

# EMPREGO DO MÉTODO *BDq* DE SELEÇÃO APÓS A EXPLORAÇÃO FLORESTAL EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DE TERRA FIRME, AMAZÔNIA ORIENTAL<sup>1</sup>

Deoclides Ricardo de Souza<sup>2</sup> e Agostinho Lopes de Souza<sup>3</sup>

**RESUMO** – Este estudo teve como objetivos analisar a estrutura diamétrica pós-colheita seletiva da Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, aplicar o método *BDq* nas atividades de tratamento silvicultural e manejar a floresta, visando a uma estrutura balanceada dos diâmetros. A pesquisa foi realizada na Unidade de Manejo Florestal (UMF) da Fazenda Tracajás (02°35'53"S e 47°47'10"W), empresa Nova Era Agroflorestal, município de Paragominas, Estado do Pará, Brasil. A floresta foi estratificada em áreas homogêneas, denominadas classes I, II e III de estoques volumétricos, empregando-se as técnicas de análises de agrupamento e discriminante. Em cada classe de estoque foram instaladas, aleatoriamente, cinco parcelas de 100 x 100 m (1,0 ha), para medição dos indivíduos com *dap* ≥ 15 cm. No centro de cada parcela de 100 x 100 m, foi instalada uma subparcela de 10 x 100 m (0,1 ha), para medição dos indivíduos com 5 cm ≤ *dap* < 15 cm. Utilizou-se o método *BDq* de seleção, isto é, área basal remanescente (*B*), diâmetro máximo (*D*) e constante de *De Liocourt* (*q*). Na classe I de estoque, o método de manejo proposto permitiu a remoção de 56,4 árvores/ha, 3,33 m<sup>2</sup>/ha e 67,64 m<sup>3</sup>/ha, com redução em área basal de 13,1%. Na classe II de estoque, 53,7 árvores/ha, 3,88 m<sup>2</sup>/ha e 65,96 m<sup>3</sup>/ha, com diminuição em área basal de 16,2%. Na classe III de estoque, 63,3 árvores/ha, 3,13 m<sup>2</sup>/ha e 46,76 m<sup>3</sup>/ha, com redução em área basal de 14,0%. Observou-se déficit ou poucas árvores nas maiores classes diamétricas em razão da colheita seletiva. A remoção periódica de árvores deve ocorrer nas menores classes de tamanhos, visando ao balanceamento da distribuição dos diâmetros e, sobretudo, à condução da floresta a uma estrutura balanceada ao longo do ciclo de corte, com o aproveitamento contínuo dos produtos florestais madeireiros.

Palavras-chave: Floresta tropical, método *BDq* de seleção, estrutura balanceada, colheita e tratamentos silviculturais.

## ***THE *BDq* SELECTION METHOD AFTER LOGGING IN A TERRA FIRME DENSE RAIN FOREST, EASTERN AMAZONIA***

**ABSTRACT** – *The objectives of this study were to analyze the diameter structure of a terra firme dense rain forest after selective logging, to apply the *BDq* method in the silvicultural treatment activities and to manage the forest aiming at a balanced diameter structure. The research was carried out at the Forest Management Unit (FMU) in Tracajás Farm (02°35'53" S and 47°47'10" W), owned by Nova Era Agroflorestal, in Paragominas, Pará, Brazil. The forest was stratified into homogeneous areas, called classes of volume stock I, II, and III. In each of the stock classes, five plots of 100 x 100 m (1 ha) were randomly set up for measurement of the individuals with dbh ≥ 15cm. In the center of each 100 x 100 m plot, a subplot of 10 x 100 m (0,1 ha) was established for measurement of the individuals with 5cm ≤ dbh < 15 cm. The *BDq* selection method was used taking into account the remaining basal area (B), maximum diameter (D) and the De Liocourt constant (q). In the stock class I, the proposed management method allowed the removal of 56.4 trees/ha, 3.33 m<sup>2</sup>/ha and 67.64 m<sup>3</sup>/ha, with a 13.1% reduction of the basal area. In the stock class II, 53.7 trees/ha, 3.88*

<sup>1</sup> Recebido em 21.10.2003 e aceito para publicação em 20.04.2005.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrônômica da UFS, 49100-000 São Cristovão-SE. E-mail: <souzadr@hotmail.com>.

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Florestal da UFV, 36570-000 Viçosa-MG. E-mail: <alsouza@mail.ufv.br>.

*m<sup>2</sup>/ha and 65.96 m<sup>3</sup>/ha were removed, with a 16.2 % reduction of the basal area. In the stock class III, 63.3 trees/ha, 3.13 m<sup>2</sup>/ha and 46.76 m<sup>3</sup>/ha were removed, with a 14.0% reduction of the basal area. Few trees or a deficit was observed in the higher diameter classes due to the selective logging. The periodical removal of trees should occur in the lower diameter classes, aiming at a balanced diameter distribution and the conduction of the forest to a balanced structure during the cutting cycle, leading to a continuous use of the forest woody products.*

*Keywords: Tropical forest, BDq selection method, balanced structure, logging, silvicultural treatments.*

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais nativas da Amazônia possuem elevada diversidade de espécies e estrutural, com indivíduos de diferentes idades e tamanhos e, sobretudo, características ecofisiológicas distintas, o que torna o seu manejo uma tarefa muito complexa.

Um sistema de manejo envolve múltiplas atividades inter-relacionadas, como os processos de colheita de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros, os tratamentos silviculturais e o monitoramento da floresta remanescente, visando melhorar sua qualidade e produtividade e, sobretudo, perpetuá-la. A eficiência e sustentabilidade do manejo das florestas tropicais naturais estão associadas à qualidade das operações de colheita da floresta e dos tratamentos silviculturais, bem como à conservação da base de recursos florestais que lhes dão sustentações ecológica, econômica e social. Nesse sentido, pesquisas de campo relacionadas ao manejo florestal sustentável na Amazônia, incluindo o inventário de prospecção (100%), planejamento e racionalização das atividades de abate e arraste de árvores comerciais, tratamentos silviculturais e, sobretudo, avaliação dos impactos da exploração florestal, têm sido conduzidas por Johns et al. (1996), Rossi et al. (2000), Holmes et al. (2002), Martins Pinto et al. (2002) e Pereira Jr. et al. (2002).

Dentre os vários sistemas de manejo aplicáveis às florestas tropicais naturais brasileiras, o sistema de corte seletivo, um sistema policíclico, é o mais recomendado, porque mantém a estrutura inequiana da floresta remanescente. O sistema de corte seletivo imita o processo de mortalidade natural, para apropriar-se de estoque de madeira e dinamizar a sucessão florestal. Contudo, num sistema de manejo criteriosamente planejado e executado, o sistema seletivo consiste em remover árvores em todas as classes de diâmetros,

em amplitudes relativamente estreitas, de maneira a manter proporções corretas de indivíduos nas classes diamétricas sucessivas (TROUP, 1966 e MATTHEWS, 1996). A aplicação desse método de manejo está diretamente relacionada ao conhecimento da composição florística, da estrutura fitossociológica e das distribuições diamétrica e espacial das espécies. A integração desses conhecimentos é fundamental para manejar a floresta para uma estrutura balanceada e que, ao mesmo tempo, harmonize os conceitos de fitossociologia com produção sustentável de madeira, bem como das regras impostas pela legislação florestal e ambiental. Embora o conceito de floresta balanceada já tenha sido bastante discutido (MEYER, 1952; ADAMS e EK, 1974; CAMPOS et al., 1983; DAVIS e JOHNSON, 1987; GULDIN, 1991; LEAK, 1996; SCHULTE e BUONGIORNO, 1998; GOODBRURN e LORIMER, 1999; HITIMANA et al., 2004), esse método de manejo em florestas tropicais naturais, em pré ou em pós-colheita, ainda tem pouca aplicação prática. Assim, este estudo teve como objetivos analisar a estrutura diamétrica pós-colheita seletiva em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, aplicar o método **BDq** nas atividades de tratamento silvicultural e manejar a floresta em direção a uma estrutura balanceada dos diâmetros.

## 2. MATERIALE MÉTODOS

O estudo foi realizado na unidade de manejo florestal (UMF) da Fazenda Tracajás, pertencente à empresa Nova Era Agroflorestal, de propriedade do Grupo Rosa Madeireira, município de Paragominas, Estado do Pará, Brasil (02°35'53"S e 47°47'10"W). A tipologia florestal é classificada como Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme em estágio de sucessão primária (clímax).

Na execução do plano de manejo florestal, destinado à produção de madeira para serraria e laminação, foi realizado o inventário de prospecção (100%), no qual

se estimaram os volumes do fuste comercial das árvores com  $dap \geq 45$  cm de 55 espécies comerciais em 49 talhões de exploração de 10 hectares cada um, perfazendo um total de 490 ha.

No inventário, 100% das árvores comerciais com  $dap \geq 45$  cm (diâmetro mínimo de corte permissível) foram identificadas, bem como marcadas as árvores-matriz, as árvores localizadas nas áreas de proteção e as árvores selecionadas para corte.

A unidade de manejo florestal, isto é, os 49 talhões de exploração, foi estratificada em áreas homogêneas de florestas, com base no estoque de árvores comerciais das 55 espécies autorizadas para corte pelo IBAMA, doravante denominadas classes I, II e III de estoques volumétricos. Foram empregadas as técnicas de análises de agrupamento e discriminante na definição das respectivas classes de estoque. Na análise de agrupamentos, os talhões ou unidades de trabalho formaram grupos homogêneos e distintos, agrupados nas classes I, II e III de estoques volumétricos, com os respectivos volumes mínimo, médio, máximo e desvios-padrão (Quadro 1).

Em cada classe de estoque foram instaladas, aleatoriamente, cinco parcelas de 100 x 100 m (1 ha) cada, para medição dos indivíduos com  $dap \geq 45$  cm. No centro de cada parcela foi instalada uma subparcela de 10 x 100 m (0,1 ha), para medição dos indivíduos com  $5 \text{ cm} \leq dap < 15 \text{ cm}$ .

Nas parcelas foram feitas as seguintes avaliações de cada árvore: nome vulgar regional e científico, medição do diâmetro a 1,30 m do solo ( $dap$ ), altura comercial ( $Hc$ ) e total ( $Ht$ ), qualidade de fuste ( $QF$ ), iluminação de copa ( $IC$ ), cobertura de copa ( $CC$ ), infestação de cipós ( $C$ ) e danos naturais ( $D$ ).

**Quadro 1** – Caracterização das classes de estoque, mediante os valores dos volumes mínimo, médio, máximo e dos desvios-padrão

**Table 1** – Characterization of volume stock classes, by means of the, maximum, average and minimum volume values and the standard deviations

Classe de Estoque	Volume (m <sup>3</sup> /ha)			
	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio-Padrão
I	35,60	45,16	50,89	4,67
II	52,55	58,11	63,82	3,41
III	69,50	76,77	89,36	6,37

As espécies foram identificadas no campo, porém os indivíduos não identificados no local tiveram seus materiais botânicos coletados para identificação no Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Estado do Pará.

A estrutura diamétrica foi caracterizada por meio das distribuições do número de árvores, da área basal e do volume de fuste comercial, por hectare, por espécie e por classe de diâmetro. Para executar essa análise, as árvores com  $dap$  igual ou superior ao nível de inclusão de  $dap$  foram agrupadas em classes de  $dap$ , prefixando a amplitude de classe de 10 cm, conforme Barros (1980).

O volume de fuste com casca de árvores individuais foi estimado pelo emprego da equação  $\hat{Y} = 0,0774759688 + 0,517896768 (dap^2 \times Hc)$ , desenvolvida por Queiroz (1998).

Para a condução da floresta a uma estrutura balanceada, considerou-se a estrutura da floresta após o corte das árvores comerciais acima de 45 cm selecionadas no inventário de prospecção (100%). Utilizou-se o método *BDq* de seleção apresentado por Meyer (1952) e empregado por Campos et al. (1983).

Para a obtenção da constante  $q$ , o número de árvores (n/ha), por espécie e por classe de diâmetro com 10 cm foi estimado pela equação de Meyer  $Y_j = \exp(b_0 + b_1 D_j)$ , sendo  $Y_j$  o estimador do número de árvores por hectare na  $j$ -ésima classe de  $dap$ ;  $b_0$  e  $b_1$ , os coeficientes da equação; e  $D_j$ , o diâmetro correspondente ao centro da  $j$ -ésima classe de  $dap$ .

Obtidos os coeficientes  $b_0$  e  $b_1$ , calculou-se a constante  $q$ , empregando a expressão:

$$q = \frac{e^{(b_0 + b_1 D_j)}}{e^{(b_0 + b_1 D_{j+1})}}$$

em que  $D_j$  = diâmetro correspondente ao centro da  $j$ -ésima classe de  $dap$ ; e  $D_{j+1}$  = diâmetro correspondente ao centro da  $j$ -ésima classe de  $dap$  imediatamente acima.

De posse do valor de  $q$ , recalcularam-se os coeficientes  $b_0$  e  $b_1$ , obtendo as expressões:

$$b_1 = \frac{\ln(q)}{D_j - D_{j+1}}$$

$$b_0 = \ln \left( \frac{40.000 \times B}{\pi \sum_{i=1}^n D_j^2 \times e^{b_1 D_j}} \right)$$

em que  $q$  = constante de **De Liocourt** e  $B$  = área basal remanescente.

Com esses coeficientes foram estimadas as distribuições balanceadas da floresta a ser manejada.

A estrutura balanceada foi definida com base nas distribuições dos diâmetros pré e pós-colheita e nas combinações dos valores de área basal remanescente ( $B$ ), diâmetro máximo ( $D$ ) desejado e do quociente ( $q$ ) de *De Liocourt*, utilizando-se a expressão:

$$Y_{\text{Remj}} = Y_{\text{Obj}} - Y_{\text{Cj}} - Y_{\text{Rj}}$$

em que:  $Y_{\text{Remj}}$  = número de indivíduos por hectare remanescentes na  $j$ -ésima classe de diâmetro,  $Y_{\text{Obj}}$  = número de indivíduos por hectare observados na  $j$ -ésima classe de diâmetro,  $Y_{\text{Cj}}$  = número de indivíduos por hectare colhidos na  $j$ -ésima classe de diâmetro e  $Y_{\text{Rj}}$  = número de indivíduos por hectare a serem removidos no tratamento silvicultural na  $j$ -ésima classe de diâmetro.

As combinações dos valores do quociente *De Liocourt* e de área basal remanescente estão no Quadro 2.

O número de árvores (n/ha) a serem removidas por espécie e por classe de diâmetro no tratamento silvicultural foi determinado por meio da expressão:

$$Y_{\text{Rj}} = Y_{\text{Dj}} + Y_{\text{DFj}} + Y_{\text{QFj}}$$

em que:  $Y_{\text{Rj}}$  = número de indivíduos por hectare a serem removidos no tratamento silvicultural na  $j$ -ésima classe de diâmetro,  $Y_{\text{Dj}}$  = número de indivíduos severamente danificados pela exploração florestal a serem removidos na  $j$ -ésima classe de diâmetro,  $Y_{\text{DFj}}$  = número de indivíduos com fustes defeituosos a serem removidos na  $j$ -ésima classe de diâmetro e  $Y_{\text{QFj}}$  = número de indivíduos com fustes tortuosos a serem removidos na  $j$ -ésima classe de diâmetro.

Com o mapa operacional utilizado na colheita florestal, em pós-colheita fazem-se a localização e

marcação das árvores a serem removidas nas faixas de 50 x 50 m de cada talhão, conforme resultado do método **BDq**.

Para comparar as distribuições de árvores (n/ha), de área basal (m<sup>2</sup>/ha) e de volume (m<sup>3</sup>/ha), por espécie e por classe de diâmetro entre as estruturas inicial, de pós-colheita seletiva e balanceada das respectivas classes I, II e III de estoques volumétricos, utilizou-se a estatística F de Graybill (FH<sub>0</sub>) a 5% de probabilidade, conforme Graybill (1976).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 3, 4 e 5 estão apresentadas as distribuições do número de árvores (n/ha), da área basal (m<sup>2</sup>/ha) e do volume de fuste (m<sup>3</sup>/ha), por espécie e por classe de diâmetro, das estruturas inicial, de pós-colheita seletiva e balanceada, nas classes I, II e III de estoques volumétricos, respectivamente.

Na estrutura inicial da classe I de estoque, estimou-se uma densidade total de 510,6 árvores por hectare, uma área basal total de 29,43 m<sup>2</sup>/ha e um volume de fuste total de 387,61 m<sup>3</sup>/ha (Quadro 3). Das 510,6 árvores estimadas por hectare, 33 (6,5%) árvores com  $dap \geq 45$  cm (diâmetro mínimo de corte permissível) são comerciais. As comerciais perfizeram 9,33 (31,7%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 132,01 (34,1%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste.

Na colheita seletiva, o número total de árvores comerciais extraídas com  $dap \geq 45$  cm foi de 11,7 (35,5%) das árvores/ha, 4,03 (43,2%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 38,02 (28,8%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste (Quadro 3). Verificou-se que as classes de 55 cm  $\leq dap < 85$  cm perfizeram 8,7 (26,4%) árvores/ha, 2,69 (28,8%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 25,38 (19,2%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste colhido.

**Quadro 2** – Combinações dos valores do Quociente de *De Liocourt* ( $q$ ) e de área basal remanescente ( $B$ ) para as classes I, II e III de estoques volumétricos

**Table 2** – Combination of the *Liocourt*  $q$ -ratio and of the remaining basal area ( $B$ ) for the volume stock classes I, II and III

Classe I				Classe II					Classe III			
$q$		B (m <sup>2</sup> /ha)		$q$		B (m <sup>2</sup> /ha)			$q$		B (m <sup>2</sup> /ha)	
2,2	22	23	24	2,2	20	21	22	23	2,5	19	20	21
2,3	22	23	24	2,3	20	21	22	23	2,6	19	20	21
2,4	22	23	24	2,4	20	21	22	23	2,7	19	20	21

**Quadro 3** – Distribuição do número de árvores (n/ha), da área basal (m<sup>2</sup>/ha) e do volume de fuste (m<sup>3</sup>/ha) da estrutura inicial, da colheita seletiva, da pós-colheita seletiva, da estrutura balanceada e da remoção, por centro de classe de diâmetro, classe I de estoque, na Fazenda Tracajás, município de Paragominas, Estado do Pará

**Table 3** – *Distribution of number of trees (n/ha), basal area (m<sup>2</sup>/ha), bole volume (m<sup>3</sup>/ha) of the initial structure, of the selective logging, after the selective logging and of the balanced structures and removal per dbh center class, stock class I, Tracajás Farm, municipality of Paragominas, Pará State*

Centro de Classe de <i>dap</i> (cm)	Estrutura Inicial		Colheita Seletiva		Pós-Colheita Seletiva		Estrutura Balanceada		Remoção					
	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>3</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>3</sup> /ha				
15	284,2	4,39	0,0	0,00	284,2	4,39	57,77	253,2	4,47	51,48	31,0	-0,08	6,30	
25	114,8	5,33	0,0	0,00	114,8	5,33	63,88	108,3	5,32	60,29	6,5	0,01	3,59	
35	48,8	4,48	0,0	0,00	48,8	4,48	55,77	46,4	4,46	52,98	2,4	0,02	2,79	
45	33,0	5,22	1,6	0,26	31,4	4,96	66,35	19,8	3,15	41,87	11,6	1,80	24,48	
55	14,4	3,33	3,6	0,82	10,8	2,52	36,75	8,5	2,02	28,79	2,3	0,50	7,96	
65	7,4	2,37	2,9	0,92	4,5	1,45	24,20	3,6	1,20	19,50	0,9	0,24	4,70	
75	4,6	1,90	2,2	0,95	2,4	0,95	19,64	1,6	0,69	12,51	0,9	0,27	7,14	
85	1,4	0,85	0,7	0,40	0,7	0,45	8,95	0,7	0,38	8,41	0,0	0,00	0,00	
95	1,0	0,69	0,4	0,30	2,88	0,39	7,99	0,3	0,20	3,92	0,3	0,19	4,07	
>105	1,0	0,88	0,4	0,39	3,47	0,6	8,29	0,1	0,11	1,68	0,5	0,39	6,61	
Total	510,6	29,43	11,7	4,03	38,02	498,9	25,40	349,60	442,5	22,00	281,43	56,4	3,33	67,64

**Quadro 4** – Distribuição do número de árvores (n/ha), da área basal (m<sup>2</sup>/ha) e do volume de fuste (m<sup>3</sup>/ha) da estrutura inicial, da colheita seletiva, da pós-colheita seletiva, da estrutura balanceada e da remoção, por centro de classe de diâmetro, classe II de estoque, na Fazenda Tracajás, município de Paragominas, Estado do Pará

**Table 4** – *Distribution of number of trees (n/ha), basal area (m<sup>2</sup>/ha), bole volume (m<sup>3</sup>/ha) of the initial structure, of the selective logging, after the selective logging and of the balanced structures and removal, per dbh center class, stock class II, Tracajás Farm, municipality of Paragominas, Pará State*

Centro de Classe de <i>dap</i> (cm)	Estrutura Inicial		Colheita Seletiva		Pós-Colheita Seletiva		Estrutura Balanceada		Remoção					
	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>3</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>3</sup> /ha				
15	273,8	4,22	0,0	0,00	273,8	4,22	51,87	252,7	4,46	47,86	21,1	-0,24	4,01	
25	112,2	5,23	0,0	0,00	112,2	5,23	58,27	103,3	5,07	53,67	8,9	0,16	4,60	
35	50,6	4,68	0,0	0,00	50,6	4,68	53,69	42,3	4,07	44,85	8,3	0,61	8,84	
45	26,4	4,09	1,9	0,33	24,5	3,76	45,49	17,3	2,75	32,15	7,2	1,01	13,34	
55	17,2	4,06	5,3	1,22	12,0	2,85	38,94	7,1	1,68	23,04	4,9	1,17	15,90	
65	9,0	2,86	3,7	1,17	5,3	1,70	25,64	2,9	0,96	13,99	2,4	0,74	11,65	
75	4,0	1,75	3,1	1,37	13,46	0,9	8,37	1,2	0,52	11,49	-0,3	-0,15	-3,13	
85	1,4	0,78	1,0	0,58	5,67	0,4	4,50	0,5	0,27	5,52	-0,1	-0,07	-1,02	
95	1,6	1,15	0,5	0,37	3,61	1,1	11,51	0,2	0,14	2,12	0,9	0,64	9,38	
>105	1,0	0,75	0,5	0,67	6,53	0,5	8,87	0,1	0,07	0,49	0,4	0,01	2,38	
Total	497,2	29,57	16,1	5,69	54,84	481,1	23,88	301,14	427,4	20,00	235,18	53,7	3,88	65,96

**Quadro 5** – Distribuição do número de árvores (n/ha), da área basal (m<sup>2</sup>/ha) e do volume de fuste (m<sup>3</sup>/ha) da estrutura inicial, da colheita seletiva, da pós-colheita seletiva, da estrutura balanceada e da remoção, por centro de classe de diâmetro, classe III de estoque, na Fazenda Traçaíás, município de Paragominas, Estado do Pará

**Table 5** – Distribution of number of trees (n/ha), basal area (m<sup>2</sup>/ha), bole volume (m<sup>3</sup>/ha) of the initial structure, the selective logging, after the selective logging and of the balanced structures and removal, per dbh center class, stock class III, Traçaíás Farm, municipality of Paragominas, Pará State

Centro de Classe de <i>dap</i> (cm)	Estrutura Inicial		Colheita Seletiva		Pós-Colheita Seletiva		Estrutura Balanceada		Remoção			
	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha		
15	316,6	4,83	0,0	0,00	316,6	4,83	58,85	5,10	288,5	28,1	-0,27	5,21
25	121,2	5,64	0,0	0,00	121,2	5,64	62,62	5,25	106,9	14,3	0,39	7,40
35	51,0	4,69	0,0	0,00	51,0	4,69	52,77	3,81	39,6	11,4	0,88	11,82
45	20,0	3,10	0,5	0,08	19,5	3,02	35,50	2,33	14,7	4,9	0,69	8,85
55	16,6	3,94	7,1	1,62	15,56	9,5	31,92	1,29	5,4	4,1	1,03	13,70
65	6,8	2,21	4,6	1,45	14,59	2,2	13,77	0,67	2,0	0,2	0,09	1,11
75	4,6	2,03	3,8	1,65	16,97	0,8	9,59	0,7	0,33	0,1	0,05	0,80
85	1,4	0,79	1,3	0,77	7,81	0,1	2,78	0,3	0,16	-0,2	-0,06	-8,39
95	1,2	0,85	0,6	0,45	4,61	0,6	7,63	0,1	0,07	0,5	0,32	6,26
>105	0,4	0,43	0,4	0,48	4,95	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00
Total 540,4	28,51	342,64	18,3	65,24	22,06	275,43	458,2	19,00	228,67	3,13	46,76	

Na classe I de estoque, as combinações dos valores de área basal remanescente (*B*) e do quociente de *De Liocourt* (*q*) resultaram em uma área basal remanescente de 22 m<sup>2</sup>/ha e um valor de  $q = 2,3$ . De posse desses parâmetros, a distribuição de diâmetros da vegetação remanescente foi estimada pela equação de Meyer ( $\hat{Y}_j = e^{6,807717 - 0,08489D_j}$ ).

O regime de manejo estabelecido permitiu a remoção de árvores em todas as classes de diâmetros, com exceção da classe de 85 cm ≤ *dap* < 95 cm (Quadro 3). O número total de árvores a serem removidas no tratamento silvicultural foi de 56,4 árvores/ha, 3,33 m<sup>2</sup>/ha de área basal e 67,64 m<sup>3</sup>/ha de volume, com redução em área basal de 13,1%.

Na estrutura inicial da classe II de estoque, estimou-se uma densidade total de 497,2 árvores por hectare; uma área basal total de 29,57 m<sup>2</sup>/ha e um volume de fuste total de 355,98 m<sup>3</sup>/ha (Quadro 4). Dentre as 497,2 árvores estimadas por hectare, 32,4 (6,5%) árvores com *dap* ≥ 45 cm (diâmetro mínimo de corte permissível) eram comerciais, que totalizavam 9,28 (31,4%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 105,32 (29,6%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste.

Na colheita seletiva, o número total de árvores comerciais extraídas com *dap* ≥ 45 cm foi de 16,1 (49,7%) das árvores/ha, 5,71 (61,3%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 54,84 (52,1%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste (Quadro 4). Observou-se que as classes de 55 cm ≤ *dap* < 85 cm somaram 12,1 (37,1%) árvores/ha, 3,76 (40,5%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 36,10 (34,3%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste colhido.

Na classe II de estoque, as combinações dos valores de área basal remanescente (*B*) e do quociente de *De Liocourt* (*q*) resultaram em uma área basal remanescente de 20 m<sup>2</sup>/ha e um valor de  $q = 2,4$ . De posse desses parâmetros, a distribuição de diâmetros da vegetação remanescente foi estimada pela equação de Meyer ( $\hat{Y}_j = e^{6,87303 - 0,0894D_j}$ ).

O regime de manejo estabelecido prescreveu a remoção de árvores em todas as classes de diâmetros, com exceção das classes de 75 cm ≤ *dap* < 95 cm (Quadro 4). O número total de árvores a serem removidas no tratamento silvicultural foi de 53,7 árvores/ha, 3,88 m<sup>2</sup>/ha de área basal e 65,96 m<sup>3</sup>/ha de volume, com redução em área basal de 16,2%.

Na estrutura inicial da classe III de estoque, estimaram-se uma densidade total de 539,8 árvores por hectare, uma área basal total de 28,51 m<sup>2</sup>/ha e um volume

de fuste total de 342,64 m<sup>3</sup>/ha (Quadro 5). Das 539,8 árvores estimadas por hectare, 30 (5,6%) com *dap* ≥ 45 cm (diâmetro mínimo de corte permissível) eram comerciais. As comerciais somaram 8,80 (30,9%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 112,52 (32,8%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste.

Na colheita seletiva, o número total de árvores comerciais extraídas com *dap* ≥ 45 cm foi de 18,3 (61,0%) das árvores/ha, 6,50 (73,9%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 65,24 (58,0%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste (Quadro 5). Verificou-se que as classes de 55 cm ≤ *dap* < 85 cm totalizaram 15,5 (51,7%) árvores/ha, 4,72 (53,6%) m<sup>2</sup>/ha de área basal e 47,12 (41,9%) m<sup>3</sup>/ha de volume de fuste colhido (Quadro 5).

Observou-se o corte de todas as árvores comerciais na classe de *dap* ≥ 105 cm (Quadro 5), o que pode caracterizar diminuição no número de árvores do estoque em crescimento e de algumas espécies. Segundo Yared et al. (2000), esse fato pode ocasionar seleção genética negativa em determinadas espécies, já que os melhores indivíduos são colhidos.

Na classe III de estoque, as combinações dos valores de área basal remanescente (*B*) e do quociente de *De Liocourt* (*q*) resultaram em uma área basal remanescente de 19 m<sup>2</sup>/ha e um valor de *q* = 2,7. De posse desses parâmetros, a distribuição de diâmetros da vegetação remanescente foi estimada pela equação de Meyer ( $\hat{Y}_j = e^{7,154741 - 0,09933D_j}$ ).

O regime de manejo estabelecido permitiu a remoção de árvores em todas as classes de diâmetro, à exceção das classes de 85 cm ≤ *dap* < 95 cm (Quadro 5). O número total de árvores a serem removidas no tratamento silvicultural foi de 63,3 árvores/ha, 3,13 m<sup>2</sup>/ha de área basal e 46,7 m<sup>3</sup>/ha de volume, com redução em área basal de 14,0%.

Nas classes II e III de estoque, com estrutura balanceada, ocorreu déficit ou ausência de árvores nas classes de *dap* entre 75 e 95 cm; e 85 e 95 cm, respectivamente (Quadros 4 e 5). Esse fato pode ser atribuído ao maior número de indivíduos de alto valor comercial removidos na colheita seletiva. Em razão disso, o corte de árvores com fustes de qualidade inferior na floresta remanescente deve ser feito nas menores classes de tamanho, visando ao balanceamento da distribuição dos diâmetros e, sobretudo, à condução da floresta a uma estrutura balanceada ao longo do ciclo de corte, com produção sustentável de madeira.

Embora tenha ocorrido pequeno déficit ou ausência de árvores em uma ou mais de uma classe de diâmetro da estrutura balanceada, com o decorrer do ciclo de corte haverá estabilização da vegetação remanescente e sua recuperação com prováveis incrementos diamétrico e volumétricos mediante a aplicação de tratamentos silviculturais.

As classes de qualidade de fuste, juntamente com as classes de danos e de defeitos, são utilizadas como critérios de remoção de árvores em tratamentos silviculturais, independentemente se as árvores a serem removidas pertençam ou não à lista de espécies comerciais.

Cerca de 9,2% das árvores inventariadas por hectare apresentaram fustes tortuosos e defeituosos. Aliado a isso, estudos feitos por Johns et al. (1996), Rossi et al. (2000) e Jackson et al. (2002), em áreas de floresta primária sob manejo florestal sustentável na Amazônia, constataram que, para cada árvore extraída, foram danificadas 4,5; 5,5; e 4,35 delas, respectivamente. Entretanto, o método de manejo proposto permitiu a remoção de árvores severamente danificadas pela colheita florestal e árvores com fustes de qualidade inferior (menor que 50% de aproveitamento), ocorrentes na vegetação a ser manejada, principalmente nas menores classes de diâmetro, com vistas a melhorar a qualidade e a produtividade da floresta e, sobretudo, sustentar a produção de produtos florestais madeireiros.

As distribuições do número de árvores (*n*/ha), da área basal (m<sup>2</sup>/ha) e do volume (m<sup>3</sup>/ha) por classe de diâmetro da estrutura inicial, nas classes I, II e III de estoques volumétricos, apresentaram diferenças significativas, pelo teste F de Graybill (5%), em relação à estrutura pós-colheita seletiva e à estrutura balanceada, exceto na distribuição de indivíduos (*n*/ha) entre as estruturas inicial e pós-colheita, na classe III de estoque (Quadro 6).

Observou-se, também, diferença significativa nas distribuições de diâmetros e volume entre as estruturas pós-colheita e balanceada. Exceção foi verificado nas distribuições de área basal, ou seja, a redução da área basal pelo método *BDq* de seleção não alterou significativamente a estrutura da floresta, nas classes I, II e III de estoques volumétricos. Esse fato confirma a eficiência e a flexibilidade do método de manejo proposto como tratamento silvicultural.

**Quadro 6** – Comparações das distribuições do número de árvores (n/ha), da área basal (m<sup>2</sup>/ha) e do volume (m<sup>3</sup>/ha), pelo teste F de Graybill (5%), entre as estruturas inicial, pós-colheita seletiva e balanceada, nas classes I, II e III de estoque

**Table 6** – Comparisons on the distribution of tree numbers (n/ha), basal area (m<sup>2</sup>/ha), and volume (m<sup>3</sup>/ha), by the Graybill F test (5%), between the initial, after the selective harvesting and the balanced structures, in the stock classes I, II e III, where: EI = initial structure; PS = selective postharvest structure; EB = balanced structure

Estrutura da Floresta	Classe I de Estoque			Classe II de Estoque			Classe III de Estoque		
	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	n/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha
EI x PS	5,34*	7,78*	7,12*	4,98*	7,23*	6,89*	3,43 <sup>ns</sup>	4,95*	5,70*
EI x EB	31,18*	5,09*	9,52*	40,36*	6,60*	10,64*	62,98*	6,03*	9,26*
PS x EB	38,89*	2,04 <sup>ns</sup>	6,82*	65,56*	3,05 <sup>ns</sup>	7,39*	81,83*	2,71 <sup>ns</sup>	5,90*

ns = não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F de Graybill; e \* = significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F de Graybill. EI = estrutura inicial; PS = estrutura pós-colheita seletiva, e EB = estrutura balanceada.

#### 4. CONCLUSÕES

- O sistema de manejo praticado, isto é, a colheita seletiva, alterou significativamente a estrutura diamétrica original da floresta.

- O conhecimento da estrutura diamétrica pós-colheita seletiva auxilia a condução da floresta remanescente a uma estrutura balanceada.

- É viável, operacionalmente, a aplicação do método *BDq* de seleção como tratamento silvicultural.

- A estrutura balanceada dos diâmetros pode ser conseguida logo no próximo tratamento silvicultural ou em outros tratamentos mais leves aplicados durante o ciclo de corte.

- O método *BDq* de seleção mostrou-se adequado na manutenção da distribuição diamétrica balanceada das árvores na pós-colheita seletiva.

- A marcação e a remoção das árvores severamente danificadas e daquelas com fuste de baixa qualidade devem ser controladas por faixas de 50 x 50 m dentro de cada talhão.

- O sucesso do método de manejo proposto está relacionado com a intensidade de corte nas menores classes de tamanho, com a manutenção da capacidade de renovação dos recursos, com o estabelecimento do ciclo de corte e com a colheita seletiva de madeira.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, D. M.; EK, A. R. Optimizing the management of uneven-aged forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 4, n. 3, p. 274-287, 1974.

BARROS, P. L. C. **Estudo das distribuições diamétricas de florestas do planalto Tapajós-PA**. 1980. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

CAMPOS, J. C. C.; RIBEIRO, J. C.; COUTO, L. Emprego da distribuição diamétrica na determinação da intensidade de corte em matas naturais submetidas ao sistema de seleção. **Revista Árvore**, v. 7, n. 2, p. 110-121, 1983.

DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1987. 790p.

GOODBRURN, J. M.; LORIMER, C. G. Population structure in old-growth and managed northern hardwoods: an examination of the balanced diameter distribution concept. **Forest Ecology and Management**, v. 118, n. 1-3, p. 11-29, 1999.

GRAYBILL, F. A. **Theory and application of the linear model**. Massachusetts: Ouxburg Press, 1976. 704 p.

GULDIN, J. M. Uneven-aged *BDq* of regulation of Sierra Nevada mixed conifers. **Western Journal of Applied Forestry**, v.6, n.2, p.27-32, 1991.

HITIMANA, J.; KIYIAPI, J. L.; NJUNGE, J. T. Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. **Forest Ecology and Management**, v. 194, n. 1-3, p.269-291, 2004.

HOLMES, T. P. et al. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 163, n. 1-3, p. 93-110, 2002.

JACKSON, S. M.; FREDERICKSEN, T. S.; MALCOLM, J. R. Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 166, n. 1-3, p. 271-283, 2002.

JONHS, J. S.; BARRETO, P.; UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 89, n. 1-3, p. 59-77, 1996.

LEAK, W. B. Long-term structural change in uneven-aged northern hardwoods. **Forest Science**, v. 42, n. 2, p. 160-165, 1996.

MATHEWS, J. D. **Silvicultural systems**. Oxford: Clarendon Press, 1996. 284 p. (Oxford Science Publications).

MARTINS PINTO, A. C. et al. Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia Ocidental. **Revista Árvore**, v. 26, n.4, p. 459-466, 2002.

MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, v. 50, n. 2, p. 85-92, 1952.

PEREIRA Jr. et al. Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 168, n. 1-3, p. 77-89, 2002.

QUEIROZ, W. T. **Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos**. Belém: UFRA, Imprensa Universitária, 1998. 170p.

ROSSI, L. M. B. et al. Efeito da exploração em floresta sobre manejo sustentável em escala comercial na Amazônia Central. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., Santa Maria. 2000. **Anais...** Santa Maria: 2000. p. 319-333.

SHULTE, B. J.; BUONGIORNO, J. Effects of uneven-aged silviculture on the stand structure, species composition, and economic returns of loblolly pine stands. **Forest Ecology and Management**, v.111, n. 1, p. 83-101, 1998.

TROUP, R. S. **Silvicultural systems**. 2.ed. Oxford: Oxford University, 1966. 216 p.

YARED, J. A. G.; COUTO, L.; LEITE, H. G. Diversidade de espécies em florestas secundárias e primária, sob efeito de diferentes sistemas silviculturais, na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2000.