e, do talhão A na intensidade SIII.

■ CONCLUSÃO

Os volumes dos talhões não foram influenciados pela redução da intensidade amostral. No momento do planejamento do inventário florestal a intensidade amostral de 1:5 ha (1 parcela para cada 5 ha) pode ser utilizada. Novos estudos que englobem um maior detalhamento sobre custos e tempo das propostas de intensidades amostrais avaliadas no trabalho são necessários.

■ REFERÊNCIAS

1. ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22: 711-728.
2. ALVARENGA, L. H. V.; MELLO, J. M.; GUEDES, I., C. L.; SCOLFORO, J. R. S. 2012. Desempenho da estratificação em um fragmento de cerrado stricto sensu utilizando interpolador geoestatístico. **Cerne**, 18: 675-681.
3. ATAÍDE, D. H. S.; ARAÚJO, E. J. G.; MONTE, M. A.; CURTO, R. D. A.; MENDONÇA, B. A. F.; MORAIS, V. 2021. Dependência espacial de variáveis dendrométricas em diferentes idades e intensidades amostrais em povoamento de eucalipto. *Ciência. Florestal.*, 1591-1611.
4. AUGUSTYNCZIK, L. D. A., MACHADO, S. DO A., FILHO FIGUEIREDO, A., NETTO PÉLLICO, S. Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade de amostragem em inventários florestais 2013. **Scientia. Forestalis**.361-368.
5. CAVALCANTI, F. J. B.; MACHADO, S. A.; HOSOKAWA, R. T. 2009. Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da Amazônia. **Revista Floresta**, 39: 207-214.
6. CORDEIRO, N. C.; PEREIRA, K. M. G.; TERRA, M. C. N. S.; MELLO, J. M. 2018. Variação temporal do estoque de carbono e volume de madeira em um fragmento de Cerrado *sensu stricto*. **Enciclopédia Biosfera**, 15: 931- 941.
7. COSTA, L. S.; CASTRO, R. V. O.; CASTRO, A. F. N. M.; MURTA JÚNIOR, L. S.; OLIVEIRA, E. K. B.; LUSTOSA JÚNIOR, I. M. 2019. Projeção de distribuição diamétrica de povoamento comercial de eucalipto utilizando área basal. **Scientia Florestalis**, 47: 265-272.
8. FERREIRA, D. F. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, 6: 36-41.
9. GUEDES, I. C. L.; MELLO, J. M., SILVEIRA, E. M. O.; MELLO, C. R.; REIS, A. A.; GOMIDE, L. R. 2015. Continuidade espacial de características dendrométricas em povoamentos clonais de *Eucalyptus* sp. avaliada ao longo do tempo. *Cerne*, 21: 527-534.
10. GUSSON, E. 2014. Avaliação de métodos para quantificação de biomassa e carbono em florestas nativas e restauradas da Mata Atlântica. Tese. (Doutora em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”.
11. HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSHAW, J. A. 2003. **Forest mensuration**. 4th ed. New York: J. Wiley xii, 443 p.
12. KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. 2011. **Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos**. In: FELFILI, J. M.; EISENLOH, P. V.; MELO, M. M. R. F. (Org.). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*, Viçosa: UFV, 1: 156-173.
13. LIANG, X.; KANKARE, V.; HYYPPÄ, J.; WANG, Y.; KUBBO, A.; HAGGRÉN, H.; YU, X.; KARTINEN, H.; JAAKKOLA, A.; GUAN, F.; HOLOPAINEN, M.; VASTARANTA, M. 2016. Terrestrial laser scanning in forest inventories. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 115: 63-77.

14. MACHADO, S.; CYSNEIROS, V.; NASCIMENTO, R. G.; MARTINS, A.; SCHMIDT, L. 2017. Projeção da estrutura diamétrica de grupos ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, 24: 1-10.
15. MARSARO, C. B. 2016. Análise da eficiência relativa entre três configurações de parcela de área fixa em inventário do potencial madeireiro na floresta tropical amazônica/ Cristiane Boscaro Marsaro. – Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal. Curitiba, PR. 132 p.
16. MELO, L.C.; BARRETO, P. A. B.; OLIVEIRA, F. G. R.; NOVAES, A. B. 2013. Estimativas volumétricas em povoamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no sudoeste da Bahia. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 33: 379-386.
17. MELLO, J. M.; DINIZ, F. S.; OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; THIERSCH, C. R. 2009. Métodos de amostragem geoestatística para estimativa do número de fustes e volume em plantios de *Eucalyptus grandis*. *Floresta*, 39: 157-166.
18. MORAIS FILHO, A. D.; BRAVO, C. V.; ROQUE, R. A. M.; ANDRADE, W. F. Utilização de métodos estatísticos em inventário florestal. **Piracicaba**: ESALq, 2003.
19. OLIVEIRA, M. M.; HIGUCHI, N; CELES, C. H.; HIGUCHI, F. G. 2014. Tamanho e formas de parcelas para inventários florestais de espécies arbóreas na Amazônia Central. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 24: 645-653.
20. PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. 1997. Inventário florestal. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 316 p.
21. SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. 2014. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 4. ed. Curitiba: Multi-Graphic. 406 p.
22. SILVA S. T.; MELLO, J. M.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; REIS, A. A.; SILVA, I. L. G.; SCOLFORO, J. R. S. 2014. Uso de imagens de sensoriamento remoto para estratificação do cerrado em inventários florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 34: 337-343.
23. SOARES, C. P. B.; PÉLLICO NETTO, F.; SOUZA, A. L. 2006. Dendrometria e inventário florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 276p.
24. TONINI H. 2013. Amostragem para a estimativa de produção de sementes de castanheira-do-brasil em floresta nativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 48: 519-527.
25. UBIALLI, J. A.; FILHO FIGUEREDO, A.; MACHADO, S. A.; ARCE, J. E. 2009. Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense. **Acta Amazonica**, 39: 305-314.