

Avaliação do tamanho de parcelas e de intensidade
de amostragem em inventários florestais

Evaluation of a plot sizes and sampling intensities in forest inventories

Alan Lessa Derci Augustynczyk¹, Sebastião do A. Machado²,
Afonso Figueiredo Filho³ e Sylvio Péllico Netto³**Resumo**

Considerando a importância de informações gerada pelo uso de técnicas de amostragem para a tomada de decisões em manejo florestal, o objetivo deste estudo foi pesquisar a influência de diferentes tamanhos de parcela e intensidades amostrais para estimar a área basal e o número de árvores por hectare, bem como o valor de cobertura e compará-los com seus respectivos parâmetros obtidos por meio do censo, tanto a nível global, como a nível de espécies. Foram utilizados dados de um fragmento de floresta ombrófila mista com 15,2 hectares localizado em Curitiba-PR. Primeiramente esta área foi dividida em blocos de 50 x 50 m para facilitar a execução do censo e georreferenciamento de todas as árvores com DAP maior ou igual a 10 cm. Após esta etapa foram definidas 20 variações de amostragem para proceder a simulação, combinando cinco dimensões de unidades de amostra com quatro intensidades amostrais. Ao comparar os resultados do censo com os obtidos pelas simulações de amostragem foi possível observar que, ao considerar a floresta como um todo, as estimativas geradas pela técnica de amostragem são bastante confiáveis. Entretanto, ao avaliar os resultados a nível de espécie, observou-se que esses apresentaram um desvio acentuado em relação ao valor paramétrico.

Palavras-chave: Inventário florestal, amostragem, censo florestal, erro amostral, erro real

Abstract

Considering the importance of information generated by the use of sampling techniques for decision making in forest management, the objective of this study was to assess the influence of different plot sizes and sampling intensities to estimate basal area and number of trees per hectare, as well as the coverage value. The studied area corresponds to a Mixed Ombrophylous Forest remnant of 15.2 ha, located in Curitiba, Paraná, Brazil. Initially this area was divided in blocks of 50 x 50 m to make easier the census and geo-referencing of all trees with diameter at breast height (DBH) equal or greater than 10 cm. After this step 20 sampling variations of fixed area plots were defined to estimate the inventory simulations. This process considered the combination of five different plot sizes with four different sampling intensities. The comparison of the census results with those obtained by the sampling simulations indicated that the sampling technique is quite reliable when the forest is considered as a whole. However, when the results are evaluated at species level, they showed a strong deviation in relation to the parametric values.

Keywords: Forest inventory, sampling method, forest census, sampling error, actual error

INTRODUÇÃO

O conhecimento do estoque florestal, do seu crescimento, da sua composição e de sua estrutura é de suma importância para subsidiar a tomada de decisões em manejo sustentável da floresta e uso de seus recursos de modo a perpetuar essa atividade e mantê-la para gerações futuras. A informação destes parâmetros (valores reais ou observados) só é possível por meio do cen-

so florestal, também denominado de inventário florestal sob enumeração completa, isto é, em 100% da floresta sob estudo. No entanto devido a custos, principalmente em áreas grandes, utiliza-se a aplicação das técnicas de processos e métodos de amostragem para se obter a estimativa desses parâmetros.

Na amostragem estão implicitamente envolvidos o tamanho e forma da parcela, bem como a intensidade amostral. Os especialistas na área de

¹Eng. Florestal, MSc. Irani Celulose – Unidade Florestal – Rodovia BR 153 – KM 47 – CP 87 – 89600-000- Joaçaba, SC. E-mail: alanlda@hotmail.com

²Eng. Florestal, Ph.D. UFPR - Universidade Federal do Paraná - Departamento de Ciências Florestais – Rua Lothário Meissner, 632 – Jd. Botânico – 80210 – 170 – Curitiba, PR – E-mail: samachado@ufpr.br

³Eng. Florestal, Doutor. Universidade Federal do Paraná - Departamento de Ciências Florestais – Rua Lothário Meissner, 632 – Jd. Botânico – 80210 – 170 – Curitiba, PR – E-mail: afigfilho@gmail.com; sylviopelliconetto@gmail.com

manejo têm, de um modo geral, optado pelo uso de unidades amostrais maiores, sempre iguais ou superiores à 1000 m², principalmente em florestas nativas heterogêneas e multiâneas. Já os especialistas em fitossociologia florestal, têm usado sistematicamente parcelas menores, tais como as de 10 x 10 m, 10 x 20 m e as vezes as de 20 x 20m, alegando que assim podem distribuí-las melhor sobre toda a área da floresta pesquisada (ISER-NHAGEN, 2001; KERSTEN; GALVÃO, 2011).

A intensidade amostral varia de acordo com a área total da floresta inventariada, sendo que em áreas pequenas usa-se uma maior intensidade e em áreas grandes uma menor intensidade. A estimativa da suficiência amostral em inventários florestais é feita para o parâmetro de maior importância englobando o conjunto de todas as espécies, normalmente o volume por hectare, visando atingir erro amostral de no máximo 10%, na maioria dos inventários florestais.

O problema do uso de amostragem reside quando se especifica os resultados a nível de espécie em florestas heterogêneas e multiâneas contendo centenas de espécies arbóreas. Os erros amostrais a nível de espécie são muito elevados, exceto para algumas espécies mais abundantes e que se distribuem aleatoriamente em toda a área inventariada. Também os erros reais resultantes da diferença entre valores estimados na amostragem e dos respectivos parâmetros obtidos no censo são altos, para a maioria das espécies, como mostrado por Augustynczyk (2011) e outros, tais como Machado (1988), Bonetes (2003), Ubialli (2009) e Cavalcanti et al. (2011).

Visando adicionar mais conhecimento a respeito do problema exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a influência de diferentes tamanhos de unidades amostrais combinadas com diferentes intensidades de amostragem na estimativa da área basal, número de árvores e valor de cobertura tanto para o total, como a nível de espécie, bem como comparar esses resultados com seus respectivos parâmetros obtidos pelo censo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na região de Curitiba, Estado do Paraná.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista com 15,2 ha, conhecido como Capão da Engenharia Florestal, situado no *Campus* III da Universidade Federal do Paraná.

O bosque situa-se entre as coordenadas 25°26'50"S e 25°27'33"S e 49°14'16"W e 49°14'33"W, e a altitude do terreno está entre 890 a 915 metros sobre o nível do mar. O clima da região é subtropical úmido mesotérmico de verões frescos, inverno com geadas frequentes, a temperatura e a precipitação média anual ficam em torno de 17 °C e 1.500 mm respectivamente, e segundo a classificação de Koppen o clima é Cfb. Rondon Neto et al. (2002), identificaram nessa área a existência de Solos Hidromórficos próximos aos canais de drenagem e de Cambissolos Podzólicos nas regiões mais drenadas.

As 8988 (9837 fustes) árvores que compõem o banco de dados dessa pesquisa provieram do censo realizado na área entre os anos de 2006 e 2007.

Para a realização do inventário a 100%, a área foi dividida em blocos de 50 x 50 metros, onde foram medidos, identificados, marcados e espacializados (coordenadas X e Y) todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,3 m (DAP) acima de 10 cm.

Foram determinados os parâmetros fitossociológicos (valores observados): número de árvores por hectare (DA) e número de árvores relativo (DR), área basal por hectare (DoA) e relativa (DoR) de cada espécie. Por meio do somatório do número de árvores relativo e da área basal relativa chegou-se ao valor de cobertura (VC) de cada espécie.

O método de amostragem selecionado para a execução das simulações de amostragem foi o de área fixa. Para a realização das simulações foram considerados os seguintes tamanhos e dimensões de unidades amostrais: 200 m² (10 m x 20 m), 400 m² (20 m x 20 m), 500 m² (10 m x 50 m), 1000 m² (10 m x 100 m) e 1000 m² (20 m x 50 m). Cada um dos tamanhos e formas de unidades amostrais propostos foi combinado com as intensidades amostrais de 2%, 5%, 10% e 15% da área total da população, sendo estimado o erro de amostragem (EA%) para cada dimensão da parcela combinada com todas as intensidades amostrais.

Após o cálculo dos parâmetros das variáveis de interesse da floresta com base no censo e das estimativas desses mesmos parâmetros com base nas simulações realizadas, foi determinada a diferença entre o valor do parâmetro e seu respectivo valor estimado. Esta comparação direta possibilitou a determinação do erro real (ER%) que se obtém ao medir apenas parte da população, como é o caso quando se usa amostragem.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Área basal por hectare

Os resultados obtidos pela enumeração completa e pelas 20 simulações de amostragem para a área basal da floresta são apresentados na Tabela 1. Observa-se que nessa tabela, na maioria dos casos, as estimativas resultantes de diferentes combinações da amostragem foram sempre superiores ao valor real ou paramétrico do fragmento estudado, isto é, área basal por hectare igual a 22,05m² para o total das espécies.

Os maiores desvios entre o valor paramétrico e o valor estimado foram observados nas simulações realizadas com uma menor intensidade de amostragem. De maneira geral, verificou-se uma tendência de superestimativa da área basal, sendo que a melhor configuração utilizada superestimou a área basal média em 10,3%, enquanto a pior superestimou em 46,2%.

Estes resultados vão de encontro aos obtidos por Machado (1988), que comparando métodos de amostragem com resultados de uma enumeração completa na floresta amazônica,

identificou que os resultados estimados para a variável volume, quando incluídas todas as espécies, são muito próximos do parâmetro.

Apesar das estimativas para o total, incluindo todas as espécies serem próximas do real, o mesmo não foi verificado nas estimativas em nível de espécie. Para efeitos de comparação, foi selecionada a simulação que apresentou melhor resultado para o total dentre as testadas. A simulação utilizada para provar este argumento foi a de número 19 (15% de intensidade de amostragem e parcela de 1000 m²), cujo erro real para o total foi de 10,3%.

Observou-se que a tendência do erro real para a estimativa da área basal em nível de espécie é inversamente proporcional à intensidade de amostragem, ou seja, quanto maior a intensidade de amostragem, menor o erro real por espécie (Tabela 2). Verificou-se que ao variar o tamanho da parcela, mantendo a intensidade de amostragem constante, há uma tendência do número de espécies com grande viés ser maior ao utilizar parcelas maiores. Isso ocorre, principalmente, entre as espécies com dominância menor que 0,5m²/ha.

Tabela 1. Área basal paramétrica e estimada obtidas pela enumeração completa e pelas simulações de amostragem com os respectivos erros de amostragem (EA) e erros reais (ER) com o valor paramétrico para o total das espécies (22,05 m²/ha).

Table 1. Parametric and estimated basal area obtained by the census and by sampling simulations with respective sampling errors (EA), actual errors (ER) and observed value for the total of species (22,05 m²/ha).

	Intensidade	Parcela (ha)	Dimensões	G (m ² /ha)	EA (%)	ER (%)
Parâmetro	100%	-		22,05	-	-
Estimativa 1	2%	0,02	10m x 20m	24,80	10,7%	12,5%
Estimativa 2	2%	0,04	20m x 20m	25,13	33,2%	14,0%
Estimativa 3	2%	0,05	10m x 50m	31,84	15,9%	44,4%
Estimativa 4	2%	0,10	20m x 50m	32,23	24,3%	46,2%
Estimativa 5	2%	0,10	10m x 100m	26,43	51,4%	19,9%
Estimativa 6	5%	0,02	10m x 20m	26,33	14,3%	19,4%
Estimativa 7	5%	0,04	20m x 20m	28,87	9,4%	30,9%
Estimativa 8	5%	0,05	10m x 50m	29,33	16,6%	33,0%
Estimativa 9	5%	0,10	20m x 50m	29,24	16,9%	32,6%
Estimativa 10	5%	0,10	10m x 100m	27,73	14,2%	25,8%
Estimativa 11	10%	0,02	10m x 20m	29,37	8,5%	33,2%
Estimativa 12	10%	0,04	20m x 20m	26,01	10,7%	18,0%
Estimativa 13	10%	0,05	10m x 50m	25,93	6,6%	17,6%
Estimativa 14	10%	0,10	20m x 50m	26,01	36,8%	18,0%
Estimativa 15	10%	0,10	10m x 100m	27,17	8,7%	23,2%
Estimativa 16	15%	0,02	10m x 20m	24,80	6,9%	12,5%
Estimativa 17	15%	0,04	20m x 20m	27,45	6,3%	24,5%
Estimativa 18	15%	0,05	10m x 50m	25,39	8,0%	15,1%
Estimativa 19	15%	0,10	20m x 50m	24,33	9,9%	10,3%
Estimativa 20	15%	0,10	10m x 100m	25,62	5,2%	16,2%

Legenda: G: Área Basal; EA: Erro de Amostragem e; ER: Erro Real (estimado em relação ao observado).

Tabela 2. Área basal (m²/ha) paramétrica e estimada obtidas pelo censo e pela simulação de amostragem com o respectivo erro real (desvio%) para algumas espécies.

Table 2. Parametric and estimated basal (m²/ha) area obtained by the census and by sampling simulations with respective actual errors (deviations %) for some species.

Nome Científico	Área Basal (m ² /ha)		
	Real	Estimada	Desvio (%)
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	0,3299	0,3912	19%
<i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.	0,0583	0,0596	2%
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	5,1284	5,8961	15%
<i>Banara parviflora</i>	0,0091	0,0207	128%
<i>Banara tomentosa</i> Clos	0,0137	0,0072	-47%
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	0,1007	0,1582	57%
<i>Bougainvillea glabra</i>	0,0098	0,0182	86%
<i>Calypttranthes concinna</i> DC.	0,0098	0,0222	127%
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk.	0,0784	0,0702	-10%
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	0,0939	0,1044	11%
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	0,4077	0,4613	13%
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0,0237	0,0103	-57%
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0,0075	0,0049	-35%
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	0,4025	0,4609	15%
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1,4427	2,0432	42%
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,7552	1,2450	65%
<i>Cinnamomum vesiculosum</i> (Ness) Kosterm.	0,0011	0,0085	688%
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	0,0838	0,0087	-90%
<i>Clethra scabra</i> Pers.	0,3466	0,4452	28%
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	0,1007	0,1508	50%
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	0,0379	0,0279	-26%
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	0,1741	0,2138	23%
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	0,0559	0,1285	130%
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera	0,1232	0,2030	65%
<i>Duranta vestita</i> Cham.	0,0352	0,0294	-16%
<i>Eriobotrya japônica</i> (Thunb.) Lindl.	0,0044	0,0115	159%
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	0,0520	0,0203	-61%
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	0,0264	0,0619	135%
<i>Escallonia montevidensis</i> (Cham. & Schltdl.) DC.	0,0253	0,0046	-82%
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	0,0046	0,0046	-1%
<i>Eugenia multiovulata</i> Mattos & D. Legrand	0,1254	0,1118	-11%
<i>Eugenia uniflora</i> L.	0,0934	0,1294	39%
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	0,7064	0,4976	-30%
<i>Gomidesia palustris</i>	0,0119	0,0055	-54%
<i>Gordonia fruticosa</i>	0,0023	0,0048	111%

Verifica-se na Tabela 2 que os desvios variando de -1% a 668% são altos para a maioria das espécies. Outros autores tais como Bonetes (2003), Ubialli et al. (2009), Cavalcanti et al. (2011) encontraram resultados similares ao do presente trabalho.

Número de árvores por hectare

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados obtidos pela enumeração completa e pelas 20 simulações de amostragem para estimativa do número de árvores por hectare na floresta, onde verifica-se que as estimativas também foram sempre superiores ao valor real, Omo aconteceu com as estimativas da área basal.

Verificou-se que, diferentemente da estimativa da área basal, o comportamento da estimati-

va do número de árvores não é tão dependente da intensidade amostral, ou seja, neste caso os erros para o total variam mais em função do tamanho da parcela do que em função da intensidade de amostragem.

Assim como para a área basal, para o número de árvores médio por hectare também houve uma tendência de superestimativa, sendo que a melhor configuração utilizada superestimou a número de árvores médio em 9,5%, enquanto a pior superestimou em 33,8%.

Verifica-se que para o total as estimativas foram próximas ao valor paramétrico. No entanto, o mesmo não se verifica sobre as estimativas em nível de espécie. Para efeitos de comparação, foi selecionada a simulação que apresentou melhor resultado para o número de árvores. A simulação

Tabela 3. Número de árvores paramétrico e estimado obtidos pela enumeração completa e pelas simulações de amostragem com os respectivos erros de amostragem (EA%) e erros reais (ER%) para o total das espécies.

Table 3. Parametric and estimated average number of trees per hectare obtained by complete enumeration (census) and by sampling simulations with respective sampling errors (EA%) and actual errors (ER%) for all species considered.

	Intensidade	Parcela (ha)	N/ha	EA (%)	ER (%)
Parâmetro	100%	-	601	-	-
Estimativa 1	2%	0,02	804	14,7%	33,8%
Estimativa 2	2%	0,04	658	16,4%	9,5%
Estimativa 3	2%	0,05	771	14,1%	28,3%
Estimativa 4	2%	0,10	666	17,9%	10,8%
Estimativa 5	2%	0,10	669	4,5%	11,3%
Estimativa 6	5%	0,02	738	10,0%	22,8%
Estimativa 7	5%	0,04	675	16,9%	12,3%
Estimativa 8	5%	0,05	757	6,0%	26,0%
Estimativa 9	5%	0,10	744	23,9%	23,8%
Estimativa 10	5%	0,10	664	11,8%	10,5%
Estimativa 11	10%	0,02	710	6,3%	18,1%
Estimativa 12	10%	0,04	742	8,8%	23,5%
Estimativa 13	10%	0,05	761	7,2%	26,6%
Estimativa 14	10%	0,10	750	32,0%	24,8%
Estimativa 15	10%	0,10	770	9,8%	28,1%
Estimativa 16	15%	0,02	711	4,7%	18,3%
Estimativa 17	15%	0,04	731	7,2%	21,6%
Estimativa 18	15%	0,05	696	6,8%	15,8%
Estimativa 19	15%	0,10	681	8,6%	13,3%
Estimativa 20	15%	0,10	726	7,3%	20,8%

Legenda: N/ha: Número de árvores por hectare; EA: Erro de Amostragem e; ER: Erro Real (estimado em relação ao observado).

utilizada para provar este argumento foi a de número 2 (2% de intensidade e parcela de 400m²), cujo erro real para o total foi de 9,5 (Tabela 3).

A tendência do erro real para a estimativa do número de árvores em nível de espécie é inversamente proporcional a intensidade de amostragem, ou seja, quanto maior a intensidade de amostragem, menor o erro real por espécie, principalmente para as espécies que apresentam maior valor de cobertura na floresta (Tabela 4). Também verificou-se que ao variar o tamanho da parcela, mantendo a intensidade de amostragem constante, há uma pequena tendência de aumento da quantidade de espécies com grande viés, conforme o aumento do tamanho da unidade amostral, principalmente para espécies com densidade inferior a 2 árvores/ha. Essa mesma tendência foi observada por Moreira (2007) em área de cerradão na Estação Ecológica de Assis, SP.

Para o caso da estimativa do número de árvores por espécie, as parcelas menores tendem a apresentar um resultado mais satisfatório, pois a distribuição dos indivíduos é análoga à distribuição da variável de interesse e, neste caso, capta melhor a variação, principalmente de indivíduos que ocorrem de forma agregada e de indivíduos raros.

Valor de Cobertura

Na Figura 1 está apresentada a dispersão dos valores estimados em relação ao valor paramétrico do valor de cobertura, para cada uma das espécies selecionadas, onde se verifica que independente da área da unidade amostral, há uma grande variação do valor de cobertura para intensidades amostrais de até 5%, sendo que há uma tendência de estabilização a partir desse valor.

Para a espécie *Araucaria angustifolia*, as parcelas com 1000 m² utilizadas com intensidades de 5% e 10% foram as que apresentaram o melhor desempenho para a estimativa do valor de cobertura. Esta espécie apresenta distribuição diamétrica do tipo unimodal com grande amplitude de diâmetros, além de apresentar distribuição espacial dos seus indivíduos do tipo aleatória. (MACHADO et al., 2012). Analogamente, a espécie *Casearia sylvestres*, cuja distribuição espacial é do tipo agregada e distribuição diamétrica exponencial negativa, com pequena amplitude de diâmetros, também apresenta resultados mais próximos ao valor paramétrico ao utilizar parcelas de 1000m².

Observou-se que o valor de cobertura estimado para a espécie *Luehea divaricata*, assim como os apresentados para as espécies citadas, também teve um desempenho superior ao uti-

Tabela 4. Número de árvores (n/ha) paramétrico (real) e estimado obtidos pelo censo e pela simulação de amostragem com o respectivo erro real por espécie.

Table 4. Number of trees per hectare (N/ha) parametric (actual) and estimated obtained by the census and by sampling simulations with the respective actual error for some species.

Nome Científico	Número de Árvores/ha		
	Real	Estimado	Desvio (%)
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	21,3	29,2	37%
<i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk.	4,5	4,2	-8%
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	21,3	20,8	-7%
<i>Campomanesia guaviroba</i> (DC.) Kiaersk	5,1	4,2	-18%
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	3,5	8,3	139%
<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	6,6	4,2	-36%
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	0,6	4,2	593%
<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	19,7	4,2	-79%
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	82,5	62,5	-24%
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	12,8	16,7	30%
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	5,1	12,5	142%
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	12,9	12,5	-3%
<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	2,3	16,7	634%
<i>Duranta vestita</i> Cham.	2,7	4,2	52%
<i>Dyospiros kaki</i>	0,1	4,2	6135%
<i>Eriobotrya japônica</i> (Thunb.) Lindl.	0,3	4,2	1456%
<i>Eugenia uniflora</i> L.	2,9	4,2	45%
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	14,3	4,2	-71%
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	1,3	25,0	1772%
<i>Ilex paraguariensis</i>	1,5	4,2	183%
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	27,5	49,9	81%
<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	3,2	8,3	160%
<i>Luehea divaricata</i> Mart. Et Zucc.	43,8	54,2	24%
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	8,2	4,2	-49%
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	3,3	4,2	27%
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	14,0	20,8	49%
<i>Myrcia hatschbachii</i> D. Legrand	14,9	8,3	-44%
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	10,2	12,5	22%
<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	6,8	4,2	-39%
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	8,7	25,0	188%
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	9,4	20,8	122%
<i>Ocotea nutans</i> (Nees) Mez	14,5	16,7	15%
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	28,9	50,0	73%
<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	4,5	4,2	-8%
<i>Piptocarpha axillaris</i>	5,5	12,5	128%
<i>Rollinia rugulosa</i>	6,4	4,2	-35%
<i>Roupala brasiliensis</i>	1,6	4,2	159%

lizar unidades amostrais de 1000m², tanto em intensidades de 2% como em intensidades de 15%. A forma de distribuição dessa espécie, ao contrário de *Araucaria angustifolia*, é do tipo agregada (MACHADO et al., 2012). Essa espécie também possui uma outra característica que difere da *Araucaria*, que é a distribuição diamétrica. Isso corrobora com a inferência de que parcelas maiores apresentam melhor desempenho do que parcelas menores.

Dentre as seis espécies analisadas, apenas *Jacaranda puberula* apresentou um melhor desempenho na unidade amostral de 200m², com intensidade de 15%. No caso dessa espécie, há uma grande concentração de indivíduos de pe-

quenas dimensões na floresta, tornando quase homogênea a distribuição da variável diâmetro, a qual exerce influência direta sobre a área basal, que conseqüentemente, influencia a dominância dessa espécie. Nesse caso, o melhor desempenho ocorreu em virtude de uma superestimativa do número de árvores e subestimativa da área basal. Como dominância e densidade possuem o mesmo peso na determinação do valor de cobertura, na média o estimador foi melhor, mas não mais correto.

De acordo com Pearce (1953), não há informações sobre o melhor tamanho de unidades amostrais. No entanto, com base nos resultados obtidos neste trabalho, foi possível obser-

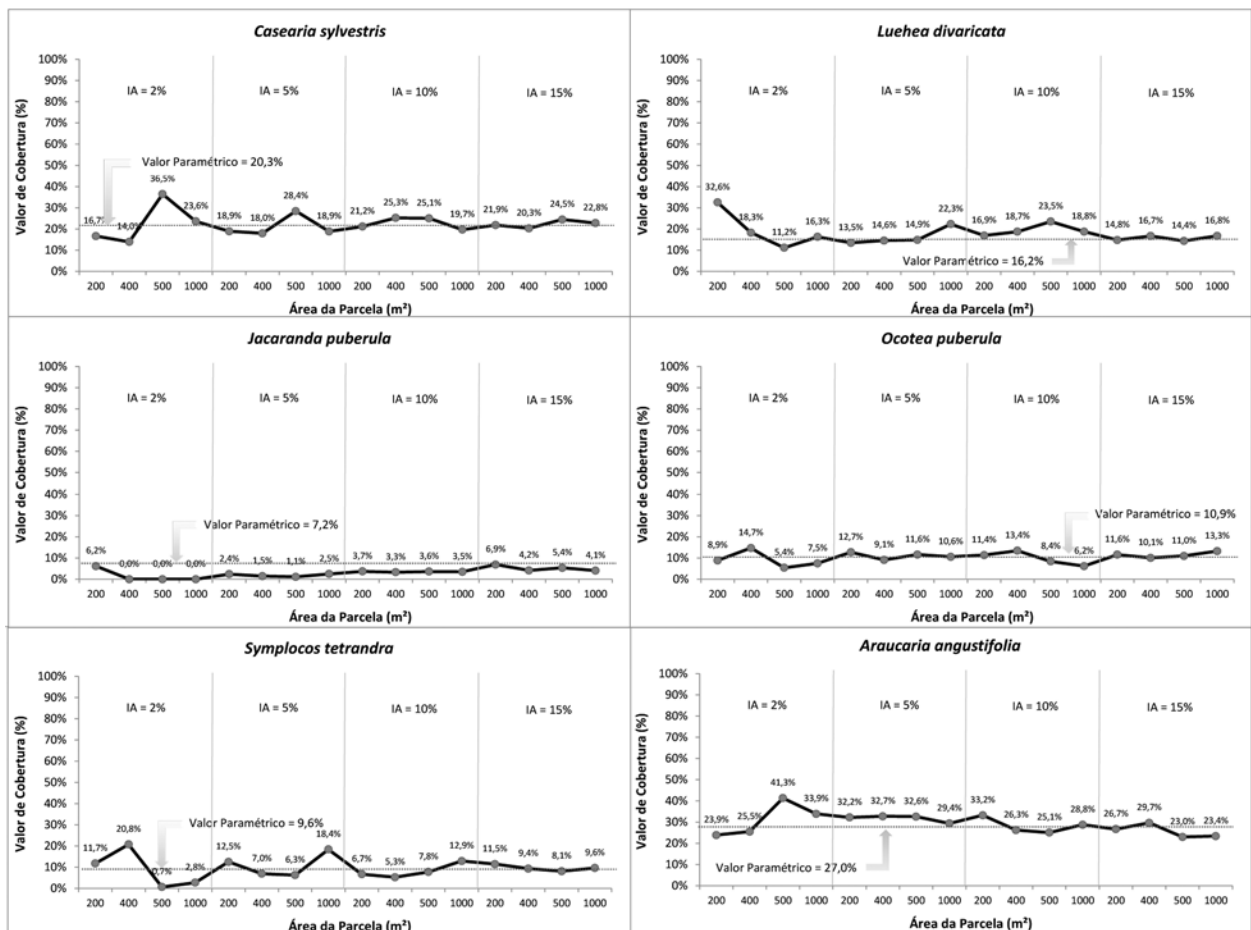


Figura 1. Erro real variando o tamanho de parcelas e intensidade de amostragem para a estimativa do valor de cobertura das 6 espécies mais importantes da floresta.

Figure 1. Actual error varying the plot size and sampling intensity for the estimate of the average value of the six most important species of the forest.

var que, parcelas menores, apesar de cobrirem a área amostrada de forma mais homogênea, estão mais sujeitas às variações da distribuição da população, acarretando erros de maior magnitude em algumas situações. Isso quer dizer que ao simular várias vezes o mesmo inventário utilizando parcelas pequenas e com início aleatório, os valores obtidos para o total apresentarão maior variância do que simulações com parcelas maiores utilizando inícios aleatórios.

CONCLUSÕES

O ganho para as estimativas da área basal, variando o tamanho da parcela é menos evidente do que o ganho quando se aumenta a intensidade de amostragem.

O erro real em nível de espécie para a estimativa da área basal apresenta tendência de melhora com o aumento da intensidade amostral,

enquanto que com o aumento do tamanho da parcela, para uma mesma intensidade de amostragem, não há ganhos diretos sobre este erro.

O ganho para as estimativas do número total de árvores variando o tamanho da parcela é mais evidente do que o ganho quando se aumenta a intensidade de amostragem.

O erro em nível de espécie para a estimativa do número de árvores apresenta tendência de diminuir com o aumento da intensidade amostral, enquanto que com o aumento do tamanho da parcela, para uma mesma intensidade de amostragem, não há ganhos diretos sobre o erro real.

Ao aumentar a intensidade amostral, há uma tendência de diminuição dos erros para as espécies com menor valor de cobertura dentro da floresta.

As estimativas dos parâmetros área basal, número de árvores e valor de cobertura apresentaram melhores resultados ao utilizar parcelas de 1000 m².

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTYNCZYK, A.L. **Avaliação do tamanho de parcelas e intensidades de amostragem para a estimativa de estoque e estrutura horizontal em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista**. 2011. 164 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- BONETES, L. **Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista**. 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- CAVALCANTI, F. J. B.; MACHADO, S. A.; OSOKAWA, R. T.; CUNHA, U. S. Comparação dos valores estimados por amostragem na caracterização da estrutura de uma área de floresta na Amazônia com as informações registradas no censo florestal. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1061-1068, 2011.
- ISERNHAGEN, I. **A fitossociologia florestal no Paraná e os programas de recuperação de áreas degradadas: uma avaliação**. 2001. 219 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- KERSTEN, R. A.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOH, P. V.; MELO, M. M. R. F. (Org.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos**, Viçosa: UFV, 2011. v.1, p.156-173.
- MACHADO, S. A. Complete enumeration forest inventory versus cluster sampling method applied in the amazonic rain forest. *Floresta*, Curitiba, v. 18, n. 1-2, p. 122-130, jun./dez.1988.
- MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M. Distribuição espacial de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1013- 1019, jun.2012 .
- MOREIRA, C. M. **Avaliação de métodos fitossociológicos através de simulações de amostragens numa parcela permanente de cerrado, na Estação Ecológica de Assis**. SP. 2007. 67 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- PEARCE, S. C. **Field experiments with fruit trees and other perennial plants**. Commonwealth Bureau of Horticulture and Plantation Crops, 1953. 131 p.
- RONDON NETO, R. M.; COZERA, C.; ANDRADE, R. R.; CECY, A. T.; HUMMES, A. P.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; MACIEL, M. N. M.; SOUZA, M. K. F. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba , PR – Brasil. *Floresta*, Curitiba, v. 32, n. 1, p. 3-16, jan./jun.2002.
- UBIALLI, 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 ocotonal da região norte matogrossense. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 39 n. 2, p. 305-314, 2009.

Recebido em 22/11/2012
Aceito para publicação em 12/07/2013