

Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense

Jaime Antonio UBIALLI¹, Afonso FIGUEIREDO FILHO², Sebastião do Amaral MACHADO³,
Julio Eduardo ARCE³

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi o de comparar a acuracidade e a precisão das estimativas de área basal obtidas de processos, intensidades e métodos amostrais com valores obtidos pelo censo, numa floresta ecotonal de 120 hectares na região norte matogrossense, para oito grupos de espécies e para espécies individuais para árvores com DAP ≥ 30 centímetros. Aplicaram-se os processos: aleatório e o sistemático, com uma intensidade amostral de 5 e 10% para 22 tamanhos e formas de parcelas variando de 400 m² a 10000 m². A área basal média por hectare foi de 11,08 m². As parcelas de 2500 m² (125 m x 20 m) apresentaram erros reais e de amostragem sempre inferiores a 10% na estimativa de área basal para os grupos de todas as espécies e para as 15 de maiores valores de importância (VI). Para os demais grupos os erros aumentam na medida em que decresce a quantidade de árvores por hectare. Para as espécies, individualmente, os erros variaram de 28,7% (*Vochysia* sp.) a 250,59 (*Hymenaea courbaril*), respectivamente, para a mais e a menos freqüente, mostrando inviabilidade na aplicação de processos estimativos tradicionalmente empregados nos inventários florestais, notadamente para estimar parâmetros específicos de espécies raras (baixa freqüência por hectare).

PALAVRAS-CHAVE: Inventário Florestal, Censo Florestal, Processos Amostrais, Métodos Amostrais, Área Basal.

Comparison of sampling and processes for estimating basal areas for groups of species from an ecotonal forest in the northern region of Matogrosso

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the accuracy and the precision of estimates from basal area obtained by processes, intensities and methods of sampling with true values gotten from the census, in an ecotonal forest of 120 hectares in the northern region of Matogrosso, for eight groups of species and for individual tree species with dbh ≥ 30 centimeters. The applied processes were: random and the systematic, with a sampling intensity of 5% and 10% for 22 sizes and forms of plots ranging from 400 m² to 10000 m². The average basal area per hectare was 11.08 m². The 2500 m² (125 m x 20 m) plots presented actual and sampling errors always inferior to 10% in estimating basal area for all species and for the 15 of greater importance values (VI). For the other groups the errors increase accordance to the decrease of tree density. For the species, individually, the errors varied from 28.7% (*Vochysia* sp.) to 250.59% (*Courbaril hymenaeae*), respectively, for the most and the least dense, thus showing the unfeasibility of applying traditional estimative processes to estimate specific parameters of species with low frequency by hectare (rare species).

KEY WORDS: Forest inventory, Forest census, Sampling processes, Sampling methods, Basal area.

¹ Engenheiro Florestal, Dr., Departamento de Engenharia Florestal da UFMT. E-mail: jubialli@yahoo.com.br.

² Engenheiro Florestal, Dr., Departamento de Engenharia Florestais da UNICENTRO/Prof. Sênior da UFPR, E-mail: afig@ufpr.br - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná - Rua Lothário Meissner, 3400 - 80210-170 - Curitiba, PR.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Departamento de Ciências Florestais da UFPR - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná - Rua Lothário Meissner, 3400 - 80210-170 - Curitiba, PR. E-mail: samachado@ufpr.br/jarce@ufpr.br

INTRODUÇÃO

O manejo de florestas naturais e a sua própria conservação demandam conhecimentos sobre sua estrutura e estoque correntes, bem como os fatores que determinam sua evolução ao longo dos anos. Para tanto é necessário a execução de inventários florestais, os quais, freqüentemente, utilizam métodos e processos de amostragem com a finalidade de gerar informações sobre uma floresta natural ou plantada.

Nyssonen (1978) descreveu que a atividade de inventário florestal na Amazônia Brasileira iniciou na década de 50, com a vinda de uma missão da FAO (Food and Agricultural Organization), cujos inventários cobriram uma área de 20 milhões de hectares. A amostragem foi executada em faixas, geralmente de 10 km de comprimento, nas quais, o terceiro, sexto e décimo quilômetros eram enumerados, utilizando-se de unidades de amostras de um quilômetro de comprimento por 10 metros de largura.

Para a obtenção dos parâmetros de uma floresta é necessária a medição de todos os indivíduos, o que é inviável na maioria das vezes, devido ao tempo necessário e ao alto custo. Dessa forma, realizar estimativas dos parâmetros, utilizando-se de uma amostra da população, torna-se quase sempre, uma opção necessária.

O sucesso do inventário florestal está ligado à definição correta do processo de amostragem, do tamanho e forma das unidades amostrais e da intensidade de amostragem, requisitos básicos para obter as informações com precisão.

Com relação ao processo amostral, Husch *et al.* (1972) definiram dois tipos de amostragem: com probabilidade e sem probabilidade; ou seja, aleatória ou sistemática. O mesmo Husch (1971) ponderou que a amostragem aleatória elimina os erros sistemáticos ao eleger as unidades de amostras, além de permitir a quantificação do erro amostral e que esses fatores se constituem na grande vantagem do processo aleatório em relação ao sistemático.

Por outro lado, Husch (1971) e Spurr (1952) afirmaram que na amostragem sistemática cada unidade amostral é mais bem distribuída espacialmente, isenta de tendência pessoal na sua escolha, é menos onerosa na sua alocação e trás estimativas precisas da média e do total da população.

Freese (1971) considerou que quando se utiliza a amostragem sistemática espera-se que uma unidade amostral deliberadamente distribuída numa população será mais representativa do que uma unidade aleatória o que possibilita estimativas mais precisas.

A escolha do processo é arbitrária e depende mais do conhecimento da floresta e de sua extensão do que da precisão e ou custo. No que tange ao método de amostragem ou tamanho e forma das unidades de amostras utilizadas para a captação dos dados do inventário, Péllico Netto e Brena

(1997) afirmaram que não há consistência na decisão sobre tamanho e forma de unidades de amostras ideais e sugere que se considere a experiência prática e um confronto entre precisão e custos.

A intensidade de amostragem é definida no planejamento do Inventário florestal e está estreitamente relacionada ao conhecimento prévio da variação da população e da precisão pretendida (Higuchi *et al.*, 1982).

Deve-se observar que a utilização de um processo de amostragem acarreta a existência de um erro de amostragem, devido à medição de apenas parte da população e que quanto menor for esse erro de amostragem, mais precisas são as estimativas. A metodologia a ser desenvolvida no inventário, segundo Husch (1971), não deve ser baseada apenas na preferência do planejador, mas alicerçada em uma pesquisa científica específica visando determinar o tamanho e a forma que, para as condições da região em estudo, proporcionem as informações desejadas com um mínimo de custo.

Estudos diretamente ligados à adequação de tamanhos e formas de unidades de amostra em florestas nativas, entre outros pesquisadores citam-se: Silva (1980) em uma floresta tropical na região do Baixo Tapajós, no Estado do Pará, Mello (1995) em um remanescente de floresta nativa, no município de Lavras, Minas Gerais e Bonetes (2003) na Floresta Nacional de Chapecó, no Município de Guatambu, Santa Catarina.

Os erros de amostragem na estimativa das variáveis desejadas dependem da variação da população, da fração amostral, do processo e do método de amostragem utilizados.

Em florestas tropicais, dada a grande heterogeneidade de espécies presentes e da complexa distribuição espacial com que ocorrem, os erros de amostragem podem ser bastante altos quando se estimam parâmetros dendrométricos por espécie, notadamente para aquelas de baixa densidade por hectare. Esses erros tendem a aumentar na medida em que a quantidade de indivíduos da espécie diminui, podendo chegar ao ponto de gerar estimativas nada confiáveis para espécies consideradas de ocorrência rara.

O objetivo desta pesquisa foi testar a acuracidade e a precisão dos processos de amostragem aleatório e sistemático, tamanhos e formas de parcelas e duas intensidades de amostra (5 e 10%) para avaliar a área basal de vários grupos de espécies e para espécies individuais.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, de 120 hectares, localiza-se entre as coordenadas de paralelos 10°36'03" "e 11°07'35" de Latitude Sul e 53°25'50" e 54°03'40" de Longitude Oeste, no Município de Marcelândia, distante 891 km de Cuiabá,

capital do estado de Mato Grosso, e é objeto de estudos pelo “Projeto de Manejo Sustentado para Usos Múltiplos da Floresta Tropical”, da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso.

De acordo com o Levantamento Fitogeográfico do Projeto RADAMBRASIL, Folha SC 22 – Tocantins (BRASIL, 1981), encontra-se em uma Área de Tensão Ecológica, na região de Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional, com predominância da Formação denominada Floresta Semidecidual, Submontana, Dossel Emergente, com período sem chuvas de aproximadamente quatro a cinco meses, e nessa época, embora a maioria das espécies componentes do dossel arbóreo seja de árvores tipicamente amazônicas, cerca de 20% dos indivíduos perdem pelo menos parcialmente suas folhas, o que torna possível classificá-la como sendo Floresta Estacional.

Embasa-se em sedimentos do Terciário/Quaternário e se compõe de sedimentos arenopelitosos, predominantemente inconsolidados e parcialmente laterizados, com presença de cangas lateríticas. Geomorfológicamente, localiza-se na unidade denominada Planalto dos Parecis e tem por característica relevo de formas tabulares, com topos aplanados separados por vales de fundo plano constituído por solos do tipo Latossolo Vermelho/Amarelo distróficos, de textura média, que predominam associados à Latossolos Vermelho Escuro distróficos, de textura média e Areias Quartzosas distróficas.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima dominante na região é do tipo Am – Clima Tropical Monçóico, com precipitações médias entre 2.250 e 2.550 mm/ano, com período sem chuvas entre junho e agosto e chuvoso de janeiro a março. A temperatura média anual é de 28°C.

COLETA DOS DADOS

Os dados básicos do inventário do presente trabalho foram coletados em partes distintas das Unidades de Trabalho (UT) 1 e 3; na UT1 a área possui 1000 m no sentido leste-oeste e 400 m no sentido norte-sul e na UT3, 1000 m no sentido leste-oeste e 800 m no sentido norte-sul.

As picadas de orientação do Censo onde se coletaram as variáveis foram abertas com equidistância de 50 m no sentido norte-sul, a partir da picada base (travessão) de orientação leste-oeste e foram identificadas com placas de alumínio, numeradas de 1 a 24, fixadas em piquetes, delimitando 24 faixas no terreno, cada uma com área de 6 ha, as quais, as de números 5 a 24 foram utilizadas neste trabalho. Maiores detalhes sobre o desenho amostral empregado está em Ubialli (2007).

Todas as árvores com diâmetros a altura do peito (DAP) iguais ou superiores a 30 cm encontradas na área de estudo (120 ha) foram medidas e identificadas no campo por seus

nomes vulgares. Posteriormente foram classificadas em laboratório nos níveis de espécie, gênero e família, com base no Catálogo de Árvores do Brasil, editado pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA, 2001). Após a identificação as árvores foram classificadas segundo o seu potencial de aproveitamento na indústria de transformação regional em: árvores destinadas à Laminação (código 1); árvores destinadas à Serraria (código 2) e árvores sem aproveitamento comercial (código 3).

COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS DE ESPÉCIES

A formação dos grupos de espécies que constituíram as análises considerou os seguintes conjuntos de árvores: todas as espécies; espécies de interesse comercial; espécies de interesse comercial para serraria; espécies de interesse comercial para laminação; espécies de maior valor comercial; espécies sem interesse comercial; as 15 espécies de maior importância fitossociológica; e espécie de maior valor de importância. Detalhes desses grupos estão em Ubialli (2007).

PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Os dados das variáveis de cada árvore foram determinados, para cada tamanho de parcela, para todas as espécies e para os grupos de espécies trabalhadas pelo programa Arc View 3.2. Após, foram exportados para a Planilha Excel onde se obteve as áreas basais, por grupos de espécies e para as espécies individualmente, para cada uma das 704 simulações de amostras (Tabela 1) organizadas para atender aos dois processos de amostragem (aleatório e sistemático) e para as duas intensidades de amostragem testadas (5 e 10%).

A metodologia de seleção da amostra, as fórmulas matemáticas utilizadas para o processamento dos dados e obtenção dos resultados e as comparações entre os valores médios estimados e os paramétricos, para todos os grupos e para todos os tamanhos envolvidos neste trabalho, que permitiram a escolha dos tamanhos e formas mais adequados foi feita com base no Erro Real e no Erro de Amostragem conforme explicitado em Péllico Netto e Brena (1997).

Tabela 1 - Número de Simulações de amostragem por processo, por intensidade de amostragem e por parcela.

	Simulação da Amostra				Total	
	Amostragem		Parcelas	Grupos		Subtotal
	Processo	Intensidade (%)				
Aleatório		5	22	8	176	
		10	22	8	176	
Sistemático		5	22	8	176	
		10	22	8	176	
Total Geral					704	

TAMANHOS E FORMAS DE PARCELAS

Foram utilizados 22 diferentes tamanhos e formas de parcelas, variando de 400 m² a 10000 m², de formas retangulares com 10, 20 e 50 m de largura e quadráticas, bastante empregadas nos inventários florestais por amostragem. A quantidade de parcelas amostradas por ordem de tamanho está listada na Tabela 2.

Tabela 2 - Área e dimensões das parcelas testadas por processo e intensidade de amostragem.

PARCELA		PROCESSO E INTENSIDADE DE AMOSTRAGEM			
		Aleatório		Sistemático	
Área (m ²)	Dimensões	5%	10%	5%	10%
400	20 m x 20 m	150	300	150	300
	40 m x 10 m	150	300	150	300
500	50 m x 10 m	140	280	140	280
	100 m x 10 m	60	120	60	120
1000	50 m x 20 m	60	120	60	120
	20 m x 50 m	60	120	60	120
	32 m x 32 m	60	120	60	120
2000	200 m x 200 m	30	60	30	60
	100 m x 20 m	30	60	30	60
	40 m x 50 m	30	60	30	60
	45 m x 45 m	30	60	30	60
2500	250 m x 10 m	24	48	24	48
	125 m x 20 m	24	48	24	48
	50 m x 50 m	24	48	24	48
5000	500 m x 10 m	12	24	12	24
	250 m x 20 m	12	24	12	24
	100 m x 50 m	12	24	12	24
	71 m x 71 m	12	24	12	24
10000	1000 m x 10 m	6	12	6	12
	500 m x 20 m	6	12	6	12
	200 m x 50 m	6	12	6	12
	100 m x 100 m	6	12	6	12

RESULTADOS E DISCUSSÕES

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Na área estudada foram encontradas 70 espécies que estão distribuídas em 58 gêneros e 31 famílias botânicas, das quais, seis não foram identificadas (Ni). A Tabela 3 relaciona as espécies por nome científico, vulgar, de família e seu aproveitamento comercial. As famílias Caesalpinaceae, composta de seis espécies, Apocynaceae e Leguminosae, com cinco espécies cada, Sapotaceae, Moraceae e Mimosaceae com quatro espécies cada são as mais representativas. Totalizam 19,35% das famílias e agregam 45,71% de todas as espécies encontradas nos 120 ha. Por outro lado, 16 famílias com apenas um gênero e uma espécie cada, representam 51,61% das famílias e, todavia, participam com somente 22,86% das espécies que ocorrem na floresta.

São 13 as famílias mais abundantes, que somadas às espécies não identificadas, com 396 indivíduos, representam 93,91% das 7968 árvores presentes na floresta. Por outro lado, as 10 famílias menos representativas somam, apenas, 1,02% das árvores (Figura 1). Segundo Leitão Filho (1987), em suas considerações sobre a florística em sete locais com florestas tropicais brasileiras, em cinco destes trabalhos a família mais importante foi a Sapotaceae. Especialmente em florestas mesófilas semidecíduas, mencionou esse autor, há a presença marcante de Fabaceae, Meliaceae, Rutaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae e Myrtaceae, resultados bastante semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

ÁREA BASAL REAL DA ÁREA ESTUDADA

A somatória das áreas basais de todas as árvores com DAP ≥ 30 cm é de 11,07 m² por hectare. Sete espécies (10%) contribuem com 59,4% da área basal, quais sejam: *Aspidosperma nitidum*, *Trattinickia* sp., *Micropholis guyanensis*, *Mezilaurus itauba*, *Dialium guianensis*, *Vochysia* sp. e *Ocotea* sp. As outras 63 espécies, 90%, participam com 40,65%. A espécie de maior área basal é a *Aspidosperma nitidum* que sozinha responde por mais de 15% da área basal.

As áreas basais por hectare, por grupos de espécies, foram de 11,07; 5,73; 3,58; 2,14; 5,34; 8,96 e 1,23 m²/ha, respectivamente, para todas as espécies, espécies comerciais, espécies comerciais para serraria, comerciais para laminação, não comerciais, 15 espécies de maiores valores de importância e para a espécie de maior importância fitossociológica na área.

Essas áreas basais para efeito deste estudo foram consideradas como reais ou como parâmetros verdadeiros da área estudada e serviu de base para os cálculos dos erros reais e comparações com os erros amostrais.

Tabela 3 - Caracterização das espécies florestais por nomes científicos, vulgares, famílias e uso comercial.

Nome Científico	Nome Vulgar	Família	Uso
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Saboeiro	Mimosaceae	1
<i>Albizia hasslerii</i> (Chodat) Burkart.	Farinha Seca	Mimosaceae	1
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melancieiro	Fabaceae	1
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Escova de Macaco	Tiliaceae	3
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel.) J.F. Macbr.	Garapeira	Leguminosae	2
<i>Aspidosperma album</i> (Vahl) R. Benoist ex Pichon	Peroba Mica	Apocynaceae	2
<i>Aspidosperma nitidum</i> Benth. Ex Mull.Arg.	Guarantã	Apocynaceae	3
<i>Aspidosperma</i> sp.	Peroba	Apocynaceae	2
<i>Astronium gracile</i> Engl.	Guaritã	Anacardiaceae	3
<i>Bowdichya nitida</i> Spruce	Sucupira Preta	Fabaceae	2
<i>Brosimum</i> sp.	Leiteiro Brozimum	Moraceae	3
<i>Buchenavia</i> sp.	Mirindiba	Combretaceae	2
<i>Byrsonima Densa</i> (Peir) DC.	Murici	Malpighiaceae	2
<i>Callisthene fasciculata</i> Mart.	Carvoreiro	Vochysiaceae	3
<i>Callophyllum brasiliense</i> Cambes	Guanandi	Guttiferae	1
<i>Cecropia</i> sp.	Imbaúba	Moraceae	3
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	Cascudo	Caesalpinaceae	3
<i>Copaifera</i> sp.	Copaíba	Leguminosae	2
<i>Copaifera</i> sp.	Guaranazinho	Caesalpinaceae	3
<i>Dialium guianensis</i> (Aubl.) Sandwith	Roxinho	Caesalpinaceae	2
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Angelim pedra	Fabaceae	2
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Cumbaru	Leguminosae	2
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	Tamboril	Mimosaceae	2
<i>Erythroxylum</i> sp.	Marmelada	Erythroxylaceae	3
<i>Eschweilera micrantha</i> (O.Berg) Miers	Matamatã	Lecythidaceae	3
<i>Eugenia</i> sp.	Jambo	Myrtaceae	3
<i>Ficus insipida</i> Willd	Gameleira	Moraceae	1
<i>Ficus pertusa</i> L.F.	Figueira	Moraceae	3
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Peroba Bosta	Goupiaceae	2
<i>Hevea</i> sp.	Seringueira	Euphorbiaceae	3
<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	Sucuúba	Apocynaceae	3
<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>courbaril</i>	Jatobá	Caesalpinaceae	2
<i>Inga</i> sp.	Ingá	Leguminosae	3
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don.	Caroba	Bignoniaceae	2
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Amarelinho	Lithraceae	3
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Mataíba	Sapindaceae	3
<i>Maytenus</i> sp.	Espinheira Santa	Celastraceae	3

Tabela 3 - Continuação

Nome Científico	Nome Vulgar	Família	Uso
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Itaúba	Lauraceae	2
<i>Miconia</i> sp.	Micônia	Melastomaceae	3
<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre subsp. <i>guyanensis</i>	Balata	Sapotaceae	3
<i>Mouriri</i> SP.	Canela de Cutia	Memecilaceae	3
<i>Mycropholis melinoniana</i> Pierre	Pau de Sapo	Sapotaceae	3
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.F.	Pau Sangue	Fabaceae	3
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	Canelão	Lauraceae	2
Ni	Ni	Ni	3
Ni	Ni	Ni	3
Ni	Ni	Ni	3
Ni	Ni	Ni	3
Ni	Ni	Ni	3
Ni	Ni	Ni	3
<i>Ocotea</i> sp.	Canela	Lauraceae	2
<i>Parkia pendula</i> (Willd) Benth ex Walp	Angelim Saia	Mimosaceae	1
<i>Pithecolobium montanum</i> Benth	Ingarana	Leguminosae	3
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	Taturuba	Sapotaceae	3
<i>Pouteria</i> sp.	Mamoniha da Mata	Sapotaceae	3
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) March.	Amescla	Burseraceae	1
<i>Protium</i> sp.	Amescla Breu	Burseraceae	2
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	Sumaúma	Bombacaceae	1
<i>Psidium</i> sp.	Goiabinha	Myrtaceae	3
<i>Rollinia ennarginata</i> Schletr	Pinha da Mata	Annonaceae	3
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Lecne. & Planch.	Mandiocão	Araliaceae	1
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá	Simarubaceae	1
<i>Sloanea</i> sp.	Pateiro	Apocynaceae	3
<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê	Bignoniaceae	2
<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke	Taxi Preto	Caesalpinaceae	2
<i>Tapirira guinensis</i> Aubl.	Tapirira	Anacardiaceae	3
<i>Trattinickia</i> sp.	Morcegueira	Burseraceae	1
<i>Vochysia</i> sp.	Cambará	Vochysiaceae	2
<i>Voucapoua</i> sp.	Angelim	Caesalpinaceae	2
<i>Xylopia frutensis</i> Aubl.	Pindaíba	Annonaceae	3

ESTIMATIVAS DA ÁREA BASAL PARA ESTUDOS DE ESTOQUE

Os efeitos dos tamanhos das parcelas nas estimativas dos parâmetros foram medidos pela grandeza dos erros reais e dos erros de amostragem.

ACURACIDADE DAS ESTIMATIVAS PARA A ÁREA BASAL

Em todos os grupos trabalhados, as menores parcelas (20 m x 20 m e 40 m x 10 m) produziram os maiores erros reais, variando de 26,8% para o grupo das 15 espécies de maiores valores de importância até 75,5% para a espécie mais importante fitossociologicamente, a *Micropholis guyanensis*. Observou-se que os erros reais provocados pela estimativa dos parâmetros crescem na medida em que o número de árvores do grupo trabalhado diminui (Figuras 1 e 2).

Os erros reais mostram que, em geral, para todos os grupos testados, independentemente do processo e da intensidade amostral utilizados, as parcelas de 2500 m² (125 m x 20 m) produziram estimativas muito acuradas, sempre abaixo de 7%. Também alcançaram bastante acuracidades as parcelas de 2000 e 2500 m² com as seguintes dimensões: 250 m x 10 m, 40 m x 50 m, 50 m x 50 m e 45 m x 45 m.

De maneira geral, para o conjunto de todas as espécies florestais envolvidas no trabalho, os valores estimados pelos diversos tamanhos e formas de parcelas mostraram-se acuradas com erros em torno de 10% e em alguns casos bem inferiores, tanto para os processos como para as intensidades amostrais, muito embora os menores erros reais tenham sido produzidos quando se amostrou 10% da população estudada. Resultados semelhantes foram detectados para o grupo das 15 espécies mais importantes fitossociologicamente. As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, os erros reais para todas as espécies, para as 15 espécies de maior valor de importância fitossociológica e para a *Micropholis guyanensis*.

PRECISÃO DAS ESTIMATIVAS PARA ÁREA BASAL

Os erros de amostragem, por estarem acrescidos pelos fatores de correção devidos ao procedimento estimativo, são sempre maiores do que os erros reais. Nos menores tamanhos de parcelas, entretanto, atingem maiores precisões, notadamente quando se aumenta a intensidade de amostragem (5 para 10%).

Em todos os grupos de espécies, os erros de amostragem são bastante altos nas parcelas de maiores dimensões e tendem a crescer nos grupos com uma menor quantidade de árvores por hectare. Para os grupos de todas as espécies e para as 15 espécies de maior valor de importância, as parcelas com até 2500 m² apresentam boa precisão nas estimativas dos valores paramétricos, com erros em torno de 10%; principalmente com o emprego da maior fração amostral, independente do processo amostral. Para os demais grupos a tendência de

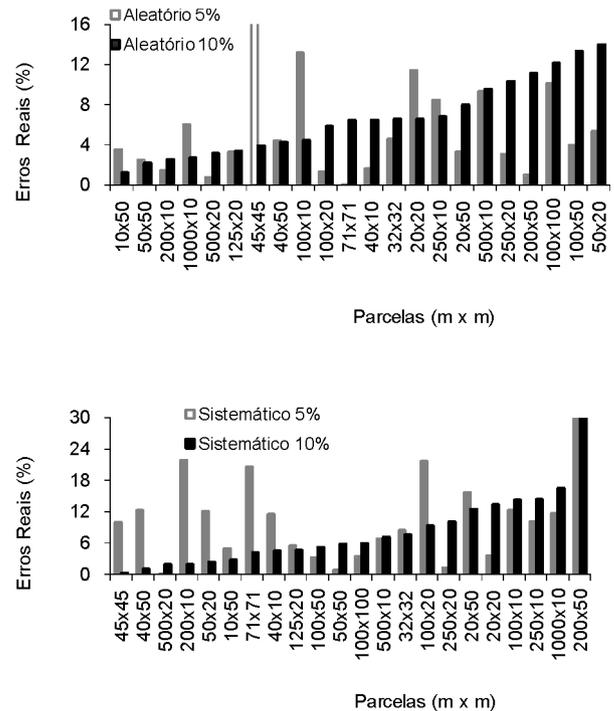


Figura 1 - Erros Reais em área basal por processo e por parcelas para todas as espécies.

diminuição nas precisões das estimativas se mantém na medida da diminuição do número de árvores a eles pertencentes.

Em todos os casos foram maiores os erros nas parcelas de 5000 m² e 10000 m². Certamente, o baixo número de unidades de amostra (n) e conseqüentemente um alto valor para "t" de Student, influenciou no tamanho do erro padrão e, por conseqüência, no erro de amostragem.

Os tamanhos e formas mais adequados ratificam o explicitado por Ogaya (1968) de que, considerando os princípios da teoria estatística, condições práticas mais favoráveis para a implantação e a medição ocorrem com o uso de parcelas retangulares de 20 metros de largura por 100 a 125 metros de comprimento. Ratificam, também, os resultados obtidos por Silva (1980), na região do Baixo Tapajós, que recomendou, para árvores com DAP < 45 cm, parcelas de 900 m² e para maiores de 45 cm, parcelas de 2500 m² com 20 m de largura e 125 m de comprimento.

As Figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, os erros de amostragem para estimar a área basal de todas as espécies, para o grupo das 15 espécies de maior valor de importância e apenas para a espécie *Micropholis guyanensis*.

ERROS REAIS E DE AMOSTRAGEM POR ESPÉCIE

Além da espécie *Micropholis guyanensis* que é responsável por 14,98% de todas as árvores na floresta, com 1194 indivíduos, cujos resultados foram abordados anteriormente,

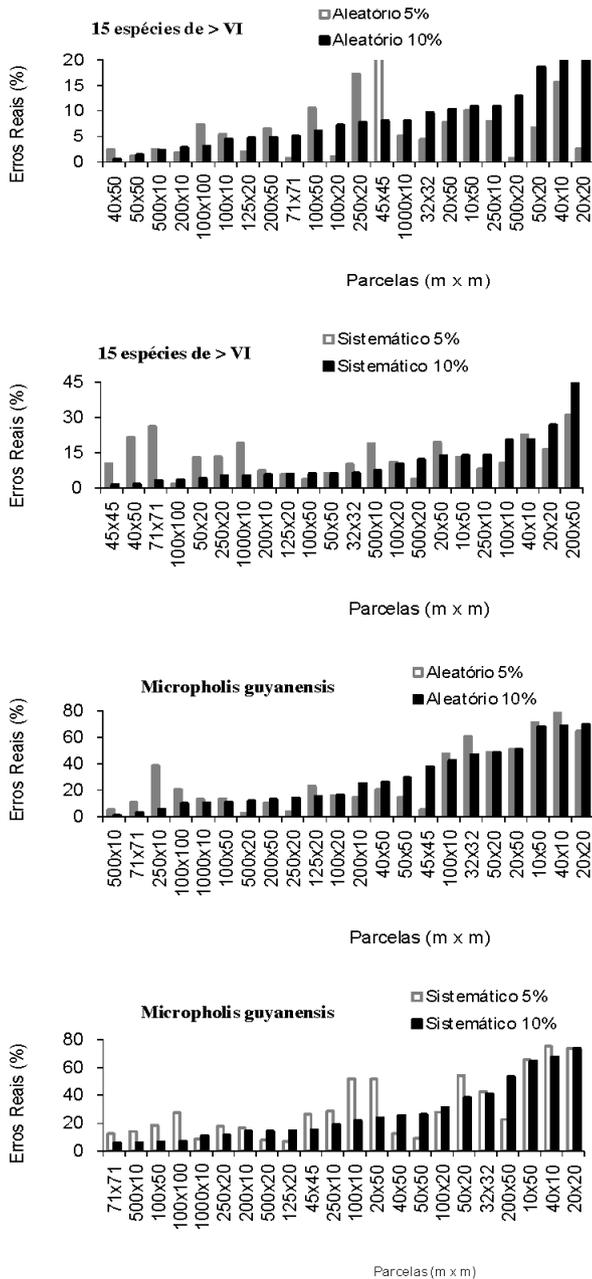


Figura 2 - Erros Reais em área basal por processo e por parcelas para as espécies de maiores VI e para *Micropholis guyanensis*.

analisou-se as estatísticas por tamanho de parcelas para mais seis espécies cujos números de indivíduos na área variaram desde, bastante freqüentes até raras. Na seqüência se especifica as espécies e seu respectivo número de árvores em 120 ha: *Vochysia* sp. (465), *Mezilaurus itauba* (264), *Dipteryx odorata* (159), *Pseudobombax marginatum* (72), *Voucapoua* sp. (30) e *Hymenaea courbaril* (6). Dessa forma, desejou-se confirmar as expectativas criadas de que, com o decréscimo da quantidade de indivíduos de uma espécie na área, os erros

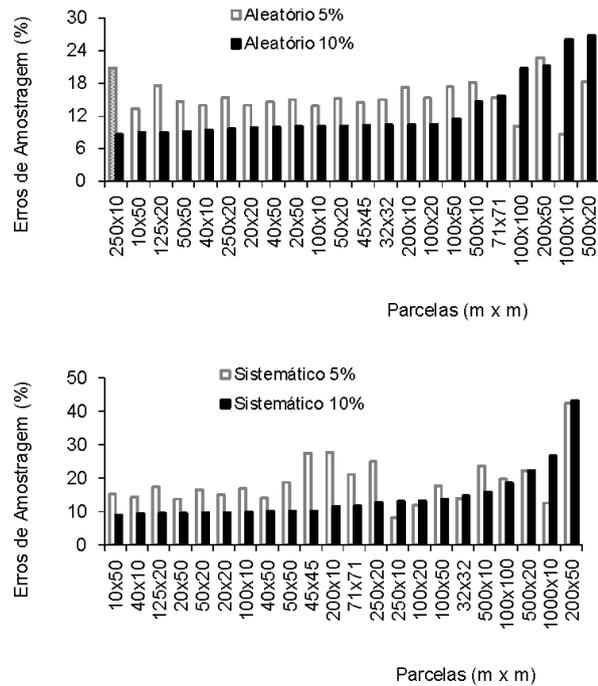


Figura 3 - Erros de Amostragem em área basal por processo e por parcelas para todas as espécies.

tendem a aumentar e as estatísticas por amostragem perdem a confiabilidade.

Os erros de amostragem variaram desde 28,17% para as espécies *Vochysia* sp., até 250,59% para a *Hymenaea courbaril*, respectivamente a de maior e de menor freqüência na área (Figura 5). São, portanto, muito altos e aumentam na medida em que as espécies têm uma menor quantidade de árvores. É importante ressaltar que muitos tamanhos de unidades de amostra não captaram a presença da espécie *Hymenaea courbaril*, principalmente para a intensidade de amostragem de 5%. Evidentemente nestes casos não foi possível determinar os erros de amostragem como pode ser observado na Figura 5.

Os resultados obtidos por espécie confirmam os apresentados por Machado (1988) na Floresta Nacional de Tapajós, Estado do Pará e por Bonetes (2003) na Floresta Nacional de Chapecó, em Santa Catarina, de que as estatísticas por amostragem são precisas para o total das espécies, mas não são confiáveis ao nível de espécie, notadamente quando estas apresentam uma baixa freqüência na floresta.

CONCLUSÕES

Para estimativas da área basal, de maneira geral, independentemente do processo de amostragem aleatório ou sistemático e da intensidade amostral (5 ou 10%), as parcelas de 2500 m² (125 m x 20 m), produziram erros reais em torno de 7%. Parcelas de 250 m x 10 m, 40 m x 50 m, 50 m x 50

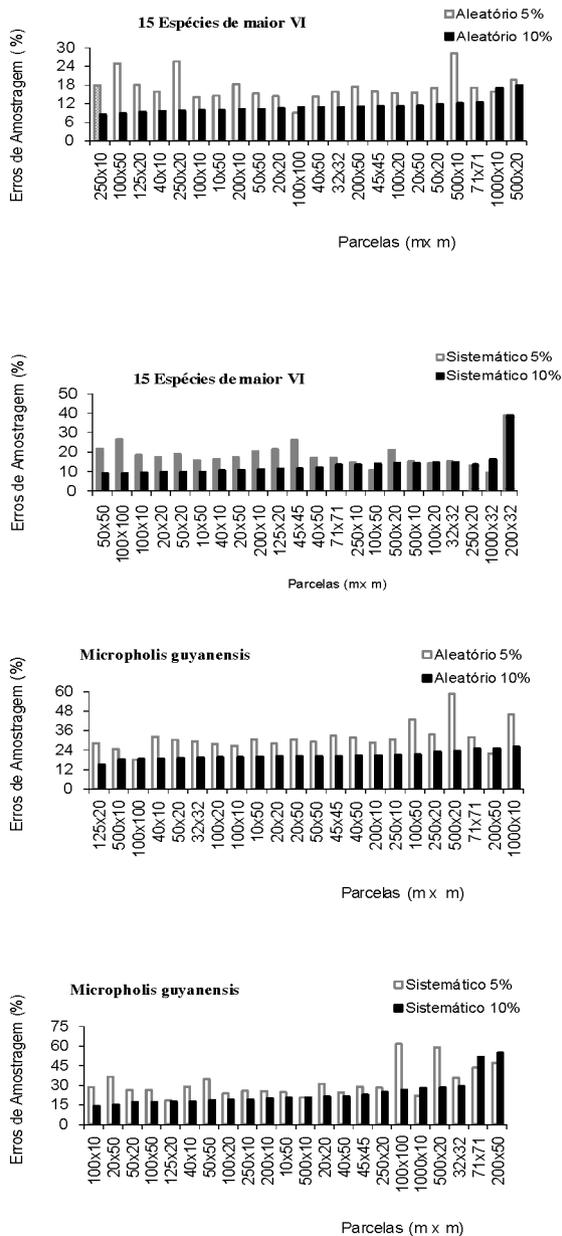


Figura 4 - Erros de Amostragem em área basal por processo e por parcelas para as espécies de maiores VI e para *Micropholys guyanensis*.

m e 45 m x 45 m também produziram estimativas com muita acuracidade.

No que tange as estimativas obtidas pelos erros de amostragem, notadamente para os grupos de todas as espécies e para as mais importantes fitossociologicamente, independente do processo amostral (aleatório ou sistemático), principalmente para uma intensidade amostral de 10%, as parcelas de 2500 m² apresentaram boa precisão, com erros em torno de 10%. Para os demais grupos a precisão diminui

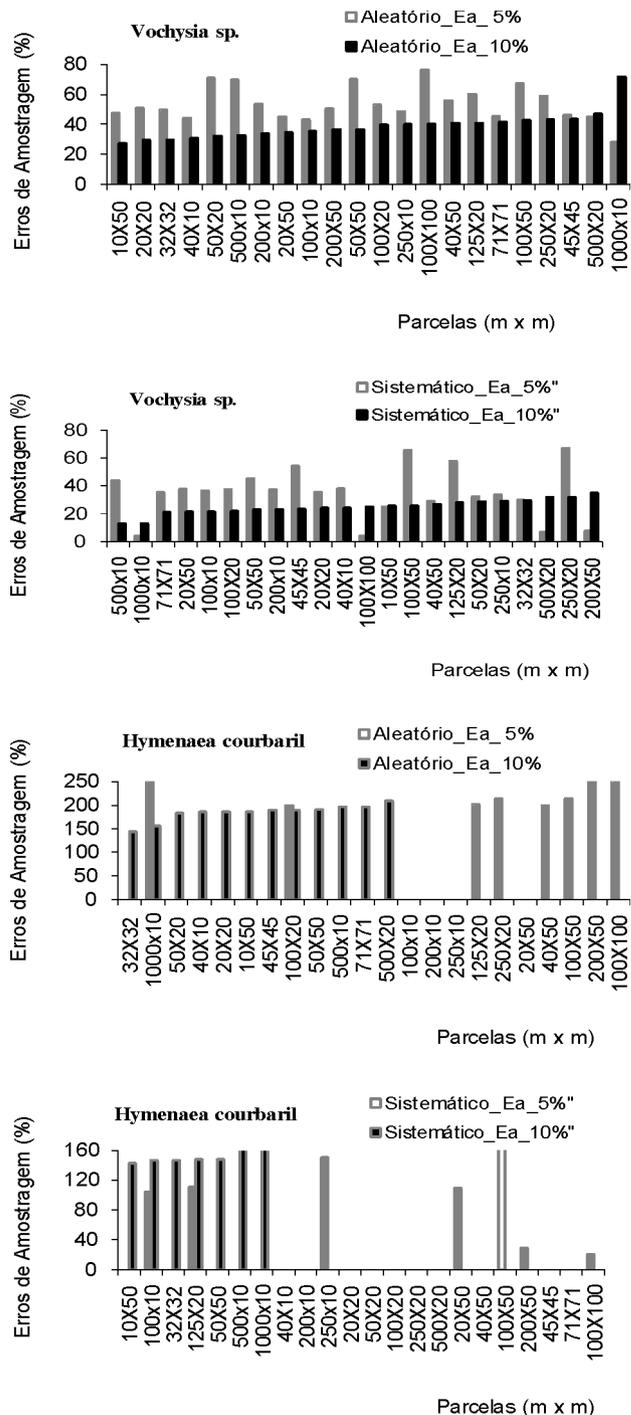


Figura 5 - Erros de Amostragem em área basal por processo e por parcelas para *Vochysia sp.* e *Hymenaea courbaril*.

na medida em que o número de árvores por hectare a eles pertencentes decresce.

O método de área fixa, com parcelas retangulares de 2500 m², produz estimativas precisas, principalmente para os grupos de todas as espécies e para as espécies de maior importância

fitossociológica, independente do processo amostral (aleatório ou sistemático), mas, sobretudo para a intensidade amostral de 10%.

Não se aconselha o uso de processos e métodos estimativos tradicionalmente empregados nos inventários florestais para gerar informações por espécie, principalmente para aquelas de baixa frequência por hectare.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Bonetes, L. 2004. *Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 111 pp.
- BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. 1981. Volume 22: Folha SC 22 – Tocantins. Ministério das Minas e Energia/ Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro.
- Freese, F. 1962. *Elementary Forest Sampling*. Department of agriculture, [S.e]: USA. (Handbook, n. 232), 91 pp.
- Higuchi, N.; Santos, J.; Jardim, F.C.S. 1982. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. Anais do 4º Congresso Florestal Brasileiro. *Revista Silvicultura*, 28: 649-656.
- Husch, B. 1971. *Planning a Forest Inventory*. FAO Forest Products, Rome, 120 pp.
- Husch, B.; Miller, C. I.; Beers, T. W. 1972. *Forest Mensuration*. 2.ed. The Ronald Press Company, New York, USA. 410 pp.
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Diretoria de Incentivo a pesquisa e divulgação. Laboratório de Produtos Florestais. *Catálogo de árvores do Brasil*. Brasília. 2001, 896pp.
- Leitão Filho, H.F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, 16(1): 197-206.
- Machado, S. A. 1988. Complete enumeration forest inventory versus Cluster sampling methods applied in the Amazonian Rain Forest. *Revista Floresta*, 18(1/2): 122-130.
- Mello, J.M. de. 1995. *Análise comparativa de procedimentos amostrais em um remanescente de floresta nativa no município de Lavras, MG*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 99 pp.
- Nyssonsonen, A. 1978. *Inventory for Amazonian forestry development*. FAO: Technical Report, (8), Brasília. 37 pp.
- Ogaya, N. 1968. *Kubierungsformeln und Bestandesmassenformeln*. Inaugural-Dissertation, Univ. Nat.-Math. Fak, Freiburg, 85 pp.
- Péllico Neto, S.; Brena, D. A. 1997. *Inventário florestal*. Editorado pelos Autores. Curitiba, PR. 316 pp.
- Silva, J. N. M. 1980. *Eficiência de Diversos tamanhos e Formas de Unidades de Amostras Aplicadas em Inventário Florestal na Região do Baixo Tapajós*. Dissertação de Mestrado, Setor de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 83 pp.
- Spurr, S. H. 1971. *Forest Inventory*. Ronald Press, New York, USA. 476 pp.
- Ubialli, J.A. 2007. *Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos e estimativas de estoque de uma floresta ecotonal na região norte Matogrossense*. Tese de Doutorado, Setor de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 241 pp.

Recebido em 22/03/2008

Aceito em 21/08/2008