



Eficiência relativa de duas configurações de parcelas de área fixa para inventário do potencial madeireiro na Amazônia Oriental

Cristiane Boscaro MARSARO^{1*}, Nelson Yoshihiro NAKAJIMA¹, Sebastião do Amaral MACHADO¹, Lia Oliveira MELO², Ademir Roberto RUSCHEL³, Luana Casusa de CASTRO¹, Leticia DOMINGUES¹, Samuel Alves da SILVA¹

¹ Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil

² Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Pará, Brasil

³ Centro de Pesquisa Agroflorestal do Trópico Úmido, Embrapa Amazônia Oriental, Pará, Brasil

* E-mail: ssilva.alves@yahoo.com.br

Recebido em junho/2017; Aceito em setembro/2017.

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi comparar a eficiência relativa quanto a estimativa das variáveis diâmetro médio a 1,30 m do solo (\bar{d}), número de árvores, área basal e volume com casca por hectare, de duas configurações do método de amostragem de área fixa em parcelas de 2000 m². A primeira com dimensões de 20m x 100m não estratificada e outra com dimensões de 10m x 200m estratificada. Ambas instaladas em uma área de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não explorada localizada na Floresta Nacional de Tapajós, estado do Pará. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições para comparação das configurações de parcela. Foram sorteadas quatro unidades amostrais nas quais foram medidos os DAPs de todos os indivíduos acima de 10 cm, bem como cronometrado o tempo desde a alocação das parcelas até o fim das mensurações. Os resultados obtidos com base na eficiência relativa mostraram que o melhor método para estimativa das variáveis estudadas foi o da parcela sem estratificação. Entretanto, não houve diferença estatística significativa entre as estimativas das duas configurações, assim, devido ao menor tempo consumido na medição e alocação das parcelas, pode-se concluir que a configuração com estratificação apresentou o melhor custo-benefício.

Palavras-chave: método de amostragem, forma de parcelas, Floresta Nacional do Tapajós.

Relative efficiency of two area layout of plots for timber potential inventory in the Oriental Amazon Forest

ABSTRACT: The objective of this research was to compare the relative efficiency for prediction of the;meandiameter at breast height (\bar{d}), number of trees, basal area and volume outside bark per hectare, for two layouts of sample plots with 2000 m² of area. The first one was not stratified and presented 20m x 100m of dimensions; otherwise the second one was stratified and presented 10m x 200m of configuration. Both sample plots were installed in an unexplored area of up land Dense Ombrophylous Forest located in the National Forest of Tapajós, Pará state, Brazil. A completely randomized design with four replicates was used for comparison of the two plots configuration. Four sampling units were randomized chosen and all individuals above 10 cm of DBH were measured as well as the spend time from the plots allocation until the end of all field activities were timed. The results showed that the best method for estimating the variables studied in terms of relative efficiency was not stratified plot layout. However, there was not a significant statistical difference between of the two configurations estimates. Due to the shorter time consumed by measurement and allocation procedures of plots, it can be considered that the stratified configuration had the best cost-benefit relationship.

Keywords: Sampling method, Plot form, National Forest of Tapajós.

1. INTRODUÇÃO

O inventário florestal refere-se às diversas informações sobre as características qualitativas e quantitativas das florestas e sua história remonta a idade média, quando a exploração intensiva dos recursos madeireiros levou a necessidade do planejamento da produção florestal (GABLER; SCHADAUER, 2007; DRUSZCZ et al., 2012).

A eficiência do inventário florestal está relacionada, principalmente, à escolha do processo e método de amostragem. As amostragens com base em unidades amostrais de área fixa estão intimamente relacionadas com o tamanho e forma das unidades amostrais (circular, quadrada, retangular), que por sua vez dependem das características do

terreno e das condições da floresta (NAKAJIMA et al., 1997).

As características de uma estimativa baseada em unidades amostrais de área fixa são afetadas pelo tamanho e forma das unidades amostrais. A escolha da forma da unidade amostral (circular, quadrada ou retangular) normalmente depende dos objetivos do inventário, do terreno, da composição florestal, da tradição da empresa, região, ou até mesmo da preferência do profissional responsável (SANQUETTA et al., 2009).

Com relação às unidades amostrais retangulares, segundo Oliveira (2014), em florestas tropicais, as unidades compridas e estreitas (retangulares) são as que apresentam a mais fácil instalação, principalmente pelo controle que se tem

das laterais da parcela, pelo fato de as retangulares serem menos largas e mais compridas.

As parcelas retangulares mais estreitas e longas facilitam muito a instalação e consequentemente as medições. Isto porque o trabalho de inventário pode se resumir a uma picada central, onde se controla a distância até a bordadura com uma corda ou trena. Assim, a inclusão de árvores na unidade amostral se constitui em tarefa relativamente fácil, mas, é importante considerar que nesse tipo de parcela a quantidade de árvores marginais tende a aumentar, devido ao maior perímetro em relação as outras formas de parcelas. Em florestas naturais é comum utilizar parcelas amostrais compartimentadas, ou seja, a divisão da unidade amostral em compartimentos de amostragem ou divisões internas na parcela (A, B e C) com diferentes áreas onde se medem plantas de distintas categorias dimensionais (SANQUETTA et al., 2009).

Diretamente ligada à adequação de tamanhos e formas de unidades de amostra, em florestas nativas, entre outros pesquisadores citam-se Silva (1980) em Santarém (PA); Higuchi (1982) em uma floresta tropical úmida de terra firme a aproximadamente 90 km de Manaus; Cavalcanti et al. (2009), em floresta amazônica ao norte do município de Sena Madureira, no estado do Acre; Ubialli et al. (2009), em uma Floresta ecotonal na região Norte Mato-Grossense e Oliveira (2014), em floresta Amazônica na região de Manaus, estado do Amazonas.

A eficiência do método de amostragem selecionado (tipo, forma e tamanho) é influenciada em grande parte pela tipologia florestal, grau de degradação da floresta e pela topografia da área, sendo que a adequação do método de amostragem às condições florestais possibilitará um aumento da precisão nas estimativas das variáveis correntes de interesse e, consequentemente, uma redução do tempo de execução, o que refletirá na redução de custos, para um mesmo esforço de amostragem (NAKAJIMA et al., 1997; MIRANDA et al., 2015).

Nos inventários florestais, a eficiência é um indicador que analisa os custos ou tempos de um determinado método de amostragem, e sua precisão com base no coeficiente de variação, resultando em valores que determinam quanto eficiente será o método em comparação com outro (DRUSZCZ et al., 2010).

Portanto, é importante que os inventários florestais quantifiquem os recursos florestais, visando reduzir os erros oriundos da amostragem, obtendo-se maior eficiência nos resultados com a maior redução de custos possível. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo comparar duas configurações de unidades amostrais retangulares de 2000 m², quanto à eficiência relativa na estimativa das variáveis, diâmetro médio a 1,30 m do solo (DAP), número de árvores, área basal e volume total por hectare.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O experimento se localiza na Floresta Nacional do Tapajós, nas áreas experimentais de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não explorada da Embrapa Amazônia Oriental, na altura do km 67 (55 00' W, 2 45' S) da Rodovia BR 163, Cuiabá-Santarém, no oeste do estado do Pará (REIS et al., 2010), conforme a Figura 1.

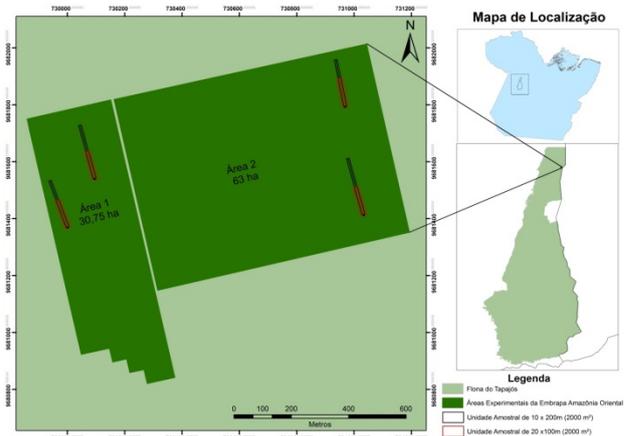


Figura 1. Detalhes da localização: Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará; Áreas experimentais da Embrapa Amazônia Oriental (Área 1 e Área 2).

Figure 1. Location details: Tapajós National Forest, Belterra, Pará; experimental areas of Amazonia Oriental Embrapa (Area 1 and Area 2).

As áreas onde a Embrapa conduz seus experimentos são adjacentes e possuem 63 ha e 30,75 ha, dos quais foram realizadas o censo florestal das árvores com DAP \geq 35 cm, nos anos de 2009 e 2014, respectivamente. O Clima pela classificação do Sistema de Köppen é Am, tropical úmido com temperatura média anual de 25°C. A umidade relativa é em média de 86 % com precipitação média anual de 2.111 mm. Apresenta topografia plana a ondulada, com ocorrência de solo tipo Latossolo Amarelo Distrófico (AZEVEDO et al 2012; SILVA et al., 2012).

2.2. Alocação das Configurações de Parcelas Testadas

O processo de amostragem aleatório foi adotado para sorteio das unidades amostrais na área do estudo, isto é, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada tratamento. As parcelas das duas configurações de amostragem (tratamentos) foram alocadas de forma temporária, nos mesmos pontos amostrais para os dois modelos. Foram testadas as seguintes configurações de parcelas:

Parcela Retangular Não Estratificada de 20m x 100m; A alocação do método de parcela de área fixa de forma retangular de 20m x 100m (2000 m²), deu-se início no ponto amostral marco zero demarcado em campo. A partir do marco zero, fez-se a abertura da picada central ou de orientação na direção norte-sul. Na picada de orientação foram fixadas estacas a cada 25 m até o comprimento da parcela de 100 m.

Devido à largura da parcela (20m), foi necessária a abertura de picadas laterais nos 5 metros de cada lado da picada para um melhor controle. Realizado este procedimento, iniciou-se a medição das árvores inseridas na parcela.

A variável medida foi a circunferência à altura do peito (CAP) de todas as árvores da parcela a partir de 31,4 cm (DAP \geq 10 cm). Adicionalmente, foi mensurado o tempo de implantação e a medição das parcelas, com o auxílio de um cronômetro digital.

Parcela Retangular Estratificada de 10m x 200m; A alocação do método de parcela de área fixa de forma retangular estratificada de 10m x 200m (2000 m²), foi estratificada em subunidades (S1, S2, S3, S4) onde a

subunidade S1 foi dividida em S1a e S1b, com base nas seguintes classes de diâmetro: S1a = 10 cm ≤ DAP < 20 cm nos primeiros 25 m da parcela (10 m x 25 m); S1b = 20 cm ≤ DAP < 30 cm nos primeiros 50 m (10 m x 50 m); S2 = 30 cm ≤ DAP < 40 cm nos primeiros 100 m de parcela (10 m x 100 m); S3 = 40 cm ≤ DAP < 50 cm nos primeiros 150 m da parcela (10 m x 150 m); e S4 = DAP ≥ 50 cm em toda a parcela (10 m x 200 m), conforme metodologia da Fase Piloto do Inventário Florístico-Florestal do Estado de Santa Catarina (IFFSC - Fase Piloto) publicado por Nakajima (2006) e Vibrans et al. (2008), e instalada nos mesmos pontos amostrais da configuração de amostragem anteriormente descrita (Figura 2).

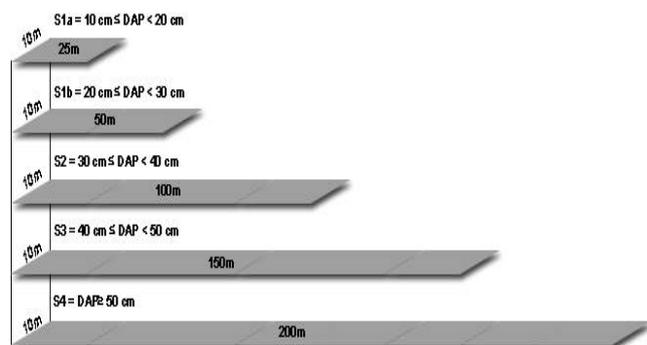


Figura 2. Esquema de uma parcela amostral de 2000 m² (10 m x 200 m) com estratificação em subunidades.

Figure 2. Layout of a plot unit of 2000 square meter (10 m x 200 m) with stratification in subunits.

A partir da picada das unidades amostrais da configuração 20 m x 100 m, deu-se continuidade a abertura de picada para o complemento do comprimento desta configuração na mesma direção norte-sul. Na picada de orientação foram fixadas estacas a cada 25 m até 200 m. Na medição do tempo de implantação da parcela foi adicionado ao tempo de abertura da picada anterior o tempo gasto na abertura da picada complementar com auxílio de um cronômetro digital. A variável medida foi a circunferência à altura do peito (CAP) de todas as árvores da parcela a partir de 31,4 cm.

2.3 Procedimentos de Medição

A equipe para execução dos trabalhos de campo foi composta por cinco profissionais, com as seguintes funções: 01 Engenheiro Florestal na coordenação da equipe e anotação dos dados coletados (ficha de campo); 01 operador de GPS e trena; 02 colaboradores para abertura de picadas e medição de CAP da árvore; 01 operador de bússola e trena.

Foram usados os seguintes instrumentos e materiais: fita métrica graduada em milímetros para medição das circunferências à altura do peito (CAP's), giz para marcação das árvores medidas, GPS Garmin Etrex 10 para alocação dos pontos amostrais e registro das coordenadas das parcelas, bússola para orientação da parcela na direção norte-sul, trena, facão para abertura das picadas, estacas para marcação do ponto amostral e comprimento da picada, fichas de campo, prancheta, canetas, cronômetro digital para medição dos tempos.

2.4 Equações de volume utilizadas

Para estimar o volume das árvores das parcelas experimentais com classes de 10,0 ≤ DAP < 44,9 foi utilizada

a (equação 1), com coeficiente de determinação (R²) de 0,96 e erro padrão da estimativa em percentagem (Syx%) de 12% e para estimar o volume das árvores das parcelas experimentais com classes de DAP ≥ 45,0 foi utilizada a (equação 2), com coeficiente de determinação (R²) de 0,84 e erro padrão da estimativa em percentagem (Syx%) de 16%, ambas desenvolvidas pela equipe de pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental para a região do Tapajós, as quais usa apenas o diâmetro como variável independente. (SILVA et al., 1984; SILVA; ARAÚJO, 1984).

$$V = -0,0994 + 9,1941 \times 10^{-4} d^2 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\ln V = -7,6281 + 2,1509 \ln d \quad (\text{Equação 2})$$

em que: V = Volume individual; d = Diâmetro a 1,30 do solo.

O volume e área basal de cada parcela foram obtidos pelo somatório dos resultados individuais das árvores medidas e, a seguir foram extrapolados para hectare. Os estimadores de número de árvores, área basal e volume por hectare foram calculados por meio do fator de proporcionalidade (F), conforme Péllico Netto e Brena (1997), expresso pela Equação 3.

$$F = 1/a \quad (\text{Equação 3})$$

em que: F = fator de proporcionalidade; a = área da unidade amostral; 1 = área de 1,00 hectare (10.000 m²).

Para estimar o número de árvores por hectare (N) multiplicou-se o fator de proporcionalidade pelo número de árvores contidas na parcela amostral.

2.5 Análises estatísticas

A média com base nas quatro repetições foi calculada para números de árvores, área basal, volume, por hectare, bem como o DAP médio para as duas configurações de parcelas (tratamentos). Para o método do IFFSC - Fase Piloto, a média do DAP foi calculada com base no centro de classe de DAP de cada sub-unidade multiplicado pelo número de árvores por hectare desta sub-unidade e assim, sucessivamente para as outras sub-unidades e, dividido pelo somatório do número de árvores por hectare de todas as sub-unidades, isto é, foi calculada a média ponderada. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste t de Student, a fim de detectar se há diferença estatística significativa entre as duas configurações de parcela amostral (tratamentos), nas estimativas das variáveis analisadas.

Adicionalmente, os resultados médios de números de árvores, área basal, volume, por hectare e DAP médio obtidas pelas duas configurações de métodos de amostragem de área fixa, foram comparados aos valores paramétricos obtidos no censo florestal (inventário 100%) realizado no ano de 2014 na área experimental de 63 ha.

2.6 Cálculo da Eficiência Relativa (ER)

Os cálculos de eficiência relativa, (Equação 4), foram realizados para todas as variáveis estimadas em cada configuração de parcela de amostragem. Péllico Netto e Brena (1997), consideram eficiência relativa como o inverso dos tempos médios de mensuração em cada uma das

configurações multiplicado pelo coeficiente de variação de cada configuração de parcela. O método que apresentar maior valor de eficiência relativa é o melhor.

$$ER = 1 / (Ti \cdot CV^2) \quad (\text{Equação 4})$$

Em que: ER = eficiência relativa; Ti = tempo médio de medição das parcelas amostrais de configuração "i"; CV = coeficiente de variação.

3. RESULTADOS

3.1. Número de árvores amostradas por parcela das duas configurações de parcelas testadas

Na Tabela 1, é apresentado o número de árvores amostradas em cada parcela amostral. Analisando Tabela 1 verifica-se que ambas as configurações de parcela amostral atingiram este número mínimo de árvores medidas. Observa-se que pelo fato da unidade de amostra 10m x 200m ser estratificada e estabelecer diâmetros mínimos de inclusão distintos em cada subunidade, o número de árvores medidas por parcela é em média 73,74% menor em relação à unidade de amostra 20m x 100m não estratificada, onde são medidas todas as árvores da parcela a partir de 10 cm de DAP.

Tabela 1. Número de árvores medidas por parcela amostral (absoluto) para as quatro repetições.

Repetição	Não estratificada		Estratificada					Total
	2000 m ²	S1a	S1b	S2	S3	S4		
1	96	4	4	2	3	7	20	
2	108	10	6	4	4	9	33	
3	95	8	4	2	4	10	28	
4	97	12	4	3	1	4	24	
Média	99	8,5	4,5	2,5	3	7,5	26	

3.2. Estimativa das variáveis pelas duas configurações de parcelas testadas

Na Tabela 2 são apresentados resultados das estimativas das variáveis estudadas para as quatro repetições.

Na Tabela 3 são apresentados resultados das estimativas das variáveis estudadas, considerando DAP ≥ 35 cm, para as configurações das parcelas amostrais testadas.

3.3. Análise estatística

Para testar a hipótese de igualdade H0, utilizou-se o teste F apresentado na Tabela de resultados da Análise de Variância (Tabela 4).

Portanto, comparando os resultados do valor F calculado com F Tabelado (crítico) da análise de variância para as variáveis DAP médio, volume, área basal e número de árvores por hectare, verifica-se que o valor de F calculado é menor que o valor de F Tabelado, bem como que o valor-P é maior que 0,05 para todas as variáveis analisadas.

Portanto, conclui-se que o teste *t* de student para as médias dos dois tratamentos foi não significativo (ns) ao nível de 5% e 1% de probabilidade, aceitando-se a hipótese de nulidade, a qual diz não existirem diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, ou seja, entre as configurações de parcela testadas na estimativa de todas as variáveis estudadas.

Na Tabela 5 é apresentado o resumo das análises estatísticas das variáveis DAP médio (cm), número de

árvores por ha, área basal (m².ha⁻¹) e volume total (m³.ha⁻¹), considerando DAP ≥ 10 cm, para as configurações de parcela amostral testadas.

Tabela 2. Estimativa das variáveis DAP médio, número de árvores, área basal e volume por ha por parcela para as quatro repetições, considerando DAP ≥ 10 cm.

Table 2. Estimate of the variables mean DBH, number of trees, basal area and volume by ha per plot for the four repetitions, considering DBH ≥ 10 cm.

Variável	Estratificada	Não estratificada
DAP Médio (cm)		
Repetição 1	27,38	20,42
Repetição 2	23,72	23,37
Repetição 3	25,08	25,31
Repetição 4	19,55	22,01
Nº árvores (N.ha ⁻¹)		
Repetição 1	315	480
Repetição 2	632	540
Repetição 3	497	475
Repetição 4	617	485
Área basal (m ² .ha ⁻¹)		
Repetição 1	21,07	20,30
Repetição 2	53,65	34,59
Repetição 3	44,25	40,69
Repetição 4	21,44	34,58
Volume (m ³ .ha ⁻¹)		
Repetição 1	286,89	287,80
Repetição 2	779,41	491,53
Repetição 3	639,60	574,48
Repetição 4	323,40	505,41

Tabela 3. Estimativa das variáveis DAP médio, número de árvores, área basal e volume por hectare para as 2 configurações de parcela amostral, considerando DAP ≥ 35 cm.

Table 3. Estimate of the variables mean DBH, number of trees, basal area and volume by ha for the two plot design, considering DBH ≥ 35 cm.

Variáveis	Estratificada	Não estratificada	Diferença (%)
DAP médio (cm)	61,83	61,36	0,77%
Número médio de árvores (N.ha ⁻¹)	63,00	59,00	6,78%
Área basal média (m ² .ha ⁻¹)	23,89	20,61	15,91%
Volume médio (m ³ .ha ⁻¹)	331,07	281,76	17,50%

Tabela 4. Resultado da análise de variância para DAP médio, número de árvores, área basal e volume por ha para as configurações de parcela amostral.

Table 4. Result of variance analysis for mean DBH, number of trees, basal area and volume by ha for the plot design.

Variáveis	F calculado	F Tabelado (crítico)	valor-P
DAP Médio (cm)	0,3517 ns	5,9874	0,5748
Número de árvores (N.ha ⁻¹)	0,0716 ns	5,9874	0,7980
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	0,0763 ns	5,9874	0,7917
Volume (m ³ .ha ⁻¹)	0,0988 ns	5,9874	0,7639

Analisando a Tabela 5 verifica-se que a configuração de parcela amostral de 10m x 200 m estratificada apresentou maior coeficiente de variação para estimativa de todas as variáveis.

A Figura 3 apresenta a comparação entre as variáveis estimadas por ha, pelas duas configurações de parcela

amostral, com os valores obtidos pelo censo, para os indivíduos com DAP ≥ 35 cm (devido no censo o DAP mínimo de medição ser este).

Em comparação com o valor paramétrico do censo, a configuração de parcela amostral de 20m x 100m superestimou o volume em 84,77 m³.ha⁻¹ que, em termos percentuais corresponde a 43,03 %, no entanto, para volume total (m³.ha⁻¹) foi a que mais se aproximou do valor paramétrico.

Tabela 5. Análises estatísticas para DAP médio, número de árvores, área basal e volume por ha para as configurações de parcela amostral.

Table 5. Statistical analyses for mean DBH, number of trees, basal area and volume by ha for the plot design.

	Estratificada	Não estratificada
DAP Médio (cm)	23,93	22,78
Desvio Padrão	3,29	2,07
Coefficiente de Variação (%)	13,74	9,11
Número médio de árvores (N.ha ⁻¹)	515	495
Desvio Padrão	146,53	30,28
Coefficiente de Variação (%)	28,45	6,12
Área basal média (m ² .ha ⁻¹)	35,10	32,54
Desvio Padrão	16,44	8,65
Coefficiente de Variação (%)	46,84	26,59
Volume médio (m ³ .ha ⁻¹)	507,32	464,81
Desvio Padrão	240,80	123,45
Coefficiente de Variação (%)	47,46	26,56

m³/ha em relação ao valor paramétrico ou do censo, que em termos percentuais corresponde a 70,83%.

Em comparação com o valor paramétrico do censo, a configuração de parcela amostral de 20m x 100m superestimou o volume em 84,77 m³.ha⁻¹ que, em termos percentuais corresponde a 43,03 %, no entanto, para volume total (m³.ha⁻¹) foi a que mais se aproximou do valor paramétrico.

Com a configuração de parcela amostral de 10m x 200m estratificada houve superestimação o volume em 134,08 m³.ha⁻¹ em relação ao valor paramétrico ou do censo, que em termos percentuais corresponde a 68,06%.

Para as demais variáveis estimadas, as duas configurações testadas, também apresentaram uma superestimação em comparação ao valor paramétrico do censo. No entanto, observa-se que a configuração de parcela amostral de 20m x 100m apresentou menor superestimação para estimativa de todas as variáveis quando comparada à configuração de parcela amostral de 10m x 200m.

Devido à baixa intensidade amostral realizada nesta pesquisa (4 parcelas ou repetições por configuração), os resultados das estimativas das variáveis comparadas com a do censo para o número de árvores por ha, área basal (m².ha⁻¹) e volume total (m³.ha⁻¹), apresentaram erros elevados, o que já era esperado.

3.4. Análise da eficiência relativa

Os tempos médios de alocação e medição do CAP, coeficiente de variação e a eficiência relativa das duas configurações de parcela amostral testadas são apresentados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

Tabela 6. Tempo médio em minutos para as duas configurações de parcela amostral.

Table 6. Mean time in minutes for the two plot designs.

Configurações de parcela	Tempo médio (minutos)		Total (min)
	Alocação	Medição	
Parcela Estratificada	24,35	16,49	40,84
Parcela não estratificada	57,78	30,72	88,50

Tabela 7. Eficiência relativa comparada para as duas configurações de parcela amostral.

Table 7. Comparison of relative efficiency for the two plot designs.

Método	Parcela Estratificada	Parcela não estratificada		
Tempo médio (min.)	40,84	88,50		
Variáveis	CV%	ER	CV%	ER
DAP Médio (cm)	13,74	1,2977	9,11	1,3621
Nº de Árvores (N.ha ⁻¹)	28,45	0,3024	6,12	3,0203
Área Basal (m ² .ha ⁻¹)	46,84	0,1116	26,59	0,1598
Volume (m ³ .ha ⁻¹)	47,46	0,1087	26,56	0,1602

Os resultados obtidos mostraram que a configuração de parcela amostral 10m x 200m estratificada, aplicada no IFFSC – Fase Piloto apresentou menor tempo médio de alocação e medição, quando comparado com a configuração de parcela amostral 20m x 100m.

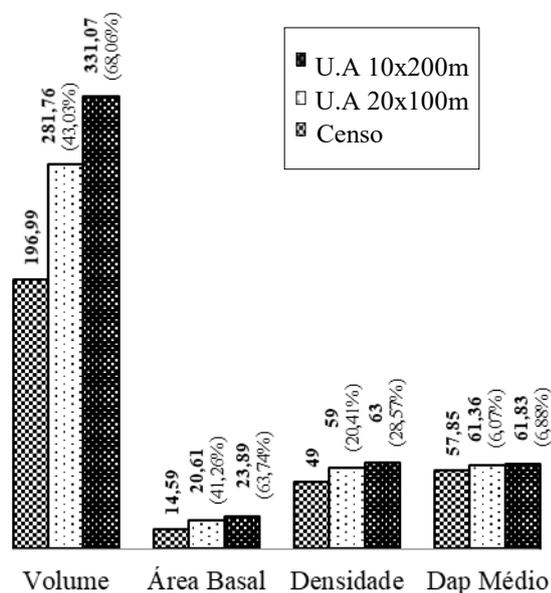


Figura 3. Comparação do DAP médio, densidade (árvores/ha), área basal (m²/ha), volume (m³/ha) entre as configurações de parcela amostral testadas e os valores do censo, em parêntese diferença percentual.

Figure 3. Comparison of the mean DBH, number of trees, basal area and volume by ha between the tested sample plot design and values of the census.

Com a configuração de parcela amostral de 10m x 200m estratificada houve superestimação o volume em 139,52

A maior eficiência relativa observada entre as duas configurações de parcela amostral foi a de dimensões de 20m x 100m não estratificada, para a estimativa de todas as variáveis estudadas. A maior eficiência da configuração de parcela amostral de 20m x 100 m deve-se principalmente ao baixo coeficiente de variação.

A maior eficiência relativa observada entre as duas configurações de parcela amostral foi a de dimensões de 20m x 100m não estratificada, para a estimativa de todas as variáveis estudadas. A maior eficiência da configuração de parcela amostral de 20m x 100m deve-se principalmente ao baixo coeficiente de variação.

4. DISCUSSÃO

Apesar da configuração de parcela amostral de 10m x 200 m estratificada apresentar o menor tempo de instalação e medição, entretanto, foi a que apresentou o maior coeficiente de variação, afetando o resultado de sua eficiência relativa. Isso se confirma no trabalho de Silva (1980), em que entre as parcelas amostrais retangulares, as de 20 metros de largura foram superiores às de 10 metros, sendo que o tamanho de 1.000 m² foi 311% mais eficiente.

Cabe ressaltar que os altos resultados de coeficiente de variação estão intimamente ligados à baixa intensidade amostral realizada neste experimento.

A parcela amostral retangular de 20 metros de largura também é utilizada comumente na Amazônia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, no tamanho de 2500 m² (20m x 125m) para as categorias de DAP mínimos de 10 cm, 20 cm e 25 cm.

Oliveira (2014) em seu estudo na Amazônia Central concluiu que os tamanhos de parcelas que obtiveram melhores resultados foram 1000 m² (20m x 50m), 800 m² (20 m x 40m), 1200 m² (20m x 60m), 2000 m² (20m x 100m) e 10.000 m² para as categorias de diâmetros (DAP) mínimos de 5 cm, 10 cm, 20 cm, 25 cm e 45 cm, respectivamente. Além disso, que os inventários florestais na Amazônia podem ser realizados com parcelas que variam de 2000 m² até 3600 m² com uma boa margem de segurança, para as categorias de DAP mínimo maior ou igual a 10 cm, 20 cm e 25 cm.

Higuchi et al. (1982) concluíram que, para DAP \geq 25 cm, a melhor parcela é a de 37,5m x 150m (5625 m²), porém, parcelas a partir de 3000 m² possuem pouco ganho de precisão, não justificando o custo/benefício. Comparando os resultados destes autores com o estudo de Oliveira (2014) é possível concluir que parcelas entre 2000 m² e 3000 m² são as mais recomendáveis para inventários florestais na Amazônia com DAP \geq 25 cm.

Ogaya (1968), citado por Ubiatti (2009), afirma que a abertura de picadas e os deslocamentos de pessoal representam acréscimo nos custos dos levantamentos em florestas tropicais, por essa razão e considerando que a escolha do tamanho da parcela é um compromisso entre a teoria estatística, as condições práticas mais favoráveis de trabalho e os custos, recomenda o emprego de parcelas retangulares com 20 m de largura e 100 a 125 m de comprimento, portanto corroborando o resultado deste trabalho.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que, a maior eficiência relativa foi para a configuração de parcela amostral

de dimensões 20m x 100m não estratificada, nas estimativas das variáveis DAP médio, número de árvores/ha, área basal/ha e volume/ha. Entretanto, apesar de a configuração de parcela 10 m x 200 m estratificada (IFFSC - Fase Piloto), apresentar maior coeficiente de variação, não houve diferenças estatisticamente significativas nas estimativas das variáveis DAP médio, número de árvores, área basal e volume por ha, entre as configurações testadas, desta forma, devido a sua praticidade de execução, bem como do menor tempo consumido na medição e alocação das parcelas (menos da metade do tempo consumido pela configuração de parcela 20 m x 100 m), pode-se considerar que é a configuração de melhor custo-benefício.

6. AGRADECIMENTOS

À Embrapa Amazônia Oriental, acesso aos dados do censo florestal utilizados neste trabalho e acesso à coleta de dados nas áreas experimentais da Embrapa.

À COOMFLONA (Cooperativa Mista da FLONA do Tapajós), pelo suporte logístico, disponibilização de colaboradores, alojamento e alimentação durante a realização da coleta de dados da pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. P. D.; SILVA, J. N. M.; SOUZA, C. R. D.; SANQUETTA, C. R. Eficiência de tratamentos silviculturais por anelamento na Floresta do Jari, Amapá. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 2, p. 315-324, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv42i2.17610>.
- CAVALCANTI, F. J. B.; MACHADO, S. A.; HOSOKAWA, R.T. Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da Amazônia. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n.1, p. 207-214, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv39i1.13740>.
- DRUSZCZ, J. P.; NAKAJIMA, N. Y.; PÉLLICO NETTO, S.; YOSHITANI JÚNIOR, M. Comparação entre os métodos de amostragem de Bitterlich e de área fixa com parcela circular em plantação de *Pinus taeda* L. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 739-754, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv40i4.20326>.
- DRUSZCZ, J. P.; NAKAJIMA, N. Y.; PÉLLICO NETTO, S.; MACHADO, S. A. Custos de inventário florestal com amostragem de Bitterlich (PNA) e conglomerado em cruz (CC) em plantação de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p 231-239, 2012.
- GABLER, K.; SCHADAUER, K. Some approaches and designs of sample-based national forest inventories. **Austrian Journal of Forest Science**, v. 124, n. 2, p. 105-133, 2007.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J. D.; JARDIM, F. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 12, n. 1, p. 91-103, 1982. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921982121091>
- NAKAJIMA, N. Y. **Comparison of four ground - survey methods when used as permanent samples in the continuous forest inventory for forest management**. 1997. 91 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – The United Graduate School of Agricultural Sciences, Kagoshima University, Kagoshima, 1997.
- NAKAJIMA, N. Y. Sistema de Inventário Florístico-Florestal de SC. In: VII Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações

- Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 2006, Curitiba. Aplicações de geotecnologias na Engenharia Florestal, 2006. p. 443-451.
- MIRANDA, D. L. C.; FRANCO, J.; SANTOS, J. de P.; SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P. Precisão e eficiência relativa de métodos de amostragem em teca. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 247-254, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.638>
- OLIVEIRA, M. M.; HIGUCHI, N.; CELES, C. H.; HIGUCHI, F. G. Tamanho e Formas de Parcelas para Inventários Florestais de Espécies Arbóreas na Amazônia Central. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 645-653, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509815744>
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. **Inventário florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1997. 316 p.
- REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; COELHO, A. A.; LUZ, A. S.; SILVA, R. C. V. M. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 265, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.265>
- SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V.; SIQUEIRA, J. D. P. **Inventários florestais: planejamento e execução. 2. ed.** Curitiba: Multi-Graphic; 2009. 316 p.
- SILVA, J. N. M. **Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na região do Baixo Tapajós**. 1980. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.
- SILVA, J. N. M.; ARAÚJO, S. M. Equação de volume para árvores de menor diâmetro na Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 8/9, p. 16-25, 1984.
- SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; CARVALHO, M. S. P. Equação de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 8/9, p. 50-63, 1984.
- SILVA, E. S.; SOUZA, C. M.; LIMA, M. C. F.; VEIGA JUNIOR, V. F.; RODRIGUES, D. P.; CLEMENT, C. R. Análise físico-química do óleo-resina e variabilidade genética de copaíba na Floresta Nacional do Tapajós. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 11, p. 1621-1628, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012001100009>
- UBIALLI, J. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; ARCE, J. E. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos em uma floresta ecotonal na região norte mato-grossense. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 511-523, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v39i3.15351>
- VIBRANS, A. C.; UHLMANN, A.; SEVEGNANI, L.; MARCOLIN, M.; NAKAJIMA, N. Y.; GRIPPA, C. R.; GODOY, M. B. Data ordination of mixed rain forest structure based on information of Floristic Forest Inventory of Santa Catarina State, Southern Brazil: results of a pilot survey. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 511-523, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098434>.