



CERNE

ISSN: 0104-7760

cerne@dcf.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Brasil

da Silva Oliveira, Gabriel; de Barros Cavalcanti, Francisco José; Amaral de Melo, Lucas;
Monte, Marco Antonio

O MÉTODO DE QUADRANTES PARA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS
EM PLANOS DE MANEJO NA AMAZÔNIA

CERNE, vol. 21, núm. 4, outubro-diciembre, 2015, pp. 683-691

Universidade Federal de Lavras

Lavras, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74444232020>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Gabriel da Silva Oliveira¹, Francisco José de Barros Cavalcanti¹, Lucas Amaral de Melo², Marco Antonio Monte¹

O MÉTODO DE QUADRANTES PARA ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS QUANTITATIVAS EM PLANOS DE MANEJO NA AMAZÔNIA

Palavras chave:
Inventário florestal
Precisão
Exatidão

Histórico:
Recebido 10/08/2015
Aceito 21/12/2015

RESUMO: Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o método de quadrantes na estimativa da abundância (A), área basal (G) e volume comercial (V) de uma área de Floresta Ombrófila na Amazônia. Foram simuladas amostragens por dois processos (aleatório e sistemático) com diferentes tamanhos de amostra, variando de 100 a 200 pontos de amostragem. Os valores estimados pelas amostragens foram comparados com os valores reais das variáveis registradas no censo, considerando-se a população com DAP ≥ 40 cm em uma área de 1.000 ha de floresta, submetida ao plano de manejo sustentável. O método de quadrantes não atingiu o nível de exatidão desejado para as variáveis área basal e volume comercial, superestimando os seus valores reais registrados no censo. No entanto, a precisão de suas estimativas para abundância, área basal e volume comercial foi satisfatória para a aplicação do método em inventários florestais destinados a planos de manejo na Amazônia.

THE QUADRANTS METHOD TO ESTIMATE QUANTITATIVE VARIABLES IN MANAGEMENT PLANS IN THE AMAZON

Keywords:
Forest inventory
Precision
Accuracy

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the accuracy in estimates of abundance, basal area and commercial volume per hectare, by the quadrants method applied to an area of 1.000 hectares of rain forest in the Amazon. Samples were simulated by random and systematic process with different sample sizes, ranging from 100 to 200 sampling points. The amounts estimated by the samples were compared with the parametric values recorded in the census. In the analysis we considered as the population all trees with diameter at breast height equal to or greater than 40 cm. The quadrants method did not reach the desired level of accuracy for the variables basal area and commercial volume, overestimating the observed values recorded in the census. However, the accuracy of the estimates of abundance, basal area and commercial volume was satisfactory for applying the method in forest inventories for management plans in the Amazon.

Correspondência:
austin.gso@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O inventário florestal é uma etapa fundamental na elaboração de planos de manejo florestal. De acordo com Araújo (2006), em áreas onde se pretende implantar um plano de manejo, utiliza-se o inventário florestal por amostragem com o objetivo de analisar a composição e a estrutura da floresta, abordando indivíduos desde a regeneração natural, até árvores adultas, permitindo determinar seu potencial e aptidão para o manejo.

Dentre as alternativas que podem ser utilizadas para a redução dos custos do inventário florestal, tem-se o método de quadrantes, que baseia-se na alocação de pontos amostrais, em que cada ponto localizado na linha de picada é o centro de quatro quadrantes, determinados pela linha de picada e uma ortogonal, que passa pelo ponto. Dentro de cada quadrante é medida a distância do ponto até a árvore mais próxima, registrando-se a espécie e a área transversal da referida árvore (MARTINS, 1991).

Por não ser necessária a demarcação de áreas fixas para a coleta de informações, o método de quadrantes pode gerar um menor custo para o inventário florestal, além de eliminar o erro relacionado à medição das árvores no limite das parcelas. Cottam e Curtis (1956) testando quatro métodos de distância e um de área fixa, em três estandes de florestas naturais e uma população artificial de 1000 árvores, verificaram que o método de quadrantes se destacou dentre os métodos de distâncias na estimativa de densidade e área basal dos estandes florestais, sendo o seu uso recomendado.

A redução do erro não amostral causado pelas árvores limites e o ganho de um grau de liberdade a cada quatro árvores medidas pode proporcionar uma vantagem do método em relação aos da área fixa, sendo considerado uma ferramenta adicional ao Serviço Florestal Brasileiro e aos órgãos concedentes de florestas públicas estaduais, onde o inventário florestal é peça fundamental no processo licitatório.

No entanto, é importante destacar que a aplicação do método de quadrantes tal como aplicado por Cottam e Curtis (1956) e em outros

estudos de fitossociologia (MARTINS, 1991; KUNZ et al., 2014), não permite o cálculo do erro de amostragem de suas estimativas, impossibilitando também a inferência dos valores estimados para a população, assim como a avaliação da precisão das estimativas obtidas. Essa impossibilidade é devida ao método de cálculo da abundância por hectare, que originalmente foi realizado por meio do quadrado da distância média de todas as árvores inventariadas e os seus respectivos pontos quadrantes. O erro amostral da área basal e do volume também ficam comprometidos, porque são calculados com base na abundância.

Desta forma, para possibilitar o cálculo dos erros amostrais e respectivas inferências, a abundância deve ser calculada com base no quadrado da distância média de cada ponto quadrante, possibilitando avaliar a variação entre eles, tal como o método da área fixa, que calcula a abundância, a área basal e o volume para cada unidade de amostra.

Com base nisso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a precisão e a exatidão da aplicação do método dos quadrantes, na estimativa da abundância, da área basal e do volume de madeira por hectare de espécies comerciais de uma floresta Ombrófila da Amazônia, a ser submetida à exploração florestal, por meio de plano de manejo sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudos possui 1.000 hectares, subdivididos em 10 Unidades de Trabalho (UTs) de 100 ha cada, estando localizada ao Norte do município de Sena Madureira, no estado do Acre (Figura 1). As coordenadas geográficas centrais da área de estudo são: 9°26'32" de latitude Sul e 68°38'22" de longitude a Oeste de Greenwich.

A vegetação é predominantemente composta por Floresta Ombrófila, tendo a Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas com bambus e a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas Dossel Emergente como suas formas dominantes (CAVALCANTI, 2007).

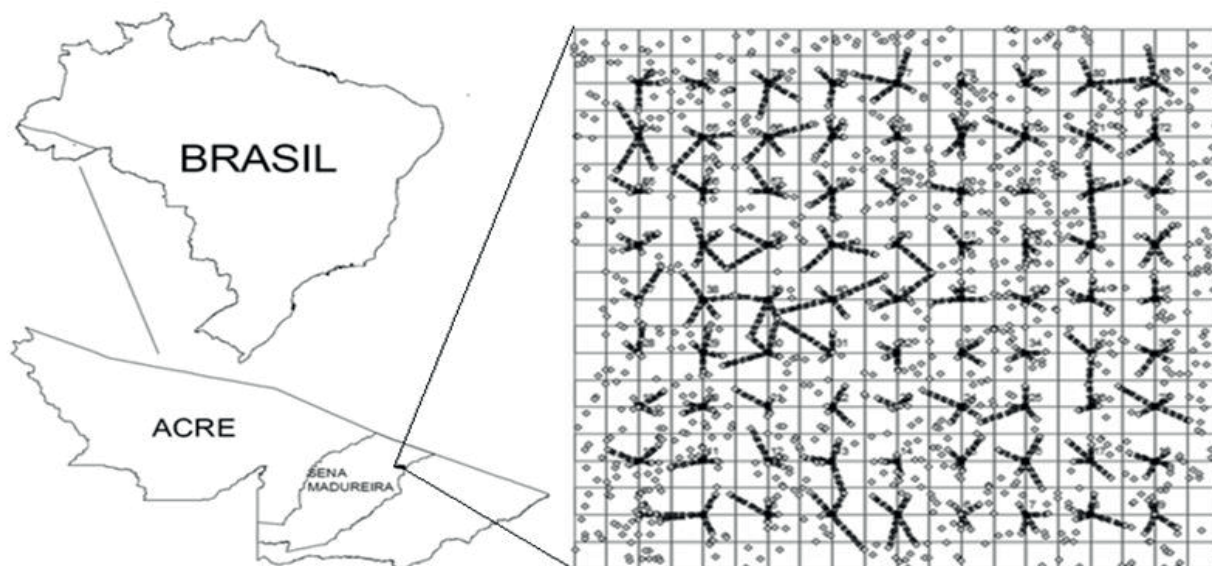


FIGURA 1 Localização da área de estudos e feição contendo os pontos de amostragem, as medições de distância ponto-planta e as árvores selecionadas em uma das dez UTs.

FIGURE 1 Location of the study area and sample points, the distance measurements in the point-plant and trees in one of the ten selected UTs.

Censo florestal

O censo florestal (inventário a 100%) foi realizado por meio da abertura de picadas paralelas na direção norte-sul, distantes 50 m entre si, sendo registradas as árvores com DAP ≥ 40 cm. Na picada de orientação foram fixadas estacas a cada 25 m, com a marcação da metragem respectiva, do número da faixa e UT.

Para cada árvore considerada, foram registradas na ficha de campo as seguintes informações: a) número; b) nome vulgar; c) coordenadas “x” e “y”; d) circunferência à altura do peito (CAP); e) altura comercial; f) estado físico (viva, morta, em pé, caída, quebrada, oca) e g) classe de qualidade do fuste (número de toras de 4 m).

Simulação da amostragem

Na simulação das amostragens, primeiramente foram medidos no mapa do censo, com auxílio do software ArcMap 10, trinta distâncias entre árvores mais próximas ao longo de uma faixa escolhida aleatoriamente em uma das UTs, também selecionada de forma aleatória.

A distância mínima entre pontos foi calculada

com a expressão: $d_{min} = 2.d_{max}$, conforme proposto por Martins (1991) e, com objetivo de evitar que a mesma árvore fosse registrada em mais de um ponto amostral. Nesta expressão, d_{min} é a distância mínima entre os pontos quadrantes e d_{max} é a distância máxima encontrada entre as 30 árvores mais próximas.

A distância mínima entre pontos quadrantes foi de 86 m, ampliada para 100 m buscando-se uma maior segurança na seleção de árvores distintas por ponto quadrante. Respeitando a distância mínima calculada, foi gerada no software ArcMap 10, uma grade de 81 pontos, distantes 100 m entre linhas e entre colunas dentro de uma feição de 100 ha (1.000 m x 1.000 m) correspondente à área de cada UT, que foi utilizada para a obtenção das distâncias ponto-planta por quadrante (Figura 1).

Em alguns casos os pontos de amostragem sobrepuseram as árvores na simulação da amostragem, sendo adotado o valor de zero metro para suas distâncias ponto-planta. Dos 810 pontos totais distribuídos nos 1000 ha, 18 pontos foram excluídos por estarem localizados em áreas sem árvores, considerando-se então 792 pontos.

As amostras variaram progressivamente de 10 em 10 pontos de amostragem, iniciando com 100

e terminando com 200 pontos, sendo testados dois processos de amostragem distintos, um aleatório e outro sistemático.

A abundância (A), também denominada densidade por unidade de área, foi calculada conforme Cottam e Curtis (1956) para cada ponto de amostragem com a expressão: $A = \frac{10000}{\bar{M}}$, sendo $\bar{M} = \bar{Q}^2$, em que: \bar{M} = área média ocupada por árvore no ponto quadrante ($m^2 \cdot \text{árvore}^{-1}$) e; \bar{Q} = média aritmética das distâncias de cada árvore ao centro do ponto quadrante (m).

O cálculo da área basal (G) foi realizado de acordo com Cottam e Curtis (1956) com a expressão: $G = \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{n} \cdot A$, sendo $g_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4}$, em que: G = área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$); g_i = área transversal de cada árvore i (m^2); n = número de árvores mensuradas; d_i = diâmetro a 1,30 m do solo (m) da árvore i .

O volume comercial [1] de cada árvore foi estimado por meio da equação desenvolvida por Cavalcanti (1992), que testou quatro modelos com dados da Floresta do Antimary, localizada próxima à área de estudo, sendo: v_i = volume comercial com casca de cada árvore (m^3); DAP = diâmetro a 1,30 metros do solo (cm) e; H = altura comercial (m). A expressão utilizada para a obtenção do volume comercial por ponto de amostragem foi: $V = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \cdot A$, em que: V = volume por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$).

$$v_i = 0,000105 \text{ DAP}^{1,9570} H^{0,7515} \quad [1]$$

Após o cálculo da estimativa dos parâmetros das variáveis estudadas em cada ponto amostral, foi realizado o Teste de Grubbs, com o auxílio do software Action, para verificar a existência de valores discrepantes *outliers* dentre os 792 pontos quadrantes, a um nível de significância de 5%.

O cálculo da estimativa dos parâmetros das amostras foi processado como amostragem inteiramente casualizada (aleatória), para população finita, buscando-se satisfazer um limite máximo de erro de 10% em torno da média amostral para abundância, área basal e volume comercial, a um nível de significância de 5% e, intervalos de confiança das médias que incluíssem os valores reais registrados no censo florestal. Com base nos critérios de precisão e exatidão estabelecidos, foi realizado o dimensionamento amostral em cada amostra, conforme Queiroz (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 792 pontos quadrantes alocados na população, quatro pontos apresentaram valores discrepantes, de acordo com o Teste Grubbs, para a área basal e o volume comercial. Dentre estes pontos, três apresentaram valor discrepante para a variável abundância.

Pelo processo de amostragem aleatória, a amostra com 160 pontos quadrantes apresentou um erro menor que 10% para a variável abundância e, o dimensionamento amostral sugeriu uma amostra de 157 pontos para atingir a precisão requerida (Tabela 1). Destaca-se que as amostras com 170 e 200 pontos quadrantes apresentaram um erro de amostragem maior que o observado para a amostra com 160 pontos. Esse fato pode ser explicado em função da ocorrência de valores discrepantes, citados anteriormente, que ocorreram nessas amostras, elevando o seu erro de amostragem.

No processo de amostragem sistemática foi observado um erro inferior a 10% para a variável abundância apenas nas amostras contendo 170 e 190 pontos quadrantes (Tabela 2). Na amostra de 170 pontos, o cálculo do dimensionamento amostral indicou que a utilização de 166 pontos quadrantes seria suficiente para atingir a precisão requerida.

Quanto à exatidão, das amostras que apresentaram um erro inferior a 10% (170 e 190), nenhuma foi capaz de incluir o valor da abundância da população em seu intervalo de confiança.

Embora DIAS (2005) recomende que a amostragem por quadrantes deva ser sempre aleatória, na amostragem sistemática, verificou-se um erro inferior a 10% para a variável resposta nas amostras de 170 e 190 pontos quadrantes. Assim como na amostragem aleatória, observa-se a influência dos dados discrepantes no aumento do erro de amostragem.

Na Tabela 3 são expostos os valores da estimativa da amostragem aleatória pelo método de quadrantes para a variável área basal.

Apenas a amostra contendo 190 pontos quadrantes foi capaz de gerar um erro de amostragem inferior a 10%, no entanto, não foi capaz de incluir o valor real da população em seu intervalo de confiança. Com base no seu

TABELA 1 Abundância (A), erro de amostragem (E), dimensionamento da amostra (n) e intervalo de confiança (IC) na amostragem sistemática com diferentes tamanhos de amostra, em uma população com abundância igual a 11,28 árvores.ha⁻¹ considerando um DAP \geq 40 cm.

TABLE 1 Abundance (A), sampling error (E), sample size (n) and confidence interval (IC) in the systematic sampling using different sample sizes, in a population with 11.28 trees.ha⁻¹ of abundance, considering a DBH \geq 40 cm.

Nº de pontos quadrantes	A (árv.ha ⁻¹)	E (%)	n	Limite do IC (árv.ha ⁻¹)	
				Inferior	Superior
100	13,20	14,13	177	11,33	15,06
110	12,99	12,11	151	11,41	14,56
120*	15,35	29,64	484	10,80	19,90
130	12,05	11,63	166	10,65	13,45
140*	12,66	12,00	187	11,14	14,18
150*	11,98	13,49	236	10,37	13,60
160	12,43	9,85	156	11,20	13,65
170*	13,12	13,51	264	11,35	14,90
180	12,72	8,91	150	11,59	13,85
190	12,58	8,65	151	11,50	13,67
200*	12,62	10,99	230	11,23	14,01

*: presença de valores discrepantes na amostra.

dimensionamento amostral, a utilização de 172 pontos quadrantes seria suficiente para a obtenção da precisão requerida.

Na amostragem sistemática para a variável área basal, tem-se para uma amostra com 190 pontos quadrantes um erro de 9,31% (Tabela 4).

O cálculo do dimensionamento amostral nessa amostra indica a aplicação de 171 pontos quadrantes para obtenção de um erro de amostragem menor ou igual a 10%.

Quanto à exatidão, a amostra com 190 pontos quadrantes não incluiu em seu intervalo de

TABELA 2 Abundância (A), erro de amostragem (E), dimensionamento da amostra (n) e intervalo de confiança (IC) na amostragem aleatória com diferentes tamanhos de amostra, em uma população com abundância igual a 11,28 árvores.ha⁻¹ considerando um DAP \geq 40 cm.

TABLE 2 Abundance (A), sampling error (E), design of the sample size (n) and confidence interval (IC) for the random sampling using different sample sizes, in a population with 11.28 trees.ha⁻¹ of abundance, considering a DBH \geq 40 cm.

Nº de pontos quadrantes	A (árv./ha)	E (%)	n	Limite do IC (árv.ha ⁻¹)	
				Inferior	Superior
100	12,66	11,87	134	11,16	14,16
110	12,14	11,49	139	10,75	13,54
120*	12,16	17,99	290	9,97	14,35
130*	15,82	25,60	446	11,77	19,87
140	12,80	10,80	159	11,42	14,18
150	12,56	10,32	158	11,27	13,86
160*	14,91	21,81	433	11,66	18,17
170	13,14	9,81	165	11,85	14,43
180*	12,90	12,74	256	11,25	14,54
190	12,71	8,36	143	11,65	13,78
200*	12,94	10,94	228	11,53	14,36

(*): presença de valores discrepantes na amostra.

TABELA 3 Área basal (G), erro de amostragem (E), dimensionamento da amostra (n) e intervalo de confiança (IC) na amostragem aleatória com diferentes tamanhos de amostra, em uma população com área basal igual a $3,65 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, considerando um DAP $\geq 40 \text{ cm}$.

TABLE 3 Basal area (G), sampling error (E), sample size (n) and confidence interval (IC) in the random sampling using different sample sizes, in a population with $3.65 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ of basal area, considering a DBH $\geq 40 \text{ cm}$.

Nº de pontos quadrantes	G ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	E (%)	n	Limite do IC ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	
				Inferior	Superior
100	4,56	14,60	186	3,90	5,23
110	4,45	14,25	196	3,82	5,09
120*	5,04	33,04	523	3,37	6,70
130	4,12	13,78	215	3,55	4,68
140*	4,27	15,57	271	3,61	4,94
150*	3,95	12,69	217	3,45	4,46
160	4,29	10,74	179	3,83	4,75
170*	4,16	14,67	293	3,55	4,77
180*	4,25	10,39	191	3,81	4,69
190	4,30	9,36	172	3,89	4,70
200*	4,23	10,50	215	3,79	4,68

(*): presença de valores discrepantes na amostra.

confiança o valor real da área basal da população.

Na Tabela 5 são expostos os resultados da análise estatística da amostragem aleatória para a variável volume comercial pelo método de quadrantes. Assim como ocorrido na variável área basal, na amostragem aleatória, apenas a amostra

contendo 190 pontos quadrantes foi capaz de fornecer um erro de amostragem inferior aos 10%. Com base em seu dimensionamento amostral, a utilização de 169 pontos quadrantes seria suficiente para atingir a precisão requerida.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados

TABELA 4 Área basal (G), erro de amostragem (E), dimensionamento da amostra (n) e intervalo de confiança (IC) na amostragem sistemática com diferentes tamanhos de amostra, em uma população com área basal igual a $3,65 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ considerando um DAP $\geq 40 \text{ cm}$.

TABLE 4 Basal area (G), sampling error (E), sample size (n) and confidence interval (IC) in the systematic sampling using different sample sizes, in a population with $3.65 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ of basal area, considering a DBH $\geq 40 \text{ cm}$

Nº de pontos quadrantes	G ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	E (%)	n	Limite do IC ($\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$)	
				Inferior	Superior
100	4,31	11,60	129	3,81	4,81
110	4,12	11,43	138	3,65	4,59
120*	3,82	16,96	269	3,17	4,47
130*	5,66	27,16	469	4,12	7,20
140	4,24	12,18	191	3,72	4,75
150	4,15	11,71	192	3,67	4,64
160*	5,32	23,49	462	4,07	6,56
170	4,11	10,49	183	3,68	4,54
180*	4,37	13,06	265	3,80	4,94
190	4,32	9,31	170	3,92	4,73
200*	4,18	11,48	244	3,70	4,66

(*): presença de valores discrepantes na amostra.

TABELA 5 Volume comercial (V), erro de amostragem (E), dimensionamento da amostra (n) e intervalo de confiança (IC) na amostragem aleatória com diferentes tamanhos de amostra, em uma população com volume comercial igual a 28,47 m³·ha⁻¹, considerando um DAP ≥ 40 cm.

TABLE 5 Commercial volume (V), sampling error (E), sample size (n) and confidence interval (IC) in the random sampling using different sample sizes, in a population with 28.47 m³·ha⁻¹ of commercial volume, considering a DBH ≥ 40 cm.

Nº de pontos quadrantes	V (m ³ ·ha ⁻¹)	E (%)	n	Limite do IC (m ³ ·ha ⁻¹)	
				Inferior	Superior
100	36,49	14,91	193	31,05	41,93
110	34,89	14,55	202	29,81	39,97
120*	39,57	32,14	514	26,85	52,29
130	31,48	13,49	208	27,23	35,72
140*	33,32	14,80	253	28,39	38,25
150*	30,72	12,73	217	26,81	34,63
160	33,03	10,81	181	29,46	36,60
170*	32,06	13,93	275	27,59	36,53
180*	33,30	11,31	216	29,53	37,06
190	33,31	9,26	169	30,23	36,39
200*	33,01	10,59	218	29,51	36,50

(*): presença de valores discrepantes na amostra.

da análise estatística da amostragem sistemática para a variável volume comercial.

A amostra de 190 pontos foi a única capaz de proporcionar um erro satisfatório para o inventário. Com base no dimensionamento amostral, a utilização de 184 pontos quadrantes seria suficiente para se alcançar uma precisão adequada. Quanto à exatidão da amostragem sistemática, observa-se que o valor real da população não foi incluído no intervalo de confiança da amostra 190.

A utilização de 190 pontos quadrantes no inventário florestal, respeitando-se uma distância mínima de 100 m entre os pontos, foi capaz de proporcionar um erro de amostragem abaixo de 10%, a um nível mínimo de confiança de 0,95 para as variáveis abundância, área basal e volume comercial, tanto na amostragem aleatória, quanto na amostragem sistemática.

Esses resultados são semelhantes os encontrados por Ubiali et al. (2009) que, utilizando parcelas de 2500 m² em uma área de Floresta Estacional no estado do Mato Grosso, obtiveram estimativas de erro de amostragem para área basal em torno de 10%, para os grupos de todas as espécies e para as mais importantes fitossociologicamente, independente do processo amostral (aleatório ou

sistemático), principalmente quando utilizada uma intensidade amostral de 10%. Vale ressaltar que nos trabalhos de Ubiali et al. (2009), foram contabilizadas árvores com DAP ≥ 30 cm.

Independente do processo de amostragem utilizado, observa-se que a maior parte das amostras apresentou valores médios acima dos valores reais da população para as variáveis. Esses resultados estão de acordo com Moscovich et al. (1999) que, comparando o método de área fixa com o método de quadrantes, em uma floresta de *Araucaria angustifolia*, no Rio Grande do Sul, observaram que o método de quadrantes, com 25 pontos de amostragem distribuídos sistematicamente, superestimou os valores de abundância (+26,66%), área basal (+19,73%) e volume comercial com casca (+25,81) para árvores com CAP ≥ 30 cm.

Analisando os intervalos de confiança nas amostras que apresentaram um erro inferior a 10%, destaca-se que apenas a abundância na amostragem aleatória, utilizando 160 pontos quadrantes, foi capaz de incluir o valor real da população no intervalo de confiança de sua amostra. Para a área basal e volume comercial, tanto na amostragem aleatória, quanto na amostragem sistemática, a média paramétrica foi encontrada abaixo dos intervalos de confiança.

TABELA 6 Volume comercial (V), erro de amostragem (E), dimensionamento da amostra (n) e intervalo de confiança (IC) na amostragem sistemática com diferentes tamanhos de amostra, em uma população com volume comercial igual a 28,47 m³·ha⁻¹, considerando um DAP ≥ 40 cm.

TABLE 6 Commercial volume (V), sampling error (E), sample size (n) and confidence interval (IC) in the systematic sampling using different sample sizes, in a population with 28.47 m³·ha⁻¹ of commercial volume, considering a DBH ≥ 40 cm.

Nº de pontos quadrantes	V (m ³ ·ha ⁻¹)	E (%)	n	Limite do IC (m ³ ·ha ⁻¹)	
				Inferior	Superior
100	33,72	12,02	137	29,67	37,78
110	32,31	11,76	144	28,51	36,11
120*	28,49	16,51	259	23,78	33,19
130*	43,46	26,89	465	31,78	55,15
140	31,90	12,06	189	28,05	35,75
150	31,38	11,64	191	27,72	35,03
160*	41,38	23,33	459	31,73	51,03
170	31,51	10,26	177	28,28	34,74
180*	33,14	12,54	251	28,98	37,29
190	33,80	9,77	183	30,50	37,11
200*	32,22	12,16	263	28,30	36,14

(*): presença de valores discrepantes na amostra.

Desta forma, com base nos resultados e na operacionalidade do método de quadrantes, constata-se que sua utilização pode ser de interesse por parte dos órgãos responsáveis pelo processo de concessão florestal, tanto federal, quanto estaduais. Esta constatação está reforçada pelo fato de o método reduzir o erro não amostral originado da árvore limite e também por proporcionar um grau de liberdade a cada quatro árvores medidas,

Em contrapartida, a quantidade de inventários florestais já realizados que oferecem estimativas de volume comercial nas diferentes fitofisionomias da Amazônia, aliados à obrigatoriedade do censo florestal, têm reduzido cada vez mais a prática do inventário por amostragem nas áreas sob manejo florestal sustentável na região. Entretanto, no processo licitatório da concessão florestal, os órgãos concedentes são obrigados a apresentar estimativas quantitativas e qualitativas acerca da floresta a ser disputada, o que justifica a realização dos inventários e tem no método de quadrantes uma alternativa na obtenção de tais estimativas.

Resta ainda confirmar, por meio de estudos futuros, se o custo e o tempo da aplicação do método de quadrantes também o favorecem em relação ao método da área fixa, tradicionalmente utilizado.

CONCLUSÃO

O método de quadrantes não atingiu o nível de exatidão desejado para a estimativa da área basal e do volume comercial, superestimando os seus valores paramétricos registrados no censo. No entanto, a precisão de suas estimativas para abundância, área basal e volume comercial foi satisfatória para a aplicação do método em inventários florestais destinados a planos de manejo na Amazônia.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos. À Cia Compensados Triunfo Ltda, pela cessão dos dados.

REFERÊNCIAS

- BROEMELING, L. D. **Bayesian inference in statistical analysis**. New York: Marcel Dekker, 1985. 545p.
- ARAÚJO, H. J. B. D. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazonica**, Manaus, AM., v. 36 n.4, p. 447-464, 2006.

- CAVALCANTI, F. J. B. **Manejo florestal em regime de rendimento sustentado, de uso múltiplo, para a Floresta Estadual do Antimari (Acre)**. 1992. 151f. Dissertação. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/Fundação Universidade do Amazonas - FUA. Manaus, AM. 1992.
- CAVALCANTI, F. J. B. **Metodologia e sistema computacional para uso múltiplo e integrado de florestas tropicais na Amazônia**. 121p. Tese. Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba, PR. 2007.
- COTTAM, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, Durham, v. 37 n.3, p. 451-460, 1956.
- DIAS, A. C. **Composição florística, fitossociologia, diversidade de espécies e comparação de métodos de amostragem na Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual Carlos Botelho/SP-Brasil**. 152f. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 2005.
- KUNZ, S. H.; IVANAUSKAS, N. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, E.; STEFANELLO, D. Fitossociologia do componente arbóreo de dois trechos de floresta estacional perenifolia, Bacia do Rio Pacas, Querência-MT. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 24, n. 1, p. 1-11, 2014.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1991. 246 p.
- MOSCOVICH, F. A.; BRENA, A. B.; LONGHI, S. J. 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.
- QUEIROZ, W. T. **Amostragem em inventário florestal**. Belém, PA: Edufra, 2012. 441 p. il.
- UBIALIA, J. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; ARCE, J. E. 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**, Manaus, AM., v. 39 n. 2, p. 305-314, 2009.