

Comparação da precisão entre os métodos de amostragem linha e parcela circular concêntrica em povoamentos de *Pinus elliottii*

Precision comparison between line sampling and concentric circular plot sampling methods in Pinus elliottii stands

Nelson Yoshihiro Nakajima^[a], Sylvio Péllico Netto^[b], João Paulo Druszc^[c], Mauro Yoshitani Junior^[d]

- ^[a] Professor adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Ph.D., Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná - Brasil, e-mail: nelson.nakajima@ufpr.br
- ^[b] Professor sênior do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Ph.D., Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná - Brasil, e-mail: pellico.sylvio@pucpr.br
- ^[c] Engenheiro florestal, Mestre, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná - Brasil, e-mail: jpaulorz@yahoo.com.br
- ^[d] Engenheiro florestal, Mestre, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná - Brasil, e-mail: mauroyoshitani@yahoo.com.br

Resumo

A presente pesquisa foi conduzida em povoamento de *Pinus elliottii* L. com idade de 19 e 20 anos, sem desbaste, localizado na região de Itapeva, Estado de São Paulo. O objetivo foi a comparação da precisão entre o método de amostragem (área variável) em linha (LS) e o método de amostragem (área fixa) com parcela circular concêntrica (CCP) nas estimativas das variáveis: número de árvores, área basal e volume, por hectare, bem como do diâmetro médio. Para a realização desta pesquisa foram amostradas 35 unidades amostrais para cada método e em três diferentes condições topográficas (leve-ondulada, ondulada, forte-ondulada). Os resultados demonstraram que, em síntese, para a estimativa do diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume, por hectare, o melhor método foi o da amostragem em linha (LS).

Palavras-chave: Inventário florestal. Estimativas de variáveis dendrométricas. Métodos de área variável e fixa.

Abstract

The present research was carried out in Pinus elliottii L. stands aged 19 and 20 years without thinning, located at the municipality of Itapeva, State of São Paulo, Brazil, aiming to compare the precision between the line sampling (LS) and the concentric circular plot (CCP) sampling methods, for the estimation of the following variables: number of trees, basal area and volume per hectare and the average diameter at breast height. For this research, 35 plots were sampled for each method and for each relief condition (mildly wavy, wavy, strongly



wavy). Overall results showed that the sampling line (LS) method was the better estimator of the average diameter, number of trees, basal area and volume per hectare.

Keywords: Forest inventory. Dendrometric variable estimates. Variable and fixed area sampling methods.

Introdução

Graças à tendência de escassez no fornecimento da matéria-prima florestal nas regiões Sul e Sudeste, a maioria das indústrias florestais iniciou na década de 1960 a implantação de florestas, a fim de garantir o fluxo contínuo de madeira. Adicionalmente, objetivando fomentar e suprir a demanda de matéria-prima florestal, o governo federal estabeleceu em 1966 a política de incentivos fiscais ao reflorestamento. Esses reflorestamentos foram implantados principalmente com espécies exóticas dos gêneros *Pinus* e *Eucaliptus*, visando à produção de madeira para usos tais como: lenha, carvão, produção de celulose, madeira serrada e madeira laminada (NAKAJIMA, 1998).

Para atender a essas diferentes destinações industriais, os reflorestamentos de *Pinus* sp. são manejados por meio de desbastes, que consistem no corte de um percentual de árvores, pelo método seletivo, sistemático ou misto, com vistas à redução da competição e, conseqüentemente, a maior rapidez no crescimento das árvores remanescentes (NAKAJIMA, 1998).

Em sítios de produtividade baixa, algumas empresas consumidoras de madeira fina para produção de celulose adotam somente o corte raso, evitando os desbastes e reduzindo o período de rotação da floresta.

Na concepção tradicional de manejo em plantios florestais de *Pinus*, o manejo por meio de desbastes agrega valor à madeira, favorece o crescimento das árvores remanescentes e produz maior sortimento de bitolas para uso diversificado (NAKAJIMA, 1998).

Sabe-se que as informações básicas para subsidiar o manejo e o planejamento da produção florestal são obtidas a partir do inventário florestal. Os dados desses inventários podem ser obtidos por meio de medições a campo ou de recursos como os das fotografias aéreas, imagens de satélites, imagens laser, entre outros (NAKAJIMA, 1998).

Em inventário para obtenção de informações quantitativas e qualitativas do potencial madeireiro em florestas plantadas, ainda o mais usual é a medição das parcelas em campo. Na literatura encontram-se citados vários métodos de amostragem, os quais podem ser utilizados para obtenção dos dados necessários (NAKAJIMA, 1998).

Na Europa e no Japão, os métodos de amostragem mais usados são: amostragem em ponto (método de Bitterlich), amostragem em linha (método de Strand) e método da parcela circular (método padrão) (NAKAJIMA, 1998).

A eficiência dos diferentes métodos (tipo, forma e tamanho das parcelas) de amostragem varia de acordo com o tipo florestal (florestas plantadas ou naturais), das condições da floresta, da topografia da região de estudo, entre outros (NAKAJIMA, 1998).

A adequação do método de amostragem para as condições da topografia e da floresta possibilitará um aumento na precisão, para um mesmo esforço de amostragem, nas estimativas das variáveis de interesse e, conseqüentemente, uma redução do tempo de execução, o que refletirá na redução de custos (NAKAJIMA, 1997).

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi comparar a precisão entre o método de amostragem em linha (LS) e o método de amostragem com parcela circular concêntrica (CCP), para as estimativas correntes das variáveis florestais: número de árvores, área basal e volume, por hectare, e do diâmetro médio, em inventários de plantios de *Pinus elliottii*, bem como testar as seguintes hipóteses:

- a) Hipótese da nulidade (H_0): não existem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de amostragem comparados, isto é, quaisquer diferenças observadas devem-se exclusivamente aos fatores não controlados ou ao acaso.
- b) Hipótese alternativa (H_1): existem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de amostragem comparados.

Material e métodos

Área de estudo

A área experimental desta pesquisa está localizada no município de Nova Campina, sul do Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas da região são 24°05'00" latitude Sul e 48°55'00" longitude Oeste.

Conforme descrição da empresa, os solos são areno-argilosos e em algumas áreas pedregosos com afloramentos rochosos. A topografia predominante varia de ondulado a acidentado, sendo recortada por vales. A precipitação média anual da região é de 1.468 mm, sendo as médias do mês mais chuvoso e do mês mais seco de 208 mm e 63 mm, respectivamente. A temperatura média anual é de 20,3 °C; temperatura média do mês mais quente é de 29,3 °C e do mês mais frio é de 9,4 °C.

Os plantios utilizados neste estudo consistem de *P. elliottii*, sem desbastes, com espaçamentos de 1,8 m por 2,0 m e estão submetidos ao processo de resina-gem de dupla face.

As unidades amostrais foram alocadas nos projetos Pinhalzinho 1 (área de efetivo plantio de 163,6 ha), Pinhalzinho 5 (área de efetivo plantio de 138,5 ha) e Marquesa 5 (área de efetivo plantio de 149,4 ha), com idades, respectivamente, de 19, 20 e 19 anos, totalizando uma área experimental de 451,5 ha. Foram selecionadas para a realização desta pesquisa três condições topográficas: ondulada, forte-ondulada e leve-ondulada, representativas da região, denominadas nesta pesquisa de condição 1, 2 e 3 respectivamente.

Delineamento experimental utilizado

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com repetições, isto é, cada condição topográfica foi considerada um bloco e dentro de cada bloco foram sorteados ao acaso 35 pontos amostrais. Para o controle das condições experimentais, os mesmos pontos amostrais foram utilizados para os dois métodos.

Equação volumétrica e hipsométrica utilizadas

Os volumes e alturas totais das árvores foram estimados por meio das seguintes equações utilizadas pela empresa:

Equação de volume total, com casca, para árvore individual (Modelo de Stoate)

$$v = - 0,11881676 + 0,00020616 * DAP^2 + 0,000030424 * DAP^2 * H + 0,0071273 * H \quad (1)$$

Equação hipsométrica para altura total (Modelo de Ogawa)

$$1 / H = 0,02406845 + 0,54670995 * 1 / DAP \quad (2)$$

Essas equações foram ajustadas para a amplitude diamétrica total.

Método de amostragem em linha (LS)

Nesse método, uma linha de comprimento definido é considerada como uma unidade amostral. A seleção das árvores na unidade amostral é realizada utilizando-se o relascópio de espelho de Bitterlich (REB), e caminhando-se sobre a linha delimitada, todas as árvores cujos diâmetros (DAP) sejam maiores que o ângulo de visada são selecionadas, isto é, as árvores são selecionadas com a probabilidade proporcional ao diâmetro. O comprimento da linha utilizado neste estudo foi de 11,0 m e as árvores de ambos os lados da linha foram selecionadas utilizando-se do fator de área basal 2 (FAB = 2).

As fórmulas utilizadas para as estimativas das variáveis foram (NISHIZAWA, 1972):

$$dm = \frac{n}{\sum \frac{1}{d_i}} \quad (3)$$

$$hm = \frac{\sum \frac{h_i}{d_i}}{\sum \frac{1}{d_i}} \quad (4)$$

$$N = \left(\frac{2 * \sqrt{K} * 100^2}{2 * L} \right) * \sum \frac{1}{d_i} \quad (5)$$

$$G = \left(\frac{\pi * \sqrt{K}}{2 * 2 * L} \right) * \sum d_i \quad (6)$$

$$V = \left(\frac{2 * \sqrt{K} * 100^2}{2 * L} \right) * \sum \frac{v_i}{d_i} \quad (7)$$

Em que:

dm = diâmetro médio (cm)

hm = altura total média (m)

N = número de árvores por hectare

G = área basal por hectare ($m^2 \cdot ha^{-1}$)

V = volume por hectare ($m^3 \cdot ha^{-1}$)

K = fator de área basal

n = número de árvores selecionadas por ponto de amostragem

d_i = diâmetro da árvore "i" selecionada (cm)

h_i = altura total da árvore "i" selecionada (m)

v_i = volume da árvore "i" selecionada (m^3)

L = comprimento da linha

Método de amostragem com CCP

Nesse método, dois círculos concêntricos são usados. O raio do menor círculo foi de 6 m e do maior 10 m, que correspondem a 0,0113 ha e 0,0314 ha, respectivamente. As árvores cujas projeções dos centros das áreas transversais caírem dentro da área da parcela são selecionadas. No círculo menor todas as árvores são medidas, enquanto que no círculo maior, apenas as árvores de DAP $\geq 23,0$ cm (DAP médio estimado no inventário piloto). O CCP é um método de área fixa, mas estratificada, isto é, no círculo menor são medidas todas as árvores inclusas, enquanto que no círculo maior são medidas as árvores com DAP a partir da média, isso para que se aumente a intensidade de árvores de maior diâmetro dentro da parcela, já que são nessas árvores que estão concentrados os maiores volumes. Os volumes das árvores de menor DAP (círculo menor) de cada parcela são calculados e extrapolados para hectare, bem como os volumes das árvores de maior DAP (círculo maior). Depois, os volumes obtidos em cada círculo (menor e maior) são somados, obtendo-se o volume total da parcela. Dessa forma, o círculo menor e maior correspondem a subparcelas. Para o cálculo das variáveis do povoamento no círculo menor, deve-se fazer um filtro para excluir as árvores com DAP a partir da média ou DAP estipulado, porque essas árvores entrarão no cálculo do círculo maior.

As fórmulas utilizadas para as estimativas das variáveis são (SCHIMID-HAAS et al., 1993):

$$dm = \frac{\sum \frac{d_i}{a_1} + \sum \frac{d_j}{a_2}}{N} \quad (8)$$

$$hm = \frac{\sum \frac{h_i}{a_1} + \sum \frac{h_j}{a_2}}{N} \quad (9)$$

$$N = \frac{n_1}{a_1} + \frac{n_2}{a_2} \quad (10)$$

$$G = \sum \frac{g_i}{a_1} + \sum \frac{g_j}{a_2} \quad (11)$$

$$V = \sum \frac{v_i}{a_1} + \sum \frac{v_j}{a_2} \quad (12)$$

Em que:

a_1 = área da parcela circular menor (ha)

a_2 = área da parcela circular maior (ha)

n_1 = número de árvores selecionados na parcela circular menor

n_2 = número de árvores selecionados na parcela circular maior

d_i = diâmetro da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (cm)

d_j = diâmetro da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (cm)

h_i = altura total da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (m)

h_j = altura total da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (m)

g_i = área basal da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (m^2)

g_j = área basal da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (m^2)

v_i = volume da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (m^3)

v_j = volume da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (m^3)

(Os outros termos são os mesmos descritos para o método de amostragem em linha).

Intensidade amostral ou repetições

Nesta pesquisa cada método foi conduzido em três diferentes condições topográficas com uma intensidade amostral de 35 unidades para cada condição e método. O processo de amostragem adotado para sorteio das unidades amostrais na área experimental foi o inteiramente ao acaso.

Como o método LS é um método de área variável, isto é, não possui uma área definida, enquanto que o método da CCP é um método de área fixa, que pode combinar o círculo com dois diferentes tamanhos (raios), uma forma de transformar os dois diferentes métodos (método de área variável versus método de área fixa) para uma mesma base de comparação foi ajustar o “tamanho” das parcelas dos dois métodos de maneira tal que contivesse, em média, uma mesma quantidade de árvores. Os mesmos pontos de amostragem foram mantidos para os dois métodos.

Método de medição

Para estimativa das variáveis: diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume, foram coletados das parcelas experimentais (unidades amostrais) dados de diâmetro à altura do peito (DAP). Esses dados foram utilizados para estimativa de volume, área basal, diâmetro médio, número de árvores (percentagem de falhas).

Instrumentos e materiais utilizados na medição

As medições das árvores inclusas nas parcelas foram feitas pelo método indireto (LS) e direto (CCP), com o uso dos seguintes instrumentos e materiais:

- para o método LS: relascópio de espelho de Bitterlich para a seleção das árvores da parcela, fita diamétrica graduada em milímetros para medição dos DAP, giz para marcação das árvores medidas, estaca para marcação do ponto amostral, ficha de campo, prancheta, lapiseira, borracha, trena para medição do comprimento da linha e duas balizas para demarcação da linha;
- para o método CCP: estaca (mesmo ponto amostral do LS), trena para medição do raio

da parcela, fita diamétrica, giz, ficha de campo, prancheta, lapiseira e borracha.

Fórmulas estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas por meio das seguintes fórmulas (PÉLLICO-NETTO; BRENA, 1993):

$$x_m = \frac{\sum x_i}{n} \tag{13}$$

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - x_m)^2}{n - 1} \tag{14}$$

$$s = \sqrt{s^2} \tag{15}$$

$$s_{x_m} = \frac{s}{\sqrt{n}} \tag{16}$$

$$cv = \left(\frac{s}{x_m} \right) * 100 \tag{17}$$

$$se = \left(\frac{t * s_{x_m}}{x_m} \right) * 100 \tag{18}$$

$$ci = x_m \pm t * s_{x_m} \tag{19}$$

- Em que:
- x_m = média da variável x
 - x_i = valor de cada variável x
 - n = número de unidades amostrais (parcelas)
 - s² = variância
 - s = desvio padrão
 - s_{x_m} = erro padrão
 - cv = coeficiente de variação
 - se = erro de amostragem em porcentagem
 - t = valor tabelar de Student (t_(34; 0.05) = 2,034)
 - ci = intervalo de confiança

Para os dois métodos a população foi considerada infinita, e a probabilidade de confiança, baseada em 95%.

Resultados

Número de árvores amostradas por unidade amostral ou parcela

Foram medidos os DAP de 4.777 árvores em 210 unidades amostrais instaladas em uma área experimental de 451,5 ha. Cada método foi conduzido em três diferentes condições topográficas com 35 unidades amostrais cada. Na Tabela 1, é apresentado o número de árvores amostradas em cada unidade amostral ou parcela, por condição e método.

O tamanho da unidade amostral para os dois métodos foi ajustado de forma que contivesse, em média, o mesmo número de árvores. Pode-se observar que o número de árvores amostrado pelo CCP foi 16% maior que o LS, nas três condições. Isso foi motivado pela dificuldade de ajuste do tamanho da unidade amostral para que contivesse, em média, o mesmo número de árvores.

Estimativa das variáveis pelos métodos LS e CCP

Na Tabela 2 é apresentado o resumo das estimativas dos valores das variáveis DAP médio (cm), número de árvores por ha, área basal por ha (m²) e volume por ha (m³) para cada condição.

Análises estatísticas das variáveis estimadas pelos dois métodos

O resumo das análises estatísticas das variáveis DAP médio, número de árvores, área basal e volume, está apresentado nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

De acordo com a Tabela 3, para a estimativa do diâmetro médio, o menor erro de amostragem foi para o método de CCP. Nakajima, Yoshida e Imanaga (1995) obtiveram em plantios de cedro japonês (*Cryptomeria japonica* D. Don) resultados semelhantes. Yoshida (1991), com experimento de reflorestamento de Cedro japonês, obteve a seguinte classificação: em primeiro o LS e em segundo, CCP.

Conforme a Tabela 4, para a estimativa do número de árvores por hectare, o menor erro de amostragem foi para o LS, levando em consideração a média das três condições. Nakajima, Yoshida e Imanaga (1995)

Tabela 1 - Número de árvores por unidade amostral

Unidade amostral	Condição 1		Condição 2		Condição 3	
	LS	CCP	LS	CCP	LS	CCP
1	21	24	18	23	20	27
2	21	24	25	25	14	23
3	24	31	21	23	21	24
4	20	26	20	21	17	23
5	13	18	22	25	19	25
6	22	26	21	23	17	22
7	21	23	22	22	16	22
8	23	23	25	30	20	26
9	25	24	26	30	17	27
10	25	26	25	31	16	23
11	17	24	26	27	21	24
12	25	30	27	28	16	17
13	24	27	32	29	16	21
14	20	26	22	23	20	25
15	21	27	21	31	19	24
16	16	20	22	27	26	26
17	16	27	12	16	16	20
18	26	27	22	23	26	30
19	19	28	20	27	15	17
20	20	21	23	25	23	29
21	23	27	15	19	18	23
22	18	23	22	25	21	25
23	24	25	23	29	21	30
24	15	18	22	29	23	27
25	23	25	12	18	22	27
26	15	21	20	24	21	27
27	10	13	19	24	26	27
28	18	25	22	23	22	24
29	29	33	12	17	16	18
30	33	28	20	27	23	23
31	26	30	20	25	19	22
32	18	18	20	21	20	24
33	24	35	20	22	20	25
34	23	26	21	24	29	30
35	24	31	18	26	27	25
Soma	742	880	738	862	703	852
Média	21	25	21	25	20	24

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 2 - Estimativa da variável DAP médio, número de árvores, área basal e volume por ha

Variáveis	Condição 1		Condição 2		Condição 3	
	LS	CCP	LS	CCP	LS	CCP
DAP médio (cm)	22.6	23.2	21.9	22.2	24.1	24.4
Número de árvores · ha ⁻¹	1232.0	1422.0	1270.0	1446.0	1087.0	1229.0
Área basal · ha ⁻¹ (m ²)	49.7	61.5	47.6	55.7	50.1	59.6
Volume · ha ⁻¹ (m ³)	571.0	715.9	539.1	634.1	589.4	706.0

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3 - Análises estatísticas para o DAP médio estimado

Análise estatística	Condição 1		Condição 2		Condição 3	
	LS	CCP	LS	CCP	LS	CCP
Desvio padrão (cm)	2.72	2.49	2.12	2.09	1.93	1.84
Erro padrão (cm)	0.46	0.42	0.36	0.35	0.33	0.31
Coefficiente de variação (%)	12.01	10.74	9.71	9.44	8.03	7.55
Erro de amostragem (%)	4.13	3.69	3.34	3.24	2.76	2.60
Intervalo de confiança (cm)	± 0.93	± 0.86	± 0.73	± 0.72	± 0.67	± 0.63

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4 - Análises estatísticas para o número de árvores estimado

Análise estatística	Condição 1		Condição 2		Condição 3	
	LS	CCP	LS	CCP	LS	CCP
Desvio padrão (n · ha ⁻¹)	348.09	370.96	363.44	487.95	261.76	303.84
Erro padrão (n · ha ⁻¹)	58.84	62.70	61.43	82.48	44.25	51.36
Coefficiente de variação (%)	28.26	26.09	28.63	33.74	24.07	24.72
Erro de amostragem (%)	9.72	8.97	9.84	11.60	8.28	8.50
Intervalo de confiança (n · ha ⁻¹)	± 119.68	± 127.54	± 124.95	± 167.76	± 90.00	± 104.46

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 5 - Análises estatísticas para a área basal estimada

Análise estatística	Condição 1		Condição 2		Condição 3	
	LS	CCP	LS	CCP	LS	CCP
Desvio padrão (m ² · ha ⁻¹)	8.81	16.16	6.76	13.59	7.75	16.87
Erro padrão (m ² · ha ⁻¹)	1.49	2.73	1.14	2.30	1.31	2.85
Coefficiente de variação (%)	17.73	26.27	14.19	24.39	15.46	28.31
Erro de amostragem (%)	6.10	9.03	4.88	8.39	5.31	9.73
Intervalo de confiança (m ² · ha ⁻¹)	± 3.03	± 5.55	± 2.32	± 4.67	± 2.66	± 5.80

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 6 - Análises estatísticas para o volume estimado

Análise estatística	Condição 1		Condição 2		Condição 3	
	LS	CCP	LS	CCP	LS	CCP
Desvio padrão ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	99.30	199.30	74.11	152.51	90.24	208.45
Erro padrão ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	16.79	33.69	12.53	25.78	15.25	35.23
Coefficiente de variação (%)	17.39	27.84	13.75	24.05	15.31	29.53
Erro de amostragem (%)	5.98	9.57	4.73	8.27	5.26	10.15
Intervalo de confiança ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	± 34.14	± 68.52	± 25.48	± 52.43	± 31.02	± 71.67

Fonte: Dados da pesquisa.

obtiveram nas condições das Florestas Experimentais de Shiragadake e Takakuma, Japão, em plantios de cedro japonês (*C. japonica* D. Don) resultados semelhantes. Mahrer e Vollenweider (1983), realizando um estudo em inventário florestal nacional em 1983, na Suíça, obtiveram o melhor resultado para o método da CCP.

Para as estimativas de área basal e volume, por hectare (Tabelas 5 e 6, respectivamente), os menores erros de amostragem foram para o método LS, mesmo com a desvantagem de ter amostrado 16% menos árvores que o método CCP.

Comparação do erro de amostragem entre os métodos LS e CCP

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da análise estatística, para o erro de amostragem das variáveis estimadas. Observa-se que para a estimativa do diâmetro médio e número de árvores por hectare

Tabela 7 - Comparação do erro de amostragem entre os dois métodos

Variáveis	LS vs. CCP
Diâmetro médio (cm)	2.22ns
Número de árvores $\cdot ha^{-1}$	- 0.57ns
Área basal $\cdot ha^{-1}$	- 8.39si*
Volume $\cdot ha^{-1}$	- 9.11si*

Legenda: Diferenças foram significativas (si) para: $*t_{calc} \geq t_{tab(2; 0.05)} = 4.30$; $t_{calc} \geq t_{tab(2; 0.10)} = 2.92$ e, não significativas (ns) para a probabilidade $P > 0.10$; vs = versus

Fonte: Dados da pesquisa.

não houve diferença significativa do erro de amostragem entre os dois métodos analisados. Já, para as estimativas da área basal e do volume, por hectare, as diferenças do erro de amostragem foram estatisticamente significativas, mostrando que o LS foi superior ao CCP, com probabilidade de 95%.

Conclusão

Para a estimativa da variável diâmetro médio e número de árvores por hectare, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os métodos LS e CCP. Já para as estimativas de área basal e volume, por hectare, houve diferenças estatisticamente significativas entre os métodos LS e CCP, demonstrando a superioridade do método LS sobre o CCP.

Em síntese, para estimativa da variável DAP médio, número de árvores, área basal e volume, por hectare, o método LS foi superior ao CCP, mesmo amostrando menor número de árvores por parcela, para as condições pesquisadas nesse estudo.

Na escolha do melhor método, além da precisão na estimativa das variáveis de interesse, deve-se também levar em consideração os custos. Por essa razão, a sequência desta pesquisa será o estudo dos custos de amostragem de cada um desses métodos, para definição do método mais eficiente.

Referências

MAHRER, F.; VOLLENWEIDER, C. **National forest inventory**. Birmensdorf: Swiss Federal Institute of Forestry Research, 1983.

NAKAJIMA, N. Y.; YOSHIDA, S.; IMANAGA, M. Comparison among four ground-survey methods as a continuous forest inventory system for forest management. **Journal of the Japanese Forestry Society**, v. 77, n. 6, p. 573-580, 1995.

NAKAJIMA, N. Y.; YOSHIDA, S.; IMANAGA, M. Comparison of change estimation between four ground-survey methods for use in a continuous forest inventory system. **Journal of Forest Planning**, v. 2, p. 145-150, 1996.

NAKAJIMA, N. Y. **Comparison of four ground-survey methods when used as permanent samples in the continuous forest inventory for forest management**. Ph.D. (Science of Bioresource Production) – Kagoshima University, 1997.

NAKAJIMA, N. Y. **Elaboração de um sistema de amostragem para estimativa de valores correntes e mudança/crescimento em reflorestamento de *Pinus***. Curitiba: CNPq/UFPR, 1998. Relatório de pesquisa modalidade RD.

NISHIZAWA, M. **Forest mensuration**. Tokyo: Nourinshuppan, 1972.

PÉLLICO-NETTO, S.; BRENA, D. **Inventário florestal**. Curitiba: Ed. UFPR; Santa Maria: UFSM, 1993.

SCHIMID-HASS, P.; BAUMANN, E.; WERNER, J. **Forest inventories by unmarked permanent sample plots: instructions**. Birmensdorf: Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, 1993.

YOSHIDA, S. Studies on continuous forest inventory system, 1: Comparison of survey-methods on the ground. **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, n. 41, p. 7-12, 1991.

Recebido: 13/10/2010

Received: 10/13/2010

Aprovado: 29/08/2011

Approved: 08/29/2011