TAMANHO DE PARCELA E SUFICIÊNCIA AMOSTRAL PARA ESTUDO DA REGENERAÇÃO NATURAL EM FLORESTA DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA

João Ricardo Vasconcellos Gama[1], Soraya Alvarenga Botelho[2], Michelliny de Matos Bentes-Gama[3] e José Roberto Soares Scolforo[2]

RESUMO: O objetivo deste estudo foi definir o tamanho ótimo de parcela e a suficiência amostral que fornecessem a melhor amostragem para inventários de regeneração natural em florestas de várzea alta, várzea baixa e a floresta de várzea sem estratificação no estuário amazônico. Os dados foram obtidos na propriedade florestal da Exportadora de Madeira do Pará Ltda. - EMAPA, localizada no município de Afuá, Estado do Pará. Com base nos resultados recomendam-se os seguintes tamanhos de parcelas: 70 m^2 - CT1 (0,3 m ≤ h < 1,5 m), 80 m^2 - CT2 (h ≥ 1,50 m até DAP < 5,0 cm), 90 m^2 - CT3 (5,0 cm ≤ DAP < 15,0 cm) e 70 m^2 - TPA (h ≥ 0,3 m até DAP < 15,0 cm). Utilizando-se estes tamanhos de parcela, é possível obter uma amostra representativa da composição florística a partir do lançamento de 19 parcelas na várzea alta e 14 parcelas na várzea baixa. No caso da floresta de várzea sem estratificação, são necessárias 19 parcelas (CT1 e TPA) e 39 parcelas (CT2 e CT3), respectivamente.

Palavras-chave: Floresta de várzea, regeneração natural, amostragem, inventário florestal.

PLOT SIZE AND APPROPRIATE SAMPLE SIZE TO STUDY NATURAL REGENERATION IN AMAZONIAN FLOODPLAIN FOREST

***ABSTRACT**: The aim of this study was to determine the optimum plot size as well as the appropriate sample size in order to provide an accurate sampling of natural regeneration surveys in high floodplain forests, low floodplain forests and in floodplain forests without stratification in the Amazonian estuary. Data were obtained at Exportadora de Madeira do Pará Ltda. – EMAPA forestlands, located in Afuá County, State of Pará. Based on the results, the following plot sizes were recommended: 70m^2 - SC1 (0,3m ≤ h < 1,5m), 80m^2 - SC2 (h ≥ 1,50m to DAP < 5,0cm), 90m^2 - SC3 (5,0cm ≤ DAP < 15,0 cm) and 70m^2 – ASP (h ≥ 0,3m to DAP < 15,0cm. Considering these optimum*

[1] Engenheiro Florestal, M.S., Doutorando do Departamento de Engenharia Florestal, UFV, CEP 36.571-000, Viçosa – MG; jrvgama@viçosa.ufv.br

[2] Professor do Departamento de Ciências Florestais, UFLA, Caixa Postal 37, Lavras-MG - CEP 37.200-000; sbotelho@ufla.br; scolforo@ufla.br

[3] Engenheira Florestal, M.S., Pesquisadora da EMBRAPA Rondônia, BR 364, Km 5,5, Caixa Postal 406, CEP 78..900-970, Porto Velho-RO; mbgama@cpafro.embrapa.br.

plot sizes, it is possible to obtain a representative sampling of the floristic composition when using 19 sub-plots in high floodplain, 14 sub-plots in low floodplain, and 19 sub-plots in the forest without stratification to survey the species of SC1 and the species of all sampled population (ASP), while 39 sub-plots are needed for sampling the natural regeneration species in SC2 and SC3.

Key words: Floodplain forest, natural regeneration, sampling, forest inventory.

1. INTRODUÇÃO

Uma das questões a serem observadas pelos pesquisadores florestais é a definição adequada do tamanho e da quantidade de unidades amostrais a serem utilizadas nos levantamentos, já que estas influenciam a eficiência da amostragem. Portanto, estudos sobre tamanhos de parcela são importantes para garantir a precisão dos métodos de amostragem, principalmente em florestas tropicais. Estas florestas são difíceis de serem inventariadas devido à alta riqueza florística, baixa densidade de muitas espécies e à própria variação local das tipologias florestais.

Scolforo et al. (1993) destacam que a unidade amostral utilizada deverá representar as diversas condições da população e fornecer estimativas não tendenciosas e precisas dos parâmetros de interesse, a um menor custo. Estes mesmos autores ainda ressaltam que a decisão não deve basear-se apenas na preferência do planejador, mas deve ser apoiada em uma pesquisa específica que determine o tamanho, a forma e o número ideal de parcelas para as condições da região em estudo.

De acordo com Higuchi et al. (1982), como o objetivo do inventário florestal é obter o máximo de informações, com a máxima precisão, a um mínimo custo, a definição do tamanho, da forma e da suficiência amostral são fundamentais para estudos da vegetação e elaboração de planos de manejo florestal.

Na Amazônia, os tamanhos de parcela utilizados são bastante variados e definidos em função das classes de tamanho de plantas e da intensidade amostral. Estes tamanhos de parcela variam de 1 m^2, como nos estudos de Jankauskis (1978) e Almeida (1989), até 500 m^2, como detectado nos estudos de Barros (1986) e França (1991). Entretanto, o tamanho de parcela mais utilizado na região é de 25 m^2 (5 m x 5 m), como verificado em Rodrigues (1961), Carvalho (1982), Silva & Lopes (1984), Oliveira (1995), entre outros autores. De modo geral, não existem estudos sobre tamanho de parcela e suficiência amostral para inventários de regeneração natural na Amazônia.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi definir o tamanho de parcela e a suficiência amostral que fornecessem a maior eficiência para o inventário da regeneração natural, por classe de tamanho, em florestas de várzea no estuário amazônico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na propriedade florestal da Exportadora de Madeira do Pará Ltda. - EMAPA, localizada no município de Afuá, estado do Pará. A área total é de 1.200 ha, dos quais 80 ha são de floresta de várzea baixa, que sofreu exploração madeireira de 1955 até 1992, e de palmito de açaí (*Euterpe oleracea*), dos anos 1970 até 1992. Os demais 1.120 ha são de floresta de várzea alta, onde foi explorado o palmito de açaí até 1992; deste total, 500 ha foram utilizados em projetos de enriquecimento florestal e os demais 620 ha foram reservados a programas de manejo.

O clima predominante na região é do tipo A_{mi}, de acordo com a classificação climática, segundo o método de Köppen. A precipitação média anual é de 2.500 mm; a temperatura média anual e a umidade relativa do ar correspondem a

26º C e 85%, respectivamente. O trimestre mais seco compreende o período de setembro a novembro e o mais chuvoso, de fevereiro a abril. A altitude média é de 4 m (SUDAM, 1984).

A região apresenta uma extensa rede hidrográfica, com topografia plana a suavemente ondulada. Os solos são originados de formação geológica do quaternário e o material que os compõem é oriundo de sedimentos holocênicos, com elevada fertilidade natural e conteúdo de bases trocáveis variáveis; na classificação de Vieira (1988), são solos hidromórficos, gleizados, pouco húmicos.

2.2. Amostragem e coleta dos dados

Nos 80 ha de floresta de várzea baixa, delimitou-se um talhão de 60 ha (600 m x 1.000 m) e dividiu-se em talhões de mesma área a floresta de várzea alta destinada a projetos de manejo florestal, sorteando-se o que seria inventariado. Em cada talhão foram distribuídas, sistematicamente, parcelas de 20 m x 250 m (0,5 ha) na direção norte-sul, para um estudo de vegetação com DAP ≥ 15 cm. Nos primeiros 10 m do lado esquerdo de cada parcela, estabeleceu-se uma subparcela de 10 m x 10 m (100 m^2), na qual foram realizados estudos de regeneração natural e tamanho ótimo de parcela, totalizando 29 e 25 subparcelas em várzea alta e baixa, respectivamente.

As sub-parcelas de 10m x 10m foram subdivididas em 100 microparcelas de 1 m^2. Nelas foram mensurados todos os indivíduos arborescentes com altura (h) ≥ 0,3 m e diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) < 15 cm, sendo anotadas as seguintes informações: nome regional das espécies, com base na experiência de um mateiro; diâmetro das espécies com h ≥ 3,0 m até DAP < 15 cm, medido com uma fita métrica e a altura total dos indivíduos, obtida com uma vara telescópica graduada em cm.

Todas as espécies amostradas tiveram seu material botânico coletado e foram identificadas quanto à família, gênero e espécie, por especialistas do Laboratório de Botânica da Embrapa-CPATU, em Belém, PA. Os dados foram coletados no período de dezembro de 1998 a fevereiro de 1999.

2.3. Análise dos dados

2.3.1. Tamanho ótimo de parcela

A definição do tamanho ótimo de parcela para a amostragem da composição florística da regeneração natural foi realizada pelo Método Analítico proposto por Barreira (1999), Esse método baseia-se no modelo polinomial de 3º grau, com a seguinte forma:

$$N = \beta_1 A_i + \beta_2 A_i^2 + \beta_3 A_i^3 + e_i \qquad (1)$$

Em que:
N = número médio de espécies;
A_i = área da parcela;
$\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$ = parâmetros a serem estimados;
e_i = erro de estimativa.

Considerando-se que, a partir do ponto de inflexão da curva deste modelo, o acréscimo no número de novas espécies será cada vez menor e menos acentuado à medida que ocorre o aumento na área da parcela (Barreira, 1999), utilizou-se o ponto de inflexão da curva ajustada. Esse ponto é calculado partindo da 2ª derivada do modelo polinomial de 3º grau, para se obter a área que define o tamanho ótimo de parcela, por meio da expressão:

$$A_i = -\frac{1}{3}\left(\frac{\beta_2}{\beta_3}\right) \qquad (2)$$

Em que:
A_i = área ótima da parcela; e
$\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$ = parâmetros estimados.

Portanto, para obter a área ótima da parcela, basta ajustar o modelo polinomial de 3º

grau (1) e substituir os parâmetros estimados $\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$ na expressão (2).

A base de dados para a definição do tamanho de parcela constituiu-se de 42 tamanhos diferentes (Tabela 1). Para a definição do tamanho de parcela por classe de tamanho foram utilizados intervalos baseados na recomendação da FAO (1971), a saber: CT1: 0,3 m ≤ h < 1,5 m; CT2: h ≤ 1,5 m até DAP < 5,0 cm; e CT3: 5,0 cm ≤ DAP < 15,0 cm, como também para toda a população amostrada - TPA (h ≥ 0,3 m até DAP < 15 cm). Algumas classes de tamanho foram agrupadas devido à existência de um grande número de parcelas vazias, fato este inerente à vegetação amostrada.

2.3.2. Suficiência amostral

A suficiência amostral foi testada para os tamanhos de parcela a serem definidos neste estudo, para o tamanho mais utilizado em trabalhos na Amazônia (25 m^2) e também para o maior tamanho de parcela utilizado neste trabalho (100 m^2), considerando os ambientes de várzea alta, várzea baixa e a floresta de várzea sem estratificação.

Utilizou-se, para isso, o procedimento REGRELRP (regressão linear com resposta em platô) do Sistema para Análise Estatística e Genética - SAEG v.5.0, que já foi utilizado para a mesma finalidade por Costa-Neto (1990), Volpato (1994), Nappo et al. (1999), Barreira (1999), entre outros autores.

A regressão linear com resposta em platô foi desenvolvida para análise de modelos matemáticos descontínuos, apresentando uma parte linear crescente e outra se sucedendo em platô. É uma análise que parte do ajuste de um modelo linear simples, o qual é ajustado para vários conjuntos de dados, começando por 2 e n-2 dados, respectivamente, até n-1 e 1, sendo 'n' o número de unidades amostrais. A combinação que dentro do intervalo 2 e n-2 até 'n' apresentar menor soma de quadrados dos desvios é eleita a melhor equação ajustada e pelo cálculo da média das observações que não foram utilizadas no ajuste da equação da reta selecionada, define-se o platô (Alvarez, 1985).

Tabela 1. Tamanhos testados para o estudo de tamanho ótimo de parcela, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.
***Table 1**. Sizes tested for the optimum plot size study, EMAPA forest lands, Afuá County, State of Pará.*

Área (m^2)	Dimensões (m)	Área (m^2)	Dimensões (m)	Área (m^2)	Dimensões (m)
1	1 x 1	18	2 x 9	48	6 x 8
2	1 x 2	20	2 x 10	49	7 x 7
3	1 x 3	21	3 x 7	50	5 x 10
4	1 x 4	24	3 x 8	54	6 x 9
5	1 x 5	25	5 x 5	56	7 x 8
6	1 x 6	27	3 x 9	60	6 x 10
7	1 x 7	28	4 x 7	63	7 x 9
8	1 x 8	30	3 x 10	64	8 x 8
9	1 x 9	32	4 x 8	70	7 x 10
10	1 x 10	35	5 x 7	72	8 x 9
12	2 x 6	36	4 x 9	80	8 x 10
14	2 x 7	40	4 x 10	81	9 x 9

15	3 x 5	42	6 x 7	90	9 x 10
16	2 x 8	45	5 x 9	100	10 x 10

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Tamanho ótimo de parcela

O processamento dos dados referentes às três classes de tamanho e para toda a população amostrada em cada ambiente considerado, originou o número médio de espécies correspondentes a cada um dos 42 tamanhos de parcelas (Tabela 1) utilizados no estudo. Ajustando-se o modelo polinomial de 3º grau foram obtidas 12 equações de regressão, das quais foram utilizados os parâmetros estimados $\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$ para definir o ponto de inflexão da curva, o qual correspondeu ao tamanho ótimo de parcela.

A Tabela 2 mostra que as 12 equações de regressão apresentaram alto coeficiente de determinação, todos superiores a 99%. Esse resultado indica que as variáveis independentes estão explicando bem as variações da variável dependente, apresentando ainda baixos erros padrões da média, obtendo-se uma variação média percentual máxima de 8 % dos valores observados em relação aos estimados. Verificou-se, portanto, que o modelo proposto ajustou-se com sucesso aos dados observados.

Os menores tamanhos ótimos de parcela foram verificados para a floresta de várzea não estratificada (várzea alta + várzea baixa) e para a várzea alta. Logo, na várzea baixa, foram obtidos os maiores tamanhos, destacando-se a CT2 (80 m^2) e CT3 (87 m^2). Isso, provavelmente, se deve ao fato de, neste ambiente, ocorrer um maior percentual de espécies com padrão de distribuição aleatório (Gama, 2000). Esta observação é confirmada por Silva (1980) e Silva & Lopes (1984), quando afirmam que o tipo de distribuição espacial das espécies influencia tanto o esquema de amostragem quanto o tamanho e a forma das unidades de amostra.

Tabela 2. Parâmetros estimados ($\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$), medidas de precisão das equações (coeficiente de determinação - $R^2_{\%}$ e erro padrão da média - $S_{yx\,\%}$) e tamanhos ótimos de parcela (TOP) - m^2, para cada ambiente, classe de tamanho (CT) e para toda a população amostrada (TPA), propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Table 2. *Estimated parameters ($\hat{\beta}_2$ e $\hat{\beta}_3$), precision estimates of the equations (coefficient of determination - $R^2_{\%}$ and mean standard deviation - $S_{yx\,\%}$) and optimum plot size (OPS) – m^2, for each kind of floodplain forest, size category (SC) and for all sampled population (ASP), EMAPA forest lands, Afuá County, State of Pará - Brazil.*

Ambiente	CT	β_2	β_3	$R^2_{\%}$	$Syx_{\%}$	*TOP*
Várzea alta	1	-0,010978	0,000058	99,73	5,8	63
	2	-0,001797	0,000008	99,95	2,7	74
	3	-0,000785	0,000003	99,94	2,8	79
	TPA	-0,016477	0,000088	99,47	8,0	62
Várzea baixa	1	-0,005269	0,000027	99,97	2,1	65
	2	-0,001214	0,000005	99,95	2,7	80
	3	-0,001165	0,000004	99,96	2,4	87
	TPA	-0,009190	0,000047	99,92	3,3	65
	1	-0,009801	0,000052	99,81	4,9	63

Floresta de várzea	2	-0,002262	0,000011	99,92	3,2	69
	3	-0,001017	0,000005	99,93	3,1	75
	TPA	-0,013066	0,000069	99,72	5,9	63

Entre as classes de tamanho, observou-se que a parcela aumenta da menor para a maior classe. O mesmo foi constatado por Silva (1980), ao estudar o estrato arbóreo em floresta de terra firme na Amazônia utilizando duas classes de tamanho (15 cm ≤ DAP < 45 cm e DAP ≥ 45cm), e por Barreira (1999), que analisou a regeneração natural do cerrado empregando três classes de tamanho (h < 0,3 m; 0,3 m ≤ h ≤ 1,5 m e diâmetro à altura do solo – DAS < 3,0cm). Considerando-se toda a população amostrada (TPA), os tamanhos ótimos foram próximos ao da CT1 para todos os ambientes estudados, o que se deve ao maior número de espécies nas menores classes e na população total amostrada.

Pelos resultados obtidos, para se amostrar com eficiência os indivíduos da CT1 e TPA dos diferentes tipos florestais, são necessárias parcelas com área entre 62 m^2 e 65 m^2. Entretanto, para estas classes de tamanho, recomendam-se parcelas de 70 m^2, por apresentarem maior flexibilidade operacional.

Para a CT2, o tamanho ótimo de parcela variou entre 69 m^2, para floresta sem estratificação a 74 m^2 e 80 m^2 para floresta de várzea alta e baixa, respectivamente. Pode-se utilizar, como referência, a área de 80 m^2 para todos os tipos florestais.

Para a CT3, os tamanhos ótimos de parcela foram 79, 87 e 75 m^2. Dessa maneira, recomenda-se a utilização de unidades de amostra com 90 m^2. Com isso, verifica-se que as parcelas de 25 m^2, amplamente utilizadas nos estudos de regeneração natural na Amazônia, são muito pequenas para realizar tais estudos em florestas de várzea do estuário amazônico.

Esses resultados são válidos para o estudo da regeneração natural das florestas de várzea do estuário amazônico. Comparados ao tamanho de subparcelas para o monitoramento da regeneração natural na Amazônia, sugerido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), [Instrução Normativa nº 80, de 24 de setembro de 1991, que recomenda subparcelas de 100 m^2 para medição de mudas (h≥ 0,3 m até DAP < 2,5 cm)] e 400 m^2 para medição de varas (2,5 cm ≤ DAP < 15,0 cm), verifica-se que os tamanhos de parcela encontrados neste trabalho são menores. Pode-se, assim, diminuir os custos de inventário, uma vez que a utilização de unidades amostrais de maior tamanho não aumenta significativamente o número de espécies amostradas.

Devido à composição heterogênea dos diversos estratos da floresta, torna-se um pouco mais trabalhoso utilizar unidades amostrais de tamanho diferenciados. Porém, isto é necessário, a fim de estimar com confiabilidade e sem tendenciosidade a quantidade e a qualidade das árvores da floresta (Silva, 1980). Isso porque o uso de diferentes tamanhos de parcela para cada classe de tamanho diminui os custos do inventário e mantém a precisão requerida no estudo (Nappo et al., 1999).

3.2. Suficiência amostral

O estudo da suficiência amostral por meio da análise de regressão com resposta em platô, utilizando o procedimento REGRELRP do SAEG, gerou 24 equações: 12 para os tamanhos ótimos (Tabela 3) e12 considerando o tamanho de 25 m^2.

Para a várzea alta, considerando o tamanho ótimo de unidade amostral, recomendam-se 19 unidades amostrais, enquanto para a várzea baixa, recomendam-se 14 unidades amostrais. Já a floresta de várzea sem estratificação apresentou maior amplitude no número de parcelas, variando de 18 unidades amostrais, quando se considerou TPA, até 39 unidades amostrais necessárias para amostrar adequadamente a CT3. Foi observado que, por meio da amostragem estratificada da regeneração natural, seria necessário menos

da metade do número de unidades amostrais para inventariar a regeneração natural da floresta de várzea sem estratificação.

Tabela 3. Equações ajustadas para suficiência amostral, utilizando os tamanhos ótimos de unidades amostrais, para cada ambiente, classe de tamanho (CT) e para toda a população amostrada (TPA). Em que: Y - número de espécies, X - número de unidades amostrais e R^2 - coeficiente de determinação, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

Table 3. *Fitted equations for sample sufficiency using the optimum plot sizes, for each kind of floodplain forest, size category (SC) and for all sampled population (ASP). Where: Y - number of species, X - number of plots and R^2 - coefficient of determination, EMAPA forest lands, Afuá County, State of Pará.*

Ambiente	CT	Equações ajustadas	$R^2_{\%}$
Várzea alta	1	Reta Y = 22,4762 + 2,6571X (para X ≤ 15,71); Platô Y = 64,21 (para X > 15,71)	91,1
	2	Reta Y = 14,5614 +1,6702X (para X ≤ 19,48); Platô Y = 47,10 (para X > 19,48)	84,4
	3	Reta Y = 2,8788 + 2,4161X (para X ≤ 12,52); Platô Y = 33,12 (para X > 12,52)	94,8
	TPA	Reta Y = 25,956 + 2,7868X (para X ≤ 14,63); Platô Y = 66,73 (para X > 14,63)	92,8
Várzea baixa	1	Reta Y = 12,5833 + 3,35X (para X ≤ 9,56); Platô Y = 44,63 (para X > 9,56)	92,5
	2	Reta Y =13,8791 + 2,2066X (para X ≤ 14,39); Platô Y = 45,64 (para X > 14,39)	93,6
	3	Reta Y = 19,2308 + 1,7473X (para X ≤ 13,65); Platô Y = 43,08 (para X > 13,65)	90,6
	TPA	Reta Y = 28,1091 + 2,4364X (para X ≤ 11,42); Platô Y = 55,93 (para X > 11,42)	92,5
Floresta de várzea	1	Reta Y = 23,8889 + 2,4211X (para X ≤ 18,59); Platô Y = 68,89 (para X > 18,59)	92,4
	2	Reta Y = 19,8694 + 1,0894X (para X ≤ 37,27); Platô Y = 60,47 (para X > 37,27)	89,9
	3	Reta Y = 13,1095 + 0,9148X (para X ≤ 38,82); Platô Y = 48,62 (para X > 38,82)	88,7
	TPA	Reta Y = 28,5098 + 2,3498X (para X ≤ 18,40); Platô Y = 71,75 (para X > 18,40)	92,2

Para ilustração, apresenta-se, na Figura 1, a demonstração gráfica da suficiência amostral para a várzea baixa, utilizando-se os tamanhos ótimos de unidade amostral. Verifica-se, portanto, uma inter-relação entre o número de unidades amostrais e a homogeneidade da vegetação, ou seja, áreas que apresentam um maior número

de espécies requerem um maior número de parcelas.

Comparando o número de espécies inventariadas por meio dos tamanhos ótimos com o censo, verificou-se que as diferenças foram pequenas. Na várzea alta, a maior redução foi de 15,4% na classe de tamanho 3; na várzea baixa obtiveram-se 16,7% de diferença na classe de tamanho 1, sendo que esta mesma classe de tamanho em floresta de várzea sem estratificação apresentou a maior diferença de 8,0 % (Tabela 4). Observa-se, desse modo, que, mesmo ao se comparar os resultados provenientes de análise de regressão com valores reais, não houve grandes variações no número de espécies.

Logo, ao se utilizar os tamanhos ótimos de unidade amostral por classe de tamanho ganha-se tempo na medição, diminuem-se os custos do inventário e se amostra com eficiência a composição florística.

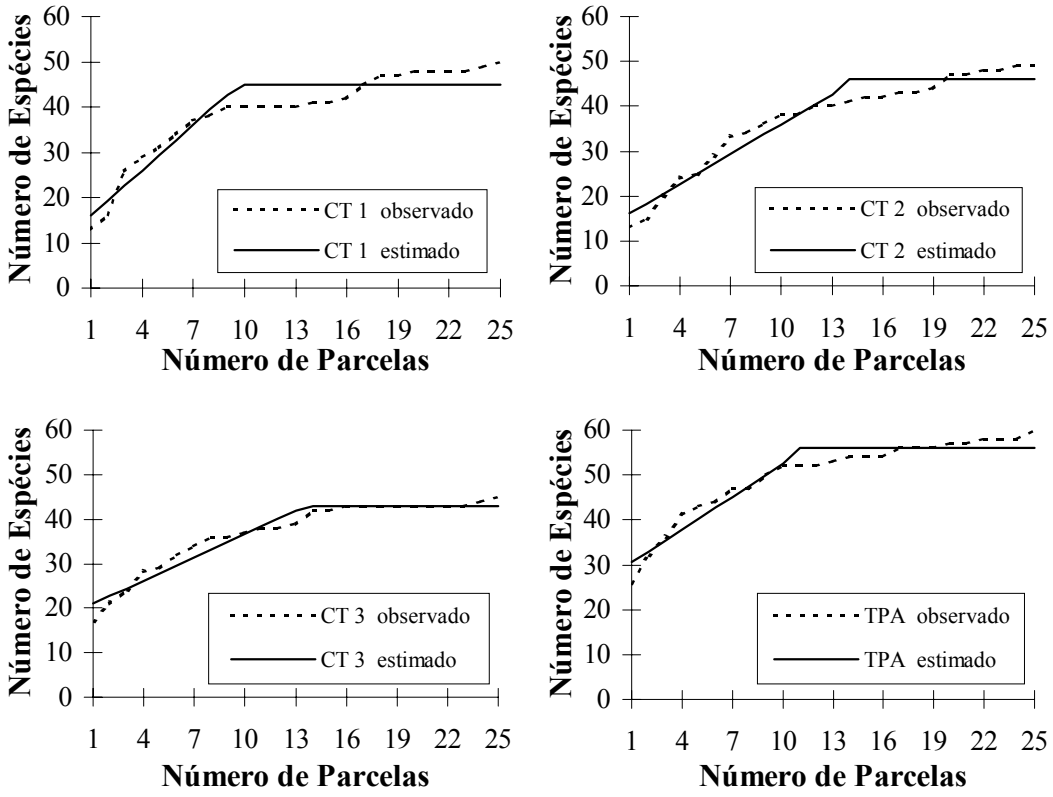

Figura 1. Suficiência amostral para o estudo da regeneração natural em várzea baixa, utilizando os tamanhos ótimos de parcela: 70 m^2 para a classe de tamanho 1 (CT1) e toda a população amostrada (TPA), 80 m^2 para a classe de tamanho 2 (CT2) e 90 m^2 para a classe de tamanho 3 (CT3), município de Afuá, Pará.

***Figure 1**. Sample sufficiency for the natural regeneration study in high floodplain forest, using the optimum plot sizes: 70m² for - size category 1 (SC1) and all sampled population (ASP), 80m² for - size category 2 (SC2) and 90m² for - size category 3 (SC3), Afuá County, State of Pará.*

Tabela 4. Suficiência amostral para o estudo da regeneração natural considerando-se a unidade amostral de 25 m², o censo e os tamanhos ótimos de parcela. Em que: CT - classe de tamanho, TPA - toda a população amostrada, NP - número de parcelas e NSp - número de espécies, propriedade florestal da EMAPA, município de Afuá, Pará.

***Table 4**. Sample sufficiency for the natural regeneration study considering the* 25m² *sample plot, the census and the optimum plot sizes. Where: SC - size category, ASP - all sampled population, NP - number of plots and NSp - number of species, EMAPA forest lands, Afuá County, State of Pará.*

Ambiente	CT	25 m²		TOP *		Censo	
		NP	NSp	NP	NSp	NP	NSp
Várzea alta	1	15	51	16	64	29	66
	2	23	34	19	47	29	49
	3	15	23	13	33	29	39
	TPA	17	57	15	67	29	70
Várzea baixa	1	18	43	10	45	25	54
	2	22	36	14	46	25	51
	3	18	34	14	43	25	46
	TPA	17	53	12	56	25	63
Floresta de várzea	1	34	62	19	69	54	75
	2	41	49	37	60	54	63
	3	41	38	39	49	54	52
	TPA	31	68	18	72	54	77

* CT 1 e TPA = 70 m², CT 2 = 80 m² e CT 3 = 90 m².

Comparando-se os tamanhos ótimos de parcela deste estudo com o tamanho mais utilizado em trabalhos de regeneração natural na Amazônia (25 m²), verifica-se que este menor tamanho de parcela capta menos espécies e que as diferenças são maiores com o aumento das classes de tamanho. Na várzea alta, as reduções variaram de 14,9% a 30,3%; na várzea baixa encontraram-se reduções de espécies entre 4,4% e 21,7%, enquanto na floresta de várzea sem estratificação, as reduções ficaram entre 5,6% e 22,4%.

Portanto, verificou-se que o uso de unidade amostral de área pequena para amostrar a regeneração natural de florestas nativas pode levar a uma análise deturpada da realidade, principalmente em relação às maiores classes de tamanho.

4. CONCLUSÕES

Para a avaliação da regeneração natural de florestas de várzea alta, várzea baixa e para a floresta de várzea sem estratificação no estuário amazônico, o tamanho ótimo de parcela foi 70 m² para os indivíduos na classe de tamanho 1 - CT1 (0,3 m ≤ h < 1,5 m); 80 m² para a classe de tamanho 2 - CT2 (h ≥ 1,5 m a DAP < 5 cm); 90 m² para a classe de tamanho 3 - CT3 (5 cm ≤ DAP < 15 cm) e 70 m² quando toda a população

amostrada - TPA (h ≥ 0,3 m até DAP < 15 cm) foi considerada.

Os tamanhos ótimos de parcela permitiram definir que são necessárias 19 parcelas na várzea alta, 14 parcelas na várzea baixa e 19 a 39 parcelas na floresta de várzea sem estratificação para amostrar a composição florística da regeneração natural.

Deve-se utilizar um tamanho ótimo e um número adequado de parcelas para inventariar a regeneração natural de florestas de várzea. Isso porque, ao se utilizar unidades amostrais com tamanhos maiores que o ótimo, não se obtém um grande aumento no número de espécies listadas. Já a utilização de parcelas de pequenas dimensões acarreta em subestimativa do número de espécies existentes na área, exigindo uma grande intensidade amostral, o que eleva o custo do inventário.

5. AGRADECIMENTOS

Aos auxiliares de campo do Projeto Santana, pela valiosa ajuda. Ao professor Manoel Tourinho, pelo apoio. À Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP) e a CAPES, pela bolsa de mestrado. À Exportadora de Madeiras do Pará Ltda – EMAPA, pelo auxílio financeiro ao projeto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. S. de. **Clareiras naturais na Amazônia central:** abundância, distribuição, estrutura e aspectos da colonização vegetal. 1989. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – INPA/FUA, Manaus.

ALVAREZ, V. H. V. **Avaliação da fertilidade do solo:** superfície de resposta, modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1985. 75 p.

BARREIRA, S. **Estudo da regeneração natural de cerrado como base para o manejo florestal**. 1999. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARROS, P. L. C. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto de Curuá-Una, Amazônia brasileira**. 1986. 147 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CARVALHO, J. O. P. de. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará**. 1982. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

COSTA-NETO, F. **Subsídios técnicos para um plano de manejo sustentado em áreas de cerrado.** 1990. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FAO. **Silvicultural research in the Amazon**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1971. 192 p. (FAO. Technical Report, 3).

FRANÇA, J. T. **Estudo da sucessão secundária em áreas contíguas a mineração de cassiterita na Floresta Nacional de Jamarí-RO**. 1991. 167 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GAMA, J. R. V. **Estudo da regeneração natural em floresta de várzea como base para o manejo florestal**. 2000. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; JARDIM, F. C. S. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS, 1982. p. 649-656.

JANKAUSKIS, J. **Recuperação de florestas tropicais mecanicamente exploradas**. Belém: SUDAM, 1978. 58 p.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., em área minerada, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 443-453, 1999.

OLIVEIRA L. C. de **Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no Estado do Pará.** 1995. 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Pará, Belém.

RODRIGUES, W. A. **Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo rio Negro de solo argiloso e úmido.** Manaus: INPA, 1961. 50 p. (INPA. Série Botânica, 10).

SAEG - Sistema para Análise Estatística e Genética (SAEG v. 5.0). **Manual de uso**. Viçosa: UFV-Funarbe, 1997.

SCOLFORO, J. R. S.; CHAVES, A. L.; MELLO, J. M. Definição de tamanho de parcela para inventário florestal em floresta semidecídua montana. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7.; CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS-SBEF, 1993. p. 333-337.

SILVA, J. N. M. **Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostras aplicadas em inventário florestal na região do baixo Tapajós.** 1980. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. do C. A. **Inventário florestal contínuo em florestas tropicais:** a metodologia usada pela EMBRAPA/ CPATU na Amazônia brasileira. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1984. 36 p. (EMBRAPA/CPATU. Documentos, 33).

SUDAM/PROJETO DE HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA DA AMAZÔNIA. **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém: SUDAM, 1984. 125 p.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo:** com ênfase aos solos tropicais. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988. 464 p.

VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de mata Atlântica:** uma análise fitossociológica. 1994. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.