



TAMANHO E FORMA DE PARCELAS DE ÁREA FIXA EM PLANTIOS DE TECA NO NORTE DE MATO GROSSO

Dirceu Lucio Carneiro de MIRANDA^{1,2*}, Adriana SANDER², Débora Monteiro GOUVEIA¹

¹Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.

²Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

*E-mail: dirceu.miranda@inpa.gov.br

Recebido em outubro/2014; Aceito em fevereiro/2015.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi determinar a eficiência relativa e a precisão de nove tratamentos constituídos de diferentes combinações de tamanhos e formas de parcelas em povoamento de Teca (*Tectona grandis* L. F.). O trabalho foi desenvolvido em um povoamento de treze anos, com aproximadamente 164ha, no município de Sinop, MT. Foram instaladas parcelas circulares, quadradas e retangulares com área variando entre 200 a 600m², e 17 repetições por tratamento. A parcela mais precisa foi a circular de 400m² com erro de amostragem relativo $\pm 2,74\%$, $\pm 5,13\%$, $\pm 8,96\%$ e $\pm 8,60\%$, para o DAP, o número de árvores por hectare, o volume por hectare, área basal por hectare, respectivamente. A parcela mais eficiente foi a retangular de 200m² com 4,79, 1,30, 0,32 e 0,35, para o DAP, o número de árvores por hectare, o volume por hectare e a área basal por hectare, respectivamente. Conclui-se que para inventários onde o objetivo é precisão, a parcela mais indicada é a circular de 400m² e inventários em que o objetivo é a redução de custos, a parcela mais indicada é a retangular de 200m².

Palavras-chave: Inventários florestais, precisão, eficiência.

SIZE AND SHAPE OF SAMPLES FIXED TECA AREA IN NORTHERN OF MATO GROSSO

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the relative efficiency and accuracy in nine treatments consisting of different sizes and shapes combinations of plots teak plantation (*Tectona grandis* L. F.). The study was conducted on a thirteen years old population, approximately 164 ha, at Sinop, MT. Circular plots were installed, square and rectangular approximately 200, 400 and 600 m², with 17 replicates per treatment installed. The portion was more accurate the circular of 400m² with relative standard deviation the $\pm 4.75\%$ $\pm 5.13\%$ $\pm 8.96\%$ and $\pm 8.60\%$ for the DHB, number of trees per hectare, volume per hectare basal area per hectare, respectively. The most efficient plot was a rectangular of 200 m² with value of 4.79, 1.30, 0.32 and 0.35 for the DHB, number of trees per hectare, volume per hectare and basal area per hectare respectively. We conclude that for inventories where the goal is precision, the most appropriate portion is circular and inventories 400m² where the goal is to reduce costs, the most suitable is rectangular 200m².

Keywords: Forest inventories, accuracy, efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as espécies florestais plantadas no Brasil, a Teca (*Tectona grandis* L. F.) vem merecendo destaque devido à combinação da sua beleza, resistência, durabilidade e alto valor comercial. No Brasil os plantios de teca iniciaram-se no final da década de 60, implantados pela empresa Cáceres Florestal S.A, na região do município de Cáceres – Mato Grosso, onde as condições climáticas são semelhantes às condições de origem da espécie (TSUKAMOTO FILHO et al., 2003). A área de florestas plantadas com teca no Brasil atingiu 67.693 hectares em 2011, o que demonstra o crescente interesse por tal espécie (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF, 2012). Para o

conhecimento dos estoques de madeira disponíveis, faz-se uso dos inventários florestais. Entretanto, principalmente para espécies que possuem alto valor da madeira, como é o caso da teca, é desejável que o erro de amostragem seja minimizado.

A eficiência é um indicador que analisa os custos ou tempo de um determinado método de amostragem, assim como sua precisão, com base no coeficiente de variação, apresentando valores, que determinarão quão eficientes será o método em comparação com outro. A precisão refere-se ao tamanho dos desvios da amostra em relação à média estimada, a qual se obtém através da repetição do procedimento de amostragem. Assim, ela será indicada pelo erro padrão da estimativa sem considerar o tamanho

dos erros não amostrais (DRUSZCS et al., 2010). Em inventários florestais, para qualquer processo de amostragem utilizado, o tamanho e a forma da parcela têm considerável influência nos custos, na precisão e na eficiência. O melhor tamanho e forma de parcela é aquele que produz alto grau de exatidão, com custos reduzidos (FREESE, 1962); (PRODAN, 1968). Péllico Netto e Brena, (1997) asseguram que a forma e o tamanho das unidades amostrais têm sido decididos mais pela praticidade e operacionalidade de sua localização e operacionalização. No entanto, cada plantio florestal tem características específicas como espécie, diâmetro, altura, densidade e idade, que influenciam diretamente na escolha da forma e tamanho das unidades amostrais utilizadas.

Os custos de trabalhos de campo são normalmente a parte mais onerosa dos custos totais do inventário florestal, e estes são diretamente influenciados pelo tempo de medição e caminhamento da instalação das unidades amostrais (parcelas). Segundo Sanquetta et al. (2009) existem diversas formas de unidades amostrais de área fixa empregáveis sendo as mais usuais as circulares, quadradas, retangulares ou composições destas em conglomerados. Dessa forma, este estudo visou avaliar o desempenho de nove combinações de forma e tamanho de unidades amostrais, em relação à precisão na estimativa das variáveis dendrométricas e eficiência relativa em plantios de *Tectona grandis* L. F.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada em um plantio florestal de Teca às margens da BR 163, km 845 no Município de Sinop, estado de Mato Grosso, a aproximadamente 500 km da capital. O plantio está situado nas coordenadas geográficas 11°39'38" S e 55°26'18" W. Com área de aproximadamente 164 ha, esse povoamento florestal possui treze anos de idade, com amplitude diamétrica de 7,32 a 27,69 cm, altura média de 14,1 m e espaçamento inicial de 3x2 m. O mesmo não sofreu nenhuma intervenção silvicultural, tendo em vista que foi implantado para finalidade de reposição florestal e fins comerciais.

A região é caracterizada como zona de transição edafoclimática entre Cerrado e Floresta Amazônica, com vegetação classificada como Floresta Semidecidual Submontana com dossel emergente. Seu clima, segundo Koppen, é do tipo Aw - clima tropical com estação seca de inverno, com três meses de seca, de junho a agosto. As médias da temperatura máxima e mínima mensais são 34 e 24 °C, respectivamente, e a precipitação média anual de 2.090 mm. O solo apresenta baixa fertilidade, sendo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argila arenosa, com pH de 4,5 em água, baixo teores de K e P, 2,0% de V e 2,4% de matéria orgânica, 54% de areia, 6% de silte e 40% de argila (BRASIL, 1980).

Foram testados nove tratamentos com diferentes combinações de formas das parcelas: circulares (C), quadradas (Q), retangulares (R) e tamanhos das mesmas, conforme apontado na Tabela 1. Os tamanhos e formas das parcelas foram determinados por serem os mais citados na literatura e os mais utilizados em plantios florestais homogêneos.

O processo de amostragem utilizado foi o aleatório simples, sendo alocadas 17 repetições para cada tratamento, obtendo um banco de dados de 51 unidades amostrais circulares, 51 quadradas e 51 retangulares, totalizando 153 parcelas.

Tabela 1. Detalhamento dos tratamentos testados no experimento, combinando tamanho e formas de parcela em povoamento de *Tectona grandis*.

Tratamento	Forma	Área da parcela (m ²)
PC1	Circular	200 (raio 7,98 m)
PC2		400 (raio 11,28 m)
PC3		600 (raio 13,82 m)
PQ1	Quadrada	225 (15 x 15 m)
PQ2		400 (20 x 20 m)
PQ3		625 (25 x 25 m)
PR1	Retangular	200 (20 x 10 m)
PR2		396 (22 x 18 m)
PR3		600 (30 x 20 m)

Depois de localizada a parcela sorteada com o auxílio do GPS, iniciou-se a instalação das mesmas. Para cada parcela instalada foi cronometrado o tempo de instalação e medição. O tempo começou a ser contado no início da demarcação da parcela, e finalizou-se no término da medição da última árvore, contabilizando o tempo total, da demarcação da parcela até a mensuração do último indivíduo.

Em cada uma das parcelas alocadas foi mensurada a circunferência à altura do peito (CAP) de cada árvore, a qual foi convertida em diâmetro à altura do peito (DAP). As alturas das árvores foram estimadas por meio da equação hipsométrica ajustada $h = -1,7199 + 5,7594 * (\ln dap)$ [$R^2_{aj} = 0,69$; $S_{yx} \% = 9,45$] desenvolvida para o povoamento a partir da mensuração do diâmetro e das alturas de 100 árvores amostradas aleatoriamente. Os volumes das árvores foram estimados por meio da equação volumétrica ajustada $v = 0,009565 + 0,00003526 * (dap^2 * h)$ [$R^2_{aj} = 0,98$; $S_{yx} \% = 5,17$] para o povoamento a partir da cubagem rigorosa de 35 árvores.

Essas informações forneceram os dados básicos para a estimativa de diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume total com casca, por hectare. Estas variáveis foram utilizadas para avaliar a precisão e eficiência relativa das diferentes parcelas.

2.1. Parcelas circulares

O primeiro tratamento aplicado foi PC3 (raio 13,82m), com parcela circular de 600 m². Na árvore central da parcela foi fixada uma corda com a medida do raio correspondente. Essa corda foi esticada fazendo um giro em torno da árvore central e todas as árvores que se encontravam dentro do raio da circunferência tiveram seu CAP medido. A instalação das demais parcelas circulares ocorreu da mesma forma, sendo alterados apenas os raios das mesmas, visando a delimitação das áreas de 400 m² (PC2 – raio 11,28m) e 200 m² (PC1 – raio 7,98m).

2.2. Parcelas quadradas

As parcelas quadradas foram instaladas tomando como referência a árvore central da parcela circular, onde foi medida com a trena uma distância de 10m perpendicular à linha da árvore central e, a partir desta medida 15m no sentido sul paralelo a linha, esse ponto encontrado é o

ponto inicial para a instalação das demais parcelas quadradas e retangulares.

Para as parcelas de 625 m² (PQ3) a partir do ponto inicial foram medidos 25 m no sentido norte e 25 m no sentido leste. Nas parcelas de 400 m² (PQ2) foram medidos 20 m no sentido norte e 20 m no sentido leste e para as parcelas de 225 m² (PQ1) a partir do ponto inicial foram medidos 15 m no sentido norte e 15 m no sentido leste.

2.3. Parcelas retangulares

As parcelas retangulares seguiram o mesmo método das unidades quadradas. Para as parcelas de 600m² (PR3), a partir do ponto inicial foram medidos 30m no sentido norte e 20m no sentido leste, nas parcelas de 396 m² (PR2) a partir do ponto inicial foram medidos 22m no sentido norte e 18m no sentido leste, e nas parcelas de 200 m² (PR1) a partir do ponto inicial foram medidos 20 m no sentido norte e 10 m no sentido leste.

Precisão – fixou-se o limite de erro em 10% a um nível de probabilidade de 95%, em que o erro amostral relativo, é utilizado para verificar qual método foi mais preciso, dado pela equação 1.

$$E_r = \pm \frac{t \times S_x}{X} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: Er = Erro amostral relativo; t = valor tabelar de Student ($t_{0,05;016}$); S_x = erro padrão da estimativa; X = média das observações.

2.4. Eficiência relativa

O tamanho e forma de parcela mais eficiente será aquele que apresentar o maior valor para ER dentre os demais. Para o cálculo de eficiência relativa foram considerados os coeficientes de variação de todos os tamanhos e formas das parcelas, sendo calculada pela equação 2 (FREESE, 1962).

$$ER = \frac{1}{T_i \times CV^2} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: ER = Eficiência Relativa; T_i = Tempo de medição da unidade amostral “i”; CV = Coeficiente de variação para a unidade amostral “i”.

2.5. Tempo médio de amostragem

O tempo médio estimado de amostragem foi obtido por meio da soma dos tempos de execução de cada parcela, posteriormente obtido sua média e essa média multiplicada pela quantidade de parcelas necessárias, tendo como base 10% de limite de erro e 95% probabilidade para cada tamanho e forma. Obtendo-se assim um tempo total para cada tamanho e forma de parcela utilizada. Para o presente estudo não foi considerado o tempo de deslocamento, já que os pontos das unidades amostrais foram os mesmos para todas as formas e tamanhos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise da precisão

Para todas as variáveis observadas, a parcela circular de 400 m² foi a mais precisa seguida da circular de 600 m² e retangular de 600 m², conforme apresentado na Figura 1 e nas Tabelas de 2 a 5. Para essas mesmas variáveis, exceto número de árvores por hectare, as parcelas menos precisas,

foram sempre às menores parcelas. Foi observado que a precisão é influenciada mais pelo tamanho das unidades amostrais do que pela forma das mesmas. Para variáveis dendrométricas como a estimativa de diâmetro médio, área basal e volume total com casca, as parcelas de mesma forma foram mais precisas, porém com tamanhos diferentes.

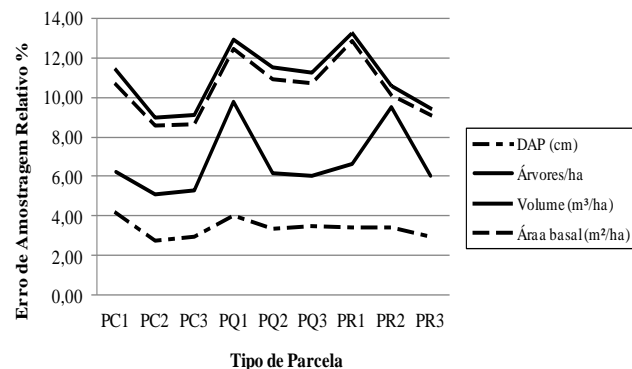


Figura 1. Precisão das variáveis dendrométricas analisadas considerando o erro de amostragem relativo (%) entre as diferentes combinações de tamanho e forma de parcelas em povoamento de *Tectona grandis*.

Para plantios de teca não foi encontrado nenhum trabalho sobre comparação entre tamanho e forma de unidades amostrais, quanto a sua precisão e eficiência, porém trabalhos com a mesma finalidade foram realizados em plantios florestais com outras espécies e para avaliação de florestas nativas, principalmente na Amazônia. Husch et al. (1982), afirmam que em povoamentos heterogêneos, unidades pequenas produzem coeficientes de variação altos sendo então preferidas unidades maiores. Isso comprova a maior precisão encontrada em unidades amostrais de 400 e 600m², pois a área de estudo se mostrou muito heterogênea, com grande variabilidade de DAP e alto índice de mortalidade. Sanquetta et al. (2009) cita que parcelas circulares são mais eficientes e precisas com tamanho que varia entre 400 e 600 m², assim como no presente estudo, onde a parcela mais precisa foi a circular de 400 m².

3.2. Análise da precisão para o diâmetro médio

Os parâmetros estatísticos obtidos para o DAP médio indicam que, para essa variável a unidade amostral mais precisa foi a circular de 400m², seguida da circular de 600 m² e retangular de 600 m² (Tabela 2). A parcela circular de 400 m² obteve o menor erro de amostragem relativo ($\pm 2,74\%$) e conseqüentemente menor coeficiente de variação (5,34%). A parcela que obteve a menor precisão quanto a essa variável dendrométrica foi a circular de 200 m² com erro de amostragem de $\pm 4,15\%$.

O diâmetro médio variou de 14,93 cm a 15,06 cm, sendo que, a PQ3 superestimou os valores de DAP médio em relação às demais parcelas, e PR2 subestimou os mesmos. Para a variável DAP médio a precisão foi influenciada pelo tamanho da parcela e não pela forma, pois tanto a mais precisa quanto a menos precisa, foram parcelas circulares, variando somente o tamanho das mesmas. Segundo Silva et al. (1984), pequenas parcelas são frequentemente mais eficientes que parcelas grandes, para uma determinada intensidade amostral, existindo tendência de aumento de precisão. Pode-se perceber neste

estudo que o mesmo não ocorreu, dentro de cada forma as parcelas menores foram as que obtiveram maior erro relativo e maior coeficiente de variação, isso porque, as parcelas maiores captaram melhor a variabilidade do povoamento do que as parcelas menores.

Tabela 2. Diâmetro médio, desvio-padrão, erro padrão, coeficiente de variação e erro de amostragem relativo para o diâmetro a altura do peito (DAP) para as diferentes combinações de tamanho e forma de parcelas em povoamento de *Tectona grandis*.

Parcela	Média	Desvio	Erro	DV	Erro
	(cm)			(%)	
PC1	14,99	±1,21	±0,29	8,09	±4,15
PC2	14,99	±0,80	±0,19	5,34	±2,74
PC3	15,05	±0,86	±0,21	5,74	±2,94
PQ1	14,95	±1,17	±0,28	7,81	±4,01
PQ2	15,04	±0,98	±0,24	6,50	±3,33
PQ3	15,06	±1,02	±0,25	6,78	±3,47
PR1	15,02	±1,01	±0,24	6,74	±3,46
PR2	14,93	±0,99	±0,24	6,68	±3,43
PR3	15,02	±0,88	±0,21	5,85	±2,99

PC1 (circular de 200 m²), PC2 (circular de 400 m²), PC3 (circular de 600 m²), PQ1 (quadrada de 225m²), PQ2 (quadrada de 400m²), PQ3 (quadrada de 625m²), PR1 (retangular de 200 m²), PR2 (retangular de 396 m²), PR3 (retangular de 600m²).

3.3. Análise da precisão para número de árvores

Para a estimativa do número de árvores por hectare, os parâmetros estatísticos obtidos indicam que a unidade amostral mais precisa foi a circular de 400 m², seguida da circular de 600 m² e retangular de 600 m² (Tabela 3). Na estimativa da variável dendrométrica densidade de árvores por hectare a parcela circular de 400 m² obteve o menor erro de amostragem relativo ±5,13% e consequentemente menor coeficiente de variação 9,99%. A parcela que obteve a menor precisão quanto a essa variável dendrométrica foi a quadrada de 225 m² com erro de amostragem de ±9,77%. O número de árvore médio por hectare variou muito entre as diferentes configurações de parcelas, ficando entre 726,47 a 1.061,46 árvores por hectare, sendo que a PQ1 superestimou essa variável com relação às demais parcelas e a PR1 subestimou.

Tabela 3. Número médio de indivíduos, desvio-padrão, erro padrão, coeficiente de variação e erro de amostragem relativo para a densidade de árvores por hectare para diferentes combinações de tamanho e forma de parcelas em povoamento de *Tectona grandis*.

Parcela	Média	Desvio	Erro	DV	Erro
	(N/ha)			(%)	
PC1	967,65	±96,73	±27,68	12,12	±6,22
PC2	944,12	±114,40	±23,43	9,99	±5,13
PC3	946,08	±97,27	±23,51	10,28	±5,27
PQ1	1061,76	±201,97	±48,93	19,02	±9,77
PQ2	920,59	±111,18	±26,90	12,08	±6,19
PQ3	908,82	±107,55	±25,99	11,83	±6,06
PR1	726,47	±93,73	±22,71	12,90	±6,63
PR2	851,47	±157,24	±38,04	18,47	±9,47
PR3	896,08	±105,00	±25,38	11,72	±6,00

PC1 (circular de 200 m²), PC2 (circular de 400 m²), PC3 (circular de 600 m²), PQ1 (quadrada de 225m²), PQ2 (quadrada de 400m²), PQ3 (quadrada de 625m²), PR1 (retangular de 200 m²), PR2 (retangular de 396 m²), PR3 (retangular de 600m²).

3.4. Análise da precisão para volume

Os parâmetros estatísticos obtidos para estimativa de volume estão relacionados na Tabela 4. Para a estimativa do volume por hectare a unidade amostral mais precisa foi a circular de 400 m², seguida da circular de 600 m² e retangular de 600 m². Na estimativa da variável dendrométrica volume de madeira por hectare a parcela circular de 400 m² obteve o menor erro de amostragem relativo (±8,96%) e consequentemente menor coeficiente de variação (17,46%). A parcela que obteve a menor precisão quanto a essa variável dendrométrica foi a retangular de 200 m² com erro de amostragem de ±13,23%. O volume médio por hectare variou bastante entre os tamanhos e formas das parcelas, ficando entre 92,26 e 133,99 m³/ha, sendo que a PQ1 superestimou essa variável em relação às demais parcelas e a PR1 subestimou.

Tabela 4. Volume médio, desvio-padrão, erro padrão, coeficiente de variação e erro de amostragem relativo para o volume de madeira (m³/ha) para diferentes combinações de tamanho e forma de parcelas em povoamento de *Tectona grandis*.

Parcela	Média	Desvio	Erro	DV	Erro
	(m ³ /ha)			(%)	
PC1	121,16	±26,80	±6,49	22,12	±11,36
PC2	119,65	±20,89	±5,06	17,46	±8,96
PC3	121,30	±21,57	±5,21	17,78	±9,11
PQ1	133,99	±33,66	±8,15	25,12	±12,90
PQ2	118,58	±26,66	±6,45	22,48	±11,53
PQ3	117,41	±25,77	±6,23	21,95	±11,25
PR1	92,26	±28,26	±6,84	25,78	±13,23
PR2	109,61	±23,79	±5,75	20,60	±10,56
PR3	115,43	±16,98	±4,11	18,40	±9,45

PC1 (circular de 200 m²), PC2 (circular de 400 m²), PC3 (circular de 600 m²), PQ1 (quadrada de 225m²), PQ2 (quadrada de 400m²), PQ3 (quadrada de 625m²), PR1 (retangular de 200 m²), PR2 (retangular de 396 m²), PR3 (retangular de 600m²).

3.5. Análise da precisão para área basal

Os parâmetros estatísticos obtidos para estimativa da área basal estão relacionados na Tabela 5. Para a estimativa da área basal a unidade amostral mais precisa foi a circular de 400 m², seguida da circular de 600 m² e retangular de 600 m². Na estimativa da variável dendrométrica área basal, a parcela circular de 400 m² obteve o menor erro de amostragem relativo (±8,60%) e consequentemente menor coeficiente de variação (16,76%). A parcela que obteve a menor precisão quanto a essa variável dendrométrica foi a retangular de 200 m² com erro de amostragem de ±12,84%.

Tabela 5. Área basal média, desvio-padrão, erro padrão, coeficiente de variação e erro de amostragem relativo para a área basal (m²/ha) para diferentes combinações de tamanho e forma de parcelas em povoamento de *Tecoma grandis*.

Parcela	Média	Desvio	Erro	DV	Erro
	(m ² /ha)			(%)	
PC1	17,54	±3,62	±0,88	20,67	±10,61
PC2	17,35	±2,91	±0,70	16,76	±8,60
PC3	17,56	±2,96	±0,72	16,88	±8,65
PQ1	19,42	±4,71	±1,14	24,27	±12,46
PQ2	17,15	±3,66	±0,88	21,31	±10,93
PQ3	16,98	±3,54	±0,86	20,88	±10,70
PR1	13,37	±3,98	±0,96	25,03	±12,84
PR2	15,91	±3,28	±0,79	19,65	±10,07
PR3	16,71	±2,37	±0,57	17,73	±9,10

PC1 (circular de 200 m²), PC2 (circular de 400 m²), PC3 (circular de 600 m²), PQ1 (quadrada de 225m²), PQ2 (quadrada de 400m²), PQ3 (quadrada de 625m²), PR1 (retangular de 200 m²), PR2 (retangular de 396 m²), PR3 (retangular de 600m²).

Os valores da área basal média por hectare variaram de 13,37 a 17,56 m² por hectare, sendo que a PQ1 foi o tipo de parcela que superestimou essa variável com relação as demais e a PR1 a que subestimou. Ubialli et al. (2009), em um trabalho realizado em floresta ecotonal no norte matogrossense, testaram 22 formas e tamanhos de parcela para a estimativa da área basal, variando de 400 m² a 10.000 m².

Concluíram que em todos os grupos trabalhados, as menores parcelas (20 m x 20 m e 40 m x 10 m) produziram os maiores erros reais, e que, as parcelas de 2.500 m² foram as que obtiveram os erros reais abaixo de 10%. Assim como Ubialli et al. (2009), o presente estudo também encontrou como parcelas mais precisas as parcelas circulares e quadradas de tamanho intermediário, e as com maiores erros reais as circulares e quadradas de menores dimensões.

3.6. Análise da Eficiência relativa

A eficiência relativa (ER%) está diretamente ligada ao coeficiente de variação e o tempo de medição total de cada tamanho e forma de parcela. Os maiores valores de ER% indicam a parcela mais eficiente na Tabela 6.

A parcela mais eficiente quando comparado o coeficiente de variação e o tempo total de amostragem foi a retangular de 200 m², obtendo os melhores resultados para a eficiência relativa nas estimativas de todas as variáveis (Tabela 6).

Com relação à parcela menos eficiente ocorreu grande variação entre os tamanhos e formas das parcelas para cada variável dendrométrica. Quanto à eficiência relativa, as parcelas menos eficientes foram a PQ2 com valores de ER% de 1,22%, a PR2 com 0,20%, a PQ2 com 0,10% e PQ3 com 0,11%, para as variáveis DAP, número de árvores por hectare, volume por hectare e área basal por hectare, respectivamente.

Tabela 6. Estatísticas quanto ao número de unidades amostrais necessárias para um erro de 10% à 95% de probabilidade, coeficiente de variação e eficiência relativa na estimativa das variáveis analisadas em diferentes combinações de tamanho e forma de parcelas.

Parcelas	N	Tempo (min.)	DAP (cm)		N. Árvores (há)		Volume (m ³ /ha)		Área basal (m ² /ha)	
			CV%	ER	CV%	ER	CV%	ER	CV%	ER
PC1	21	92,36	8,09	1,65	12,12	0,74	22,12	0,22	20,67	0,25
PC2	14	105,99	5,34	3,3	9,99	0,94	17,46	0,3	16,76	0,33
PC3	15	175,74	5,74	1,72	10,28	0,53	17,78	0,18	16,88	0,2
PQ1	26	92,42	7,81	1,77	19,02	0,29	25,12	0,17	24,27	0,18
PQ2	33	193,54	6,5	1,22	12,08	0,35	22,48	0,1	21,31	0,11
PQ3	21	161,33	6,78	1,34	11,83	0,44	21,95	0,12	20,88	0,14
PR1	16	45,92	6,74	4,79	12,9	1,3	25,78	0,32	25,03	0,35
PR2	28	140,48	6,68	1,59	18,47	0,2	20,6	0,17	19,65	0,18
PR3	19	150,74	5,85	1,93	11,72	0,48	18,4	0,2	17,73	0,21

N (Número de unidades amostrais necessárias para atingir 10% erro e 95% probabilidade), CV% (coeficiente de variação), ER (Eficiência Relativa), PC1 (circular de 200 m²), PC2 (circular de 400 m²), PC3 (circular de 600 m²), PQ1 (quadrada de 225m²), PQ2 (quadrada de 400m²), PQ3 (quadrada de 625m²), PR1 (retangular de 200 m²), PR2 (retangular de 396 m²), PR3 (retangular de 600m²).

Na área de estudo, a variabilidade é muito grande. Mesmo sendo um plantio de uma única espécie, foi observado um grande número de falhas no plantio e essa variabilidade influenciou diretamente nos coeficientes de variação. Em nenhuma das variáveis a parcela mais eficiente (PR1) apresentou o menor coeficiente de variação, porém o tempo de medição foi muito inferior a qualquer outro tamanho e forma de unidade amostral.

Tello (1980) testou vários tamanhos entre 200 e 1000 m² de parcelas circulares, retangulares e quadradas em floresta nativa de *Araucaria angustifolia*, no sul do Brasil, observando a maior eficiência relativa para todas as formas nas maiores parcelas (1000 m²). O mesmo não ocorreu no presente estudo, que obteve a PR1 como mais eficiente, possuindo a menor área. Isso se deve ao tempo de instalação e medição que foi muito inferior nestas parcelas em comparação as demais combinações.

Soares (1980) em um estudo de eficiência relativa em plantações de *Eucalyptus grandis*, na região de Bom Despacho em Minas Gerais, testou 25 combinações de tamanhos e formas de unidades de amostrais, utilizando parcelas circulares, quadradas e retangulares de tamanhos entre 100 e 1000m². Utilizando a variável volume de madeira por hectare, conclui que as parcelas circulares foram mais eficientes que as parcelas quadradas e retangulares e que as parcelas com 600m² se mostraram mais eficientes que os demais tamanhos.

O tratamento que obteve os melhores resultados para a precisão não necessariamente obteve os melhores resultados para a eficiência relativa. Em inventários florestais, para a escolha do tamanho e da forma da parcela a ser empregada, deve-se levar em consideração não somente a precisão, mas também a eficiência relativa destas, visando à redução dos custos.

4. CONCLUSÕES

A parcela circular de 400m² apresenta a maior precisão em todas as variáveis e foi a mais indicada para o inventário florestal de teca, principalmente se for do tipo pré-corte, onde a precisão é o objetivo principal. Quando o objetivo do inventário é levantamento das variáveis dendrométricas em função de um erro e uma probabilidade pré-estabelecida e da redução de custos a parcela retangular de 200m² é a mais eficiente.

A partir dos resultados fica claro que a precisão não está diretamente associada a eficiência relativa, ou seja, não necessariamente a parcela que obteve os melhores resultados para a precisão, obteve os melhores resultados para a eficiência relativa.

Neste estudo, a precisão no inventário florestal de teca é influenciada mais pelo tamanho da unidade amostral do que pela forma. Já a eficiência relativa foi influenciada com maior intensidade pelo tempo de instalação e medição das parcelas do que pelo coeficiente de variação.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2012: ano base 2011**. Brasília: ABRF, 2012. 140 p.

BRASIL. **Projeto RADAM Brasil: geomorfologia, pedologias, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: MME/DNPM, 1980. 488 p.

DRUSZCS, J. P. et al. Comparação entre os métodos de amostragem de Bitterlich e de área fixa com parcela circular em plantação de *Pinus taeda*. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n.4, p. 739-754, out./dez. 2010.

FREESE, F. **Elementary forest sampling**. Washington: USDA, 1962. 91 p.

HUSCH, B. et al. **Forest mensuration**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 410p.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. **Inventário florestal**. Curitiba: UFPR, 1997. 316 p.

PRODAN, M. **Forest biometrics**. Oxford: Pergamon Press, 1968. 447 p.

SANQUETTA C. R. et al. **Inventários florestais: planejamento e execução**. Curitiba: Multi-Graphic, 2009. 316 p.

SILVA J. A. A. et al. Método das quatro árvores para estimativas volumétricas em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.8/9, p. 64-91, jun./dez. 1984.

SOARES, V. P. **Eficiência relativa de tamanhos e formas de unidades de amostra em plantações de Eucalyptus grandis de origem híbrida, na região de Bom Despacho, Minas Gerais**. 1980. 68 f. Dissertação de (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

TELLO, J. C. R. **Eficiência e custos de diferentes e formas e tamanhos de unidades de amostra em uma floresta nativa de Araucaria angustifolia (Bert.)O.Ktze, no sul do Brasil**. 1980. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

TSUKAMOTO FILHO, A. A. et al. Análise econômica de um plantio florestal de teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 487-494, jul./ago. 2003.

UBIALLI, J. A. et al. 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, v. 39, n. 2, p. 305-314, abr./jun. 2009.