

Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós, após 28 anos da exploração florestal

Leonardo Pequeno Reis¹, Ademir Roberto Ruschel², Amanda Alves Coelho¹, Adriana Santos da Luz¹, Regina Célia Viana Martins-Da-Silva²

¹Universidade Federal Rural da Amazônia, Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Montese, CEP 66077-530, Belém, PA, Brasil, leopequenoreis@terra.com.br; amandaalves@yahoo.com.br; adriana.s.luz@hotmail.com; ²Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/nº, CP 48, CEP 66095-100, Belém, PA, Brasil, ruschel@cpatu.embrapa.br; regina@cpatu.embrapa.br

Resumo - A pesquisa foi conduzida em uma área experimental de 64 ha, localizada na Floresta Nacional do Tapajós, PA, Brasil. A área foi explorada em 1979 e monitorada por meio de 36 parcelas permanentes (9 ha). Com base nos dados da última medição, em 2007, as espécies foram classificadas em três categorias: arbóreas com valor comercial madeireiro (MC); com potencial comercial, sem reconhecido/consolidado valor de mercado madeireiro (MP); e espécies arbóreas sem valor comercial/industrial madeireiro (MS). Após 28 anos da exploração, foram registrados 9.859 indivíduos, com DAP \geq 5 cm, distribuídos em 239 espécies. Nas três categorias representadas, 35,5% foram MC. Desse total, somente 53% apresentaram-se aptas para exploração, somando um volume de 75,5 m³ ha⁻¹. Observou-se que algumas espécies madeireiras foram favorecidas pela exploração em densidade e volume, como *Carapa guianensis* e *Virola michelii*, mas outras obtiveram o balanço negativo na maioria das espécies exploradas, destacando-se as espécies *Astronium lecointei* e *Manilkara huberi*. Por final, observou-se que a biomassa florestal foi recuperada, porém as espécies exploradas continuam com balanço negativo. Conclui-se que o primeiro ciclo de corte é possível, principalmente devido ao estoque dominante de espécies não exploradas na primeira colheita.

Termos para indexação: Incremento anual, primeiro ciclo de corte, recuperação do estoque de madeira.

Evaluating potential timber species at the Tapajos National Forest in Para State, Brazil, 28 years after logging

Abstract: The stock of timber species was evaluated in a 64 ha experimental area 28 years after logging. The study was carried out in the Tapajos National Forest, state of Para, Brazilian Amazon. The study area was logged in 1979 and tree species were measured from 1981 to 2007 in 36 permanent sample plots. In 2007 tree species were classified in three groups: commercial timber (MC); potentially commercial timber (MP); non-commercial timber (MS). During that period all trees with DBH > 5cm were measured. In 2007, 28 years after logging 9,859 trees from 239 species were recorded. Considering the species groups 35.5% belong to MC, and from these only 53% are available for harvesting, representing a timber volume of 75.5m³ ha⁻¹. In 2007 some species as *Carapa guianensis* and *Virola michelii* had higher timber volume than before logging but other species as *Astronium lecointei* and *Manilkara huberi* had timber volume lower in 2007. In the end of the studing period, 28 years after logging, the timber volume was recovered but the harvested species did not recuperated their original basal area. Even with the high intensity of harvest occurred in the area but considering the timber volume in 2007 of those species that were not harvested in 1979, a second cutting mainly for those species could be admissible now.

Index terms: Annual increment, first cutting cycle, forest recovering after logging.

Introdução

A Amazônia brasileira representa cerca de um terço das florestas tropicais do mundo, abrigando algumas centenas de espécies de árvores, das quais, cerca de 350 já estão sendo extraídas para fins madeireiros. A região

detém um volume estimado em 60 bilhões de metros cúbicos de madeira em tora, cujo valor econômico potencial pode alcançar R\$ 4 trilhões em madeira serrada (Barros & Veríssimo, 2002).

O Estado do Pará, no ano de 2008, obteve, não apenas da Amazônia, mas do Brasil, o título de maior produtor

de madeira nativa (Ideflor, 2008). Ao se analisar as florestas do oeste paraense e da Calha Norte, constata-se que a região comporta, com facilidade, o atendimento à demanda local por produtos florestais. Anualmente, os estados do Amapá, Roraima e norte do Pará produzem 450 mil metros cúbicos de madeira em tora, só a região de Santarém, PA, é responsável por 37% desse total (SFB, 2009).

De acordo com Sabogal (2006), o setor madeireiro contribui expressivamente para a economia regional e nacional e para a geração de empregos e bem-estar social. Entretanto, a baixa qualidade das operações florestais ocasiona a degradação e destruição, principalmente, das florestas amazônicas.

O fato de não se saber ao certo o tempo que as florestas levam para recompor o nível de estoque de colheita (ciclo de corte) e considerando as circunstâncias atuais de não estruturação das mesmas para a produção sustentável, é necessária a fixação do intervalo ótimo de ciclos de corte para atingir uma distribuição diamétrica e uma composição de espécies adequadas aos propósitos do manejo, de modo a permitir a regeneração, o crescimento e o desenvolvimento prioritariamente de árvores de valor comercial (Souza et al., 2004).

A forma de garantir o segundo corte em um espaço de tempo menor é utilizar o manejo florestal que promova a exploração dos recursos racionalmente, garantindo a manutenção da biodiversidade e sustentando a indústria madeireira que, ainda, é um dos maiores geradores de renda da região Norte. De acordo com Silva et al. (1985), o manejo da floresta tropical amazônica sob regime de rendimento sustentado constitui uma alternativa racional para produção econômica de madeira, sem o risco de produzir alterações ecológicas significativas.

Silva (1989) propôs, com aplicação do manejo florestal, para as florestas de terra firme na Amazônia brasileira, um ciclo de corte de 30 anos. Atualmente, para os planos de manejo, no Estado do Pará, de acordo com a Instrução Normativa SEMA nº 7/2006, é considerado um ciclo de corte de 35 anos para exploração até 30 m³ ha⁻¹. Ruschel (2008) enfatizou que os ciclos de corte preestabelecidos de 25 a 35 anos são baseados em conhecimentos teóricos que, na prática, ainda precisam ser comprovados.

O trabalho objetiva avaliar o potencial madeireiro baseado em informações de monitoramento do crescimento de uma área florestal explorada há 28 anos, para contribuir nas tomadas de decisão públicas sobre os

planos de manejo florestal na Amazônia, principalmente no que se refere ao intervalo do ciclo de corte.

Material e métodos

A área de estudo está localizada na Floresta Nacional do Tapajós, à altura do Km 67 (55° 00' W, 2° 45' S) da Rodovia BR-163, Cuiabá-Santarém. Abrange o bioma Amazônia e a tipologia é floresta ombrófila densa de terra firme e, segundo Dubois (1976), é classificada como floresta alta sem babaçu (*Orbignya barbosiana* Burret).

O clima da região é tropical úmido com temperatura média anual de 25 °C, é classificado como Ami pelo sistema de Köppen (Carvalho, 1980). A umidade relativa média é de 86% e a precipitação média anual é de 2.100 mm. Apresenta topografia plana a ondulada, com ocorrência de solo tipo Latossolo Amarelo Distrófico (Costa Filho et al., 1980).

Segundo Costa Filho et al. (1980), em meados de 1945 na Floresta Nacional do Tapajós, foram exploradas seletivamente quatro espécies de alto valor comercial: pau-rosa (*Aniba roseodora* Ducke), maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev.), freijó (*Cordia goeldiana* Huber) e cedro (*Cedrela odorata* L.). Em 64 ha da área de estudo, em 1975, foi realizado um inventário a 100% de intensidade (Censo florestal) das espécies madeireiras com DAP ≥ 15 cm e, posteriormente, em 1979, realizada uma exploração intensiva de 64 espécies madeireiras, as quais acumularam em média um volume explorado de 72,5 m³ ha⁻¹.

As espécies que se destacaram em volume explorado foram: *Hymenaea courbaril* L., *Carapa guianensis* Aubl., *Manilkara huberi*, *Lecythis lurida* (Miers) S. A. Mori., *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., *Astronium lecointei* Ducke, *Goupia glabra* Aubl., *Virola michelii* Heckel, *Erismia uncinatum* Warm. e *Terminalia amazonia* (J. F. Gmel) Exell, que juntas representaram 47,4% do volume total extraído. A colheita foi executada sob dois tratamentos, corte de todas as árvores com DAP ≥ 45 cm em 39 ha e corte das árvores com DAP ≥ 55 cm, em 25 ha (Costa Filho et al., 1980). Entretanto, no presente estudo, os tratamentos foram considerados conjuntamente, formando apenas uma comunidade, visto a alta similaridade constatada nas comparações realizadas (Ruschel, 2008). Em 1981 foram instaladas, aleatoriamente, 36 parcelas permanentes (50 m x 50 m) na área de estudo. Nessas parcelas, todas as plantas com DAP ≥ 5 cm foram identificadas botanicamente in loco

ou, em caso de dúvida, foram coletadas amostras para posterior identificação no Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental. As remediações nas parcelas foram efetuadas nos anos de 1982, 1983, 1985, 1987, 1992, 1997 e 2007.

Neste estudo, usou-se a medição de 2007 para caracterizar o potencial madeireiro atual e foram feitas análises do incremento periódico anual (IPA) entre 1981 e 2007, com base de dados obtidos no monitoramento em parcelas permanentes. Também foram feitas comparações de densidade (árvores ha⁻¹) e volume (m³ ha⁻¹) entre as dez espécies com maior intensidade de extração volumétrica, relacionando o censo florestal (1975) com o inventário amostral (2007) e o IPA dessas espécies entre 1981 e 2007.

Os dados foram processados e analisados com o auxílio do Monitoramento de Florestas Tropicais (MFT) (Software Embrapa Amazônia Oriental). Os parâmetros observados foram densidade absoluta (árvores ha⁻¹), volume (m³ ha⁻¹), distribuição diamétrica (cm) e incremento periódico anual (IPA).

Para se conhecer o valor madeireiro atual da floresta, as espécies foram classificadas em três categorias, conforme uso da madeira: espécies arbóreas com valor comercial madeireiro (MC); espécies arbóreas com potencial para serem comercializadas, porém sem valor

comercial madeireiro reconhecido/consolidado (MP); e espécies arbóreas sem valor comercial/industrial madeireiro (MS). Na classificação, foi utilizada lista de espécies atualmente comercializadas (madeira serrada) na região de Santarém, PA.

Os volumes de madeira foram calculados pelas equações propostas por Silva & Araújo (1984) e Silva et al. (1984) para árvores com diâmetros de 20 cm a 45 cm ($V = -0,0994 + (9,1941) 10^{-4} d^2$, com $R^2 = 0,96$) e para diâmetros acima de 45 cm ($\ln V = -7,62812 + 2,1809 \ln d$, com $R^2 = 0,84$).

Onde: V = volume comercial com casca; d = DAP de cada árvore (medição tomada a 1,30 m do solo); ln = logaritmo natural.

Resultados e discussão

Composição florística

Após 28 anos da exploração, foram encontradas 1.095 árvores ha⁻¹ com o DAP ≥ 5 cm na amostra analisada (9 ha = 9.859 árvores), distribuídas em 54 famílias botânicas, 160 gêneros e 239 espécies (Tabela 1), incluindo 26 espécimes que foram identificadas somente em nível de gênero e cinco não identificadas, devido à impossibilidade de coleta de material botânico fértil.

Tabela 1. Abundância das espécies Madeireiras (MC), Potenciais (MP) e Sem valor madeireiro (MS), registradas em 2007, na Floresta Nacional do Tapajós, Km 67.

Família	Nome vernacular	Espécies	Abundância		
			MC	MP	MS
Achariaceae	Farinha-seca	<i>Lindackeria paraensis</i> Kuhl	-	-	2,7
Anacardiaceae	Aroeira	<i>Astronium gracile</i> Engl.	3,7	-	-
	Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	0,1	-	-
	Tatapiririca	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	-	12,1	-
	Breu-de-leite	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	-	1,9	-
Annonaceae	Embirataia	<i>Annona ambotay</i> Aubl.	-	-	0,4
	Araticum	<i>Annona montana</i> Macfad.	-	-	0,2
	Envira-amarela	<i>Bocageopsis multiflora</i> (Mart.) R.E.Fr.	-	-	2
	Envira-surucucu	<i>Duguetia surinamensis</i> R.E. Fr.	-	-	3
	Envira-preta	<i>Gutteria poeppigiana</i> Mart.	-	-	15,7
	Embireira	<i>Xylopia benthamii</i> R.E.Fr.	-	0,2	-
	Envira	Indeterminadas	-	-	0,2

continua

Tabela 1. Continuação.

Familia	Nome vernacular	Espécies	Abundância		
			MC	MP	MS
Apocynaceae	Pepino-do-mato	<i>Ambelania acida</i> Aubl.	-	-	1,7
	Araracanga	<i>Aspidosperma</i> spp.	1,7	-	-
	Carapanaúba	<i>Aspidosperma auriculatum</i> Markgr.	-	0,7	-
	Quinarana	<i>Geissospermum sericeum</i> Miers	-	-	0,9
	Pau-de-colher	<i>Lacmellea aculeata</i> (Ducke) Monach.	-	-	3,9
	Grão-de-galo	<i>Rauvolfia</i> sp.	-	-	0,1
	Culhão-de-bode	<i>Spongiosperma grandiflorum</i> (Huber) Zarucchi	-	-	0,4
	Pocoró	<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	-	-	0,1
Araliaceae	Morototó	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm & Frodin	4,3	-	-
Bignoniaceae	Parapará	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	10,3	-	-
	Ipê-amarelo	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	0,3	-	-
Bixaceae	Urucu-da-mata	<i>Bixa arborea</i> Huber	-	-	61,3
Boraginaceae	Freijó-branco	<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	-	18,4	-
	Uruá	<i>Cordia ulei</i> I. M. Johnst.	-	10,7	-
Burseraceae	Breu	<i>Protium</i> sp.	-	-	-
	Breu-fl-gr.	<i>Protium robustum</i> (Swart) D. M. Porter	-	22,3	-
	Breu-peludo	<i>Protium pilosissimum</i> Engl.	-	-	-
	Breu-vermelho	<i>Protium altsonii</i> Sandwith	-	53,4	-
	Breu-sucuruba	<i>Trattinnickia burserifolia</i> Mart. <i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd	1,8	-	-
Caricaceae	Mamuí	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) ADC.	-	-	1
Caryocaraceae	Piquiarana	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	1	-	-
	Pequiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	0,7	-	-
Celastraceae	Chichuarana	<i>Cheiloclinium cognatum</i> (Miers.) A. C. Smith.	-	-	0,2
	Chichuá	<i>Maytenus floribunda</i> Reiss.	-	1,9	-
	Barbatimão	<i>Maytenus pruinosa</i> Reiss.	-	-	-
Chrysobalanaceae	Macucú	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	-	2,4	-
	Caripé-da-folha-redonda	<i>Licania</i> sp.	-	0,8	-
Clusiaceae	Bacuri-da-mata	<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	-	1,6	-
	Anani	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	3,4	-	-
	Lacre-branco	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	-	-	0,7
	Lacre-vermelho	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	-	-	0,6
	Lacre	<i>Vismia japurensis</i> Reich.	-	-	0,3
Combretaceae	Cuiarana-do-carço	<i>Buchenavia</i> sp.	1,3	-	-
	Cuiarana do fruto alado	<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel.) Exell	-	-	-
Connaraceae	Cunário	<i>Connarus erianthus</i> Benth. ex. Baker. <i>Diospyros santaremnensis</i> Sandw.	-	-	1,4
Ebenaceae	Caqui	<i>Diospyros cavalcantei</i> Sothers.	-	1,4	-
Elaeocarpaceae	Urucurana fl. pq.	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	-	-	3,8
	Urucurana fl. gr.	<i>Sloanea grandis</i> Ducke	-	-	-

continua

Tabela 1. Continuação.

Família	Nome vernacular	Espécies	Abundância		
			MC	MP	MS
Euphorbiaceae	Urucucana	<i>Aparisthium cordatum</i> (A.Juss.) Baill.	-	-	31,6
	Café-bravo	<i>Dodecastigma integrifolium</i> (Lanj.) Lanj. & Sandw.	-	-	0,4
	Mirindiba-doce	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	1,6	-	-
	Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	7,7	-	-
	Taquari	<i>Mabea caudata</i> Pax & K. Hoffm.	-	-	9,9
	Arataciurana	<i>Pausandra trianae</i> (Müll.Arg.) Baill.	-	-	14,7
	Arataciú	<i>Sagotia racemosa</i> Baill.	-	2,1	-
	Burra-leiteira	<i>Sapium marmieri</i> Huber	-	-	0,2
Lecythidaceae	Castanha-do-pará	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	3,4	-	-
	Tauari peludo	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	0,2	-	-
	Tauari-oblongifolia	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	0,3	-	-
	Tauari-stelata	<i>Couratari stellata</i> A.C. Sm.	18	-	-
	Tauari-vermelho	<i>Couratari tauari</i> Berg.	0,1	-	-
	Matamatá-ci	<i>Eschweilera amazonica</i> R. Knuth	-	0,2	-
	Matamatá-branco	<i>Eschweilera coriacea</i> (A. DC) S.A.Mori	-	17,9	-
	Matamatá-jibóia	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers	-	0,2	-
	Matamatá	<i>Eschweilera</i> spp.	-	11	-
	Jeniparana	<i>Gustavia augusta</i> L.	-	-	3,4
	Matamatá vermelho	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	-	12	-
	Jarana	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S. A. Mori	6,3	-	-
	Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Camb.	0,4	-	-
	Leguminosae Caesalpinioideae	Amarelão	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) J.F. Macbr.	0,3	-
Pata-de-vaca		<i>Bauhinia macrophylla</i> Poir	-	-	0,2
Fava-mari-mari		<i>Cassia leiandra</i> Benth.	-	-	0,1
Muirapixuna		<i>Chamaecrista</i> sp.	0,1	-	-
Copaíba		<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	0,7	-	-
Jutairana		<i>Swartzia arborensis</i> (Aubl.) Pittier	-	0,1	-
Jutaí-pororoca		<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandw.	-	1,4	-
Cocão		<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Benth.	11,3	-	-
Apazeiro		<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	0,3	-	-
Coataquiçaua		<i>Peltogyne paradoxa</i> Ducke	0,6	-	-
Taxi-vermelho		<i>Tachigali chrysophylla</i> (Poepp.) Zarucchi & Herend.	13,7	-	-
Taxi-branco		<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	-	0,9	-
Taxi-preto		<i>Tachigali</i> spp.	-	0,3	-
Taxi-preto-folha-grauda		<i>Tachigali myrmecophyla</i> (Ducke) Ducke	-	6,3	-
Pau-ponga		<i>Tachigali</i> sp.	8,4	-	-

continua

Tabela 1. Continuação.

Familia	Nome vernacular	Espécies	Abundância			
			MC	MP	MS	
Leguminosae Mimosoideae	Ingá-chumbinho	<i>Abarema cochleata</i> (Willd.) Barneby & JW Grimes	-	7,4	-	
	Fava-mapuxiqui	<i>Balizia elegans</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes	1,6	-	-	
		<i>Balizia pedicellaris</i> (DC.) Barneby & J. W. Grimes				
	Faveira	<i>Dimorphandra polyandra</i> Benoist.	-	0,1	-	
	Fava-timbaúba	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	0,2	-	-	
	Fava-de-rosca	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	1	-	-	
	Ingá	<i>Inga</i> spp.				
	Ingá-vermelho	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	-	64	-	
	Ingá-xixica	<i>Inga heterophylla</i> Willd.				
	Ingá	<i>Inga stipularis</i> DC.				
	Fava-arara-tucupi	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	2,1	-	-	
	Fava-bolota	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	0,9	-	-	
	Fava-timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	5	-	-	
	Fava-barbatimão	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	-	2,4	-	
	Ingarana	<i>Zygia</i> sp.	-	0,1	-	
Angelim-rajado	<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J. W. Grimes	1	-	-		
Leguminosae Papilionoideae	Melancieira	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	8,2	-	-	
	Sucupira-preta	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	0,3	-	-	
	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	0,7	-	-	
	Cumarurana	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	0,9	-	-	
	Aquiqui	<i>Derris spruceana</i> (Benth.) Ducke	-	-	0,2	
	Jutaí-açu	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1,2	-	-	
	Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber.	0,3	-	-	
	Angelim-da-mata	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	0,7	-	-	
	Tento-mulato	<i>Ormosia nobilis</i> Tul. var. <i>santaremnensis</i> (Ducke) Rudd.	5,3	-	-	
	Tento	<i>Ormosia paraensis</i> Ducke				
	Macacaúba	<i>Platymiscium filipes</i> Benth.	0,7	-	-	
	Cocão/gema-de-ovo	<i>Amphiodon effusa</i> Huber	-	0,6	-	
	Mututi	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	-	0,9	-	
	Gombeira-falsa	<i>Swartzia polyphylla</i> DC.				
	Gombeira-vermelha	<i>Swartzia grandifolia</i> Bong. ex Benth	11,8	-	-	
	Gombeira	<i>Swartzia</i> spp.				
	Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	1,7	-	-	
	Goupiaceae	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	2,3	-	-
		Humiriaceae	Uchi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	2,6	-
	Uchirana		<i>Vantanea guianensis</i> Aubl.	0,1	-	-
Icacinaceae	Umarirana	<i>Poraqueiba guianensis</i> Aubl.	-	-	0,1	
Lacistemaceae	Mata-calado-falso	<i>Lacistema aggregatum</i> (P. J. Bergius) Rusby	-	-	0,9	
Lamiaceae	Tarumã	<i>Vitex triflora</i> Vahl.	-	0,3	-	

continua

Tabela 1. Continuação.

Familia	Nome vernacular	Espécies	Abundância		
			MC	MP	MS
Lauraceae	Pau-rosa	<i>Aniba roseodora</i> Ducke	1,6	-	-
	Canela-caxeta	<i>Licaria cannella</i> (Meissn.) Kostermans	7	-	-
	Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taub. ex Mez	0,1	-	-
	Itaúba-amarela	<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schwacke & Mez	1,6	-	-
	Preciosa	<i>Aniba canelilla</i> (Kunth) Mez			
	Louro-preto	<i>Endlicheria bracteata</i> Mez			
	Louro-preto	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees			
	Louro-prata	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.			
	Louro-preto	<i>Ocotea opifera</i> Mart.	24	-	-
		<i>Ocotea costulata</i> (Nees) Mez			
	<i>Ocotea caudata</i> (Nees) Mez				
	<i>Ocotea baturitensis</i> Vattimo				
	Indeterminadas				
Malpighiaceae	Murici-da-mata	<i>Byrsonima crispa</i> A. Juss	-	0,7	-
Malvaceae	Pente-de-macaco-pluma	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	-	0,2	-
	Pente-de-macaco-disco	<i>Apeiba echinata</i> Gaertn.	-	9,3	-
	Mamorana	<i>Bombacopsis nervosa</i> (Uitt.) A. Robyns	-	4	-
	Açoita-cavalo	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	0,1	-	-
	Inajarana	<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	-	-	8,9
	Axixá	<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	4	-	-
	Cacau-da-mata	<i>Theobroma speciosum</i> Willd. Ex Spreng.	-	-	10,7
Melastomataceae	Muúba	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	-	-	1,2
	Canela-de-veado	<i>Miconia guianensis</i> (Aubl.) Cogn.	-	-	3,3
	Papaterra	<i>Miconia</i> spp.	-	-	33,1
	Muiráuba	<i>Mouriri nigra</i> (DC.) Morley	-	0,2	-
Meliaceae	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	17,6	-	-
	Andirobarana	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	-	0,9	-
	Jataúba	<i>Trichilia</i> spp.	-	-	5,6
Moraceae	Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	0,1	-	-
	Mururé	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	-	1,7	-
	Amapá-amargoso	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	3,3	-	-
	Amapá-doce	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	2,1	-	-
	Amapáí	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg	1,4	-	-
	Caucho	<i>Castilla ulei</i> Warb.	-	1,3	-
	Janitá	<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	10,1	-	-
	Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pavon	0,4	-	-
	Caxinguba	<i>Ficus maxima</i> Mill.	-	-	0,2
	Inharé	<i>Helicostylis pedunculata</i> Benoist.	-	11,6	-
	Muiratinga	<i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C.C. Berg	-	5,1	-
	Panã	<i>Naucleopsis concinna</i> (Standl.) C. C. Berg.	-	-	0,1
	Muiratinga-da-folha-grande	<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	-	25,9	-
	Pama	<i>Perebea mollis</i> (Poepp. & Endl.) Huber	-	2,7	-
Muiratinga-folha-peluda	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr.	-	-	0,1	

continua

Tabela 1. Continuação.

Família	Nome vernacular	Espécies	Abundância		
			MC	MP	MS
Myristicaceae	Ucuubarana	<i>Iryanthera</i> spp.	-	5,2	-
	Ucuubinha	<i>Compsoeura ulei</i> Warb.	-	-	-
	Ucuúba-terra-firme	<i>Virola michelii</i> Heckel	39,2	-	-
	Ucuuba-vermelha	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	-	21,8	-
	Ucuuba	<i>Virola</i> spp.	-	-	-
Myrtaceae	Goiabinha	<i>Eugenia lambertiana</i> D.C. <i>Myrcia racemosa</i> (O. Berg) Kiaersk.	-	-	9,8
	Ginja-de-jabuti	<i>Eugenia patrisii</i> Vahl.	-	-	0,1
	Gomeira	<i>Eugenia prosoneura</i> O. Berg.	-	-	0,3
	Goiaba-de-folha-grande	<i>Eugenia</i> sp.	-	-	0,7
	Murta	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	-	-	0,2
	Goiabarana	<i>Myrcia paivae</i> O. Berg.	-	-	4,6
Nyctaginaceae	João-mole-fl-pequena	<i>Neea floribunda</i> Poepp. & Endl.	-	-	6
	João-mole	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	-	-	5,7
Ochnaceae	Pau-de-cobra	<i>Ouratea polygyna</i> Engl.	-	-	0,2
Olacaceae	Lacrão-da-mata	<i>Chaunochiton kappleri</i> (Sagot ex Engl.) Ducke	-	-	0,1
	Muira puama	<i>Liriosma</i> sp.	-	-	0,1
	Acariquara	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	-	1,2	-
Opiliaceae	Pau-marfim	<i>Agonandra brasiliensis</i> Benth. & Hook. f.	-	0,6	-
Polygonaceae	Tabocão	<i>Coccoloba latifolia</i> Lam.	-	-	0,9
Proteaceae	Louro-faia	<i>Roupala montana</i> Aubl.	6,4	-	-
	Faeira	<i>Euplassa pinnata</i> (Lam.) I. M. Johnst.	-	-	-
Putranjivaceae	Marapanã/mapatirana	<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	-	-	1,2
Quinaceae	Papo-de-mutum	<i>Lacunaria jenmani</i> (Oliv.) Ducke	-	-	3
Rosaceae	Cumaruí	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	-	0,2	-
Rubiaceae	Escorrega-macaco	<i>Capirona decorticans</i> Spruce	-	0,8	-
	Pau-de-remo	<i>Chimarrhis turbinata</i> DC. Prodr.	-	2,3	-
	Caferana	<i>Coussarea paniculata</i> (Vahl.) Standl.	-	-	29,4
	Cabeça-de-urubu	<i>Duroia macrophylla</i> Huber	-	-	0,6
	Puruí	<i>Alibertia edulis</i> (L. C. Rich.) A. Rich.	-	-	1,2
	Posoqueri	<i>Posoqueria longiflora</i> Aubl.	-	-	0,8
	Limorana	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	-	-	0,6
Rutaceae	Tamanqueira	<i>Zanthoxylum pentandrum</i> (Aubl.) R. A. Howard	-	-	0,1
Salicaceae	Sardinheira	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	-	-	0,8
	Canela-de-velho	<i>Casearia javitensis</i> Kunth	-	-	3,9
	Passarinheira	<i>Casearia spruceana</i> Benth. ex Eichler	-	-	4,7
	Pau-branco	<i>Neoptychocarpus apodanthus</i> (Kuhlm.) Buchheim	-	-	0,1
	Pau-jacaré	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	2	-	-
Sapindaceae	Caneleira-branca	<i>Cupania scrobiculata</i> Rich.	-	-	0,2
	Pitomba	<i>Talisia coriacea</i> (Benth.) Radlk. <i>Talisia carinata</i> Radlk.	-	-	12,6

continua

Tabela 1. Continuação.

Família	Nome vernacular	Espécies	Abundância			
			MC	MP	MS	
Sapotaceae	Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chev.	2,8	-	-	
	Abiu-mangabinha	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre.	1,1	-	-	
	Goiabão	<i>Pouteria bilocularis</i> (H. Winkl.) Baehni	3,1	-	-	
	Abiu-cutite	<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	-	37,6	-	
	Abiu-vermelho	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	1,3	-	-	
	Abiu-fl.-prateada	<i>Pouteria filipes</i> Eyma				
	Abiu-rosadinho	<i>Pouteria anomala</i> (Pires) T. D. Penn.				
	Abiu-fl.-peluda	<i>Ecclinusa abbreviata</i> Ducke				
	Guajará-bolacha		<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni			
			<i>Pouteria laurifolia</i> (Gomes) Radlk	-	9,9	-
Abiu		<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith				
	<i>Pouteria egenesis</i> (A. DC.) Baehni					
	Indeterminadas					
Simaroubaceae	Pau-para-tudo	<i>Simaba cedron</i> Planch.	-	-	2,8	
	Marupá	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1,9	-	-	
Siparunaceae	Capitiú	<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A. DC	2,7	-	-	
Ulmaceae	Mentira	<i>Ampelocera</i> sp.	-	-	0,1	
Urticaceae	Embaúba-branca	<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	-	4,6	-	
	Embaúba-torém	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	-	7,9	-	
	Embaúba-vermelha	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	-	0,2	-	
	Embaubarana	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	-	7,8	-	
	Mapatirana	<i>Pourouma minor</i> Benoist.	-	-	0,1	
Violaceae	Paparola	<i>Paypayrola grandiflora</i> Tul.	-	-	1,7	
	Acariquarana	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	-	49,4	-	
		<i>Rinorea flavescens</i> (Aubl.) Kuntze				
	Canela-de-jacamim	<i>Rinorea neglecta</i> Sandwith	-	-	19,2	
	<i>Rinorea falcata</i> (Mart. ex Eichler) Kuntze					
Vochysiaceae	Quarubarana	<i>Erismia uncinatum</i> Warm.	1,7	-	-	
	Mandioqueira-áspera	<i>Qualea paraensis</i> Ducke	0,1	-	-	
	Quaruba-verdadeira	<i>Vochysia maxima</i> Ducke	1,4	-	-	
Indeterminadas	A identificar	A identificar	-	-	0,7	
Total (árvores ha⁻¹)			288	469,3	338	
Porcentagem (%)			26,3	42,8	30,9	

As famílias com o maior número de espécies foram, em ordem decrescente: Leguminosae (Mimosoideae-16, Caesalpinioideae-15 e Papilionoideae-14), Moraceae (16) e Lecythidaceae (13), que juntas ocuparam quase um terço do total de espécies (31%). Em relação à abundância absoluta (árvores ha⁻¹), as famílias que se destacaram foram, em ordem decrescente: Leguminosae (Mimosoideae- 85,9, Caesalpinioideae-

44,9 e Papilionoideae- 33,2), Burseraceae (74,2) e Lecythidaceae (73,7), que juntas representaram 28,8% dos indivíduos amostrados. Em conformidade com outros estudos, Leguminosae, Burseraceae, Lecythidaceae e Moraceae demonstraram predominância na estrutura florística do bioma amazônico, independente de ser explorada ou não (Lopes et al., 1989; Costa et al., 1998; Sandel & Carvalho, 2000; Francez et al., 2007; Ruschel,

2008), diferenciando-se do Bioma Mata Atlântica, no qual há dominância característica das Leguminosae, Lauraceae e Myrtaceae (Ruschel et al., 2009).

Das 239 espécies, 35,5% (85) foram classificadas como MC (madeira comercial), representadas por 26,3% dos indivíduos da área, 31,4% espécies (75) MP (madeira potencial), representadas por 42,7% dos indivíduos, e 33,1% (79) em MS (madeira sem valor), representados por 31% dos indivíduos. A alta diversidade de espécies arbóreas na Amazônia é destacável ao se comparar a diversidade de espécies arbóreas madeireiras em 13 remanescentes florestais da Mata Atlântica. Nessa, Ruschel et al. (2003; 2005) registraram 63 espécies.

As famílias com maior número de indivíduos (árvores ha⁻¹) classificados como MC foram, em ordem decrescente: Leguminosae (Caesalpinioideae- 35,4 distribuídos em oito espécies, Papilionoideae- 31,8, em 11 espécies e Mimosoideae- 11,8, em oito espécies), Myristicaceae- 39,2 representada por uma única espécie (*Virola michelii*), Lauraceae- 34,2 por 11 espécies, Lecythidaceae- 28,9 por sete espécies e Meliaceae- 17,6 representada por uma única espécie (*Carapa guianensis*). Essas famílias juntas ocuparam 69% dos indivíduos amostrados na classe MC.

As espécies que apresentaram o maior número de indivíduos (árvores ha⁻¹) foram, em ordem decrescente: *Bixa arborea* (61,3 ha⁻¹), *Protium altsonii* (53,4 ha⁻¹), *Rinorea guianensis* (49,4 ha⁻¹), *Virola michelii* (39,2 ha⁻¹) e *Pouteria macrophylla* (37,6 ha⁻¹), que juntas ocuparam 30% dos indivíduos amostrados. Espécies pioneiras após a exploração florestal se beneficiaram com a abertura do dossel gerada pela exploração. Essas aumentaram, fortemente, a abundância em comparação com as florestas não exploradas. Oliveira et al. (2005) também observaram em área pós-explorada, distante, aproximadamente, 50 km da área do presente estudo, a forte dominância de espécies pioneiras de baixo valor comercial, como *Bixa arborea* e *Inga* spp. Alder & Silva (2001) enfatizaram que a maior parte da regeneração após exploração de alta intensidade é constituída por espécies pioneiras com madeira sem valor comercial, como espécies do gênero *Inga*. De acordo com Lopes et al. (2002), a espécie *Bixa arborea* também apresentou alta densidade em área atingida por queimada em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Mata Atlântica. Isso demonstra que a espécie é adaptada para ocupar os ambientes com distúrbios que resultam em grandes clareiras.

Em relação à classificação, as espécies MC com maior número de indivíduos (árvores ha⁻¹) foram, em ordem decrescente: *Virola michelii* (39,2 ha⁻¹), *Couratari stellata* (18 ha⁻¹), *Carapa guianensis* (17,6 ha⁻¹) e *Tachigali chrysophylla* (13,7 ha⁻¹), que juntas ocuparam 30,7% nessa categoria e 8,1% da comunidade florestal. As espécies classificadas como MP com maior número de indivíduos foram, em ordem decrescente: *Protium altsonii* (53,4 ha⁻¹), *Rinorea guianensis* (49,4 ha⁻¹), *Pouteria macrophylla* (37,6 ha⁻¹) e *Perebea guianensis* (25,9 ha⁻¹), que juntas ocuparam 35,5% dos indivíduos nessa categoria e 15,2% da comunidade florestal. As espécies com maior número de indivíduos (árvores ha⁻¹) classificados como MS foram, em ordem decrescente: *Bixa arborea* (61,3 ha⁻¹), *Aparisthmium cordatum* (31,6 ha⁻¹), *Coussarea paniculata* (29,4 ha⁻¹) e *Guatteria poeppigiana* (15,7 ha⁻¹), que juntas ocuparam 40,8% dos indivíduos nessa classe e 12,9% da comunidade florestal. Deve-se realçar que vários gêneros apresentaram alta abundância, por exemplo, *Inga*, *Protium* e *Rinorea*, embora tenham sido representadas por várias espécies.

Distribuição diamétrica

Após 28 anos da exploração, 96,7% dos indivíduos possuem diâmetro inferior a 45 cm, o que antes da exploração foi praticamente 20% inferior (Ruschel, 2008), demonstrando que a extração foi muito pesada (72 m³ ha⁻¹).

Segundo Braz (2010), a colheita das árvores nas classes de maior diâmetro (65 cm e 75 cm) que mais contribuem no incremento florestal reduz drasticamente a capacidade de recuperação da floresta, apontando a necessidade de longos períodos para tal recuperação (Sist & Ferreira, 2007). Porém, dos 3,3% dos indivíduos com DAP ≥ 45 cm, 68% foram classificados como MC, demonstrando que o diâmetro é uma das características que contribuem para o uso comercial, o que em parte explica o valor comercial desconhecido das espécies que não atingem diâmetros adequados comercialmente e/ou por critérios da legislação ambiental.

A floresta, na área de estudo, apresentou a estrutura diamétrica em forma de exponencial negativa, isso também foi observado quando as diferentes categorias de uso foram analisadas. Tal comportamento indica estabilidade na recomposição florestal (Figura 1). A maioria das espécies classificadas como MS e MP não atingem diâmetros elevados (Parrotta et al., 1995), concentrando-se nas classes de menor diâmetro,

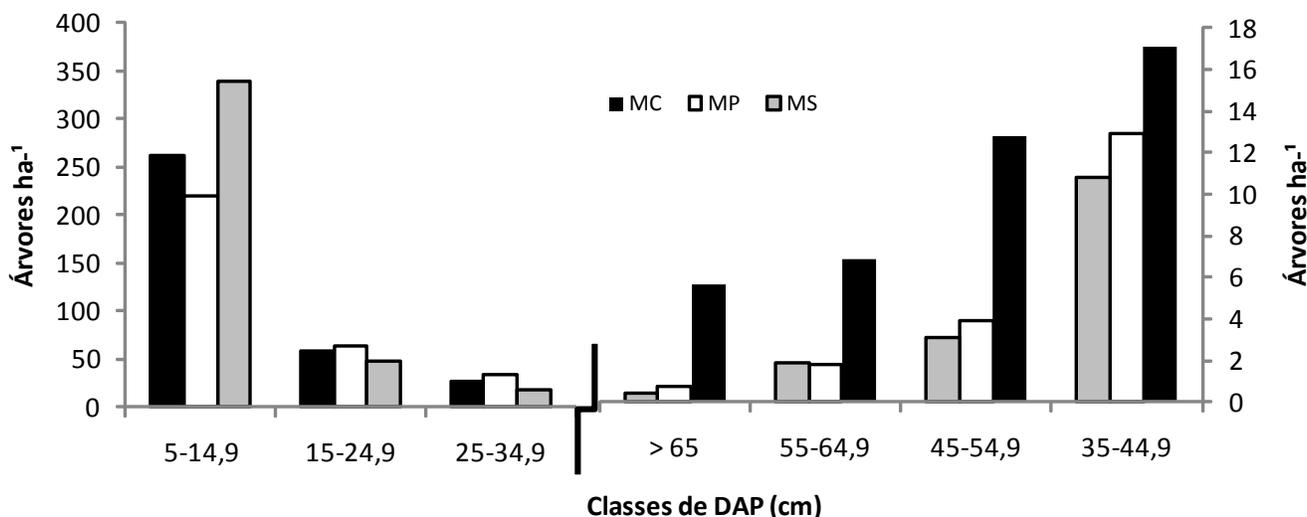


Figura 1. Distribuição dos indivíduos por classes de DAP e classificados como: espécies com valor comercial (MC); espécies potenciais (MP); e espécies sem valor comercial (MS), detectadas na Floresta Nacional do Tapajós, Km 67.

restringindo sua exploração, principalmente por conhecimento incipiente dessas espécies, o que vem impossibilitando os aspectos legais da sua exploração e, por outro lado, da falta de tecnologia industrial para o processamento de suas madeiras.

Volume

Aos 28 anos após a exploração, a área apresentou um volume de madeira de 255,6 m³ ha⁻¹, considerando árvores com DAP ≥ 20 cm, sendo 53% na classe MC, 30% em MP e 17% em MS (Tabela 2). Esse volume foi superior ao encontrado na mesma área antes da exploração (1975), que foi de aproximadamente 190 m³ ha⁻¹. Em área não explorada inventariada em 2009 e vizinha da área deste estudo, o volume encontrado foi de 210 m³ ha⁻¹. Em outra área (Km 114) também na Flona do Tapajós, distante 50 km da área do presente estudo, foi registrado um volume de 285 m³ ha⁻¹, antes da exploração florestal.

As espécies que apresentaram maior volumetria na categoria MC foram, em ordem decrescente: *Carapa guianensis*, *Tachigali chrysophylla*, *Couratari stellata* e *Jacaranda copaia*, que juntas representaram 32% do volume nessa categoria. As espécies com maior volumetria na categoria MP foram, em ordem decrescente: *Protium altsonii*, *Rinorea guianensis*, *Pouteria macrophylla* e *Cecropia sciadophylla*, que juntas representaram 40,3% do volume nessa categoria. As espécies com maior volumetria classificadas como MS foram, em ordem decrescente: *Bixa arborea*, *Sloanea* spp. (duas espécies), *Guatteria poeppigiana*,

Neea ovalifolia e *Neea* sp., que juntas representaram 70,4% do volume nessa categoria, observando-se que *B. arborea* contribuiu com 51 % desse volume.

Das espécies madeireiras registradas na área, somente 47 apresentaram o diâmetro mínimo de corte (DAP ≥ 50 cm), que juntas, somaram quase um terço do volume total dos indivíduos amostrados na área (80,6 m³ ha⁻¹), mas considerando a retirada das espécies proibidas para exploração (*Bertholletia excelsa* e *Hevea brasiliensis*), o volume potencial a ser explorado seria de 75,5 m³ ha⁻¹ (Tabela 2). Vale salientar que não foram considerados os critérios da legislação que regulamenta o PMFS (Plano de Manejo Florestal Sustentável), no que diz respeito à seleção de espécies para exploração (árvores raras, matrizes e 10% de remanescentes), ainda deve-se ressaltar que desse volume potencial não foi considerada a qualidade de fuste e árvores danificadas naturalmente, o que vem a reduzir o volume potencial para colheita.

Comparando o volume para o corte -MC (DAP ≥ 50 cm) registrado em 1981 com o volume incrementado até 2007, obteve-se um aumento 137,4%, incremento de 43,7 m³ ha⁻¹ (Tabela 2). O maior incremento volumétrico foi observado nas espécies sem valor comercial (MS), com 361% (11,2 m³ ha⁻¹). Supõe-se que com a abertura do dossel florestal pela exploração, as MS foram favorecidas pela maior entrada de luz, diminuição da competição por nutrientes e rápida colonização das clareiras de algumas dessas espécies. Por outro lado, as espécies MP com incremento de 49,1% (4,7 m³ ha⁻¹) sugerem que esse grupo de espécies ocupa a posição intermediária

do estrato vertical da floresta e que sofreram o maior impacto florestal e/ou mesmo são espécies de ciclos de vida mais curto, sugerindo um maior dinamismo de entradas e saídas de indivíduos dessa categoria, espécies que alcançam também pequenos diâmetros (DAP < 50 cm, Tabela 2).

O IPA em volume da categoria MC foi de $2,19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, contudo, o incremento periódico anual (IPA) das árvores com DAP ≥ 50 cm acumulam 82% do total ($1,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), identificando que a grande dinâmica da biomassa florestal concentra-se nas classes de árvores com grandes diâmetros.

O Monitoramento contínuo do crescimento detectou que as árvores com maiores diâmetros têm apresentado maior incremento diamétrico, de modo que a classe com DAP < 25 cm apresentou as menores taxas ($0,23 \text{ cm/ano}$), enquanto a comunidade toda revelou um crescimento de $0,25 \text{ cm ano}^{-1}$ (Tabela 2).

Analisando o incremento em volume das espécies exploradas em 1979, as com maior incremento foram: *C. guianensis* ($0,30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e *V. michelii* ($0,13 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) (Figura 2). Apesar de *C. guianensis* ter diminuído sua densidade em 26 anos de avaliação, pode se considerar uma espécie dominante na comunidade e que foi favorecida pela exploração.

A exploração madeireira realizada sem critérios ecológicos na escolha das espécies para o corte poderá ser um risco para a biodiversidade existente. O comportamento das espécies remanescentes após a colheita florestal é diferente se comparada à floresta primária, pois muda toda a estrutura vertical da floresta, o que vem a favorecer certos grupos de espécies remanescentes e prejudicar o crescimento e estabelecimento de outras, o que pode exigir longos períodos de dinâmicas sucessionais para algumas espécies se restabelecerem na área. Fato esse constatado na dominância de certas espécies nesse novo estrato florestal e que não foram dominantes antes da exploração, a exemplificar, *B. arborea*, espécies do gêneros *Cecropia*, *Protium* e *Inga*.

Um novo ciclo de corte deveria prever o manejo diferenciado por espécie, considerando a abundância e dominância da espécie na área, de modo a balancear o estoque remanescente nas características ecológicas e sucessionais das espécies. Braz (2010) sugere um único ciclo de corte com taxas de corte diferenciadas por agrupamento de espécies em conformidade com o incremento das mesmas. O planejamento tem que levar

em consideração a capacidade de recomposição, indicada pelo incremento individual das espécies e a análise da sua distribuição diamétrica. Outros critérios ecológicos também devem ser observados, como: o planejamento de diferentes indivíduos a serem preservados para uma mesma espécie em função dos diferentes graus de raridade apresentados pela espécie nas diferentes comunidades (Alves & Miranda, 2008) e a análise do diâmetro mínimo de reprodução de espécies madeireiras (Fonseca et al., 2008).

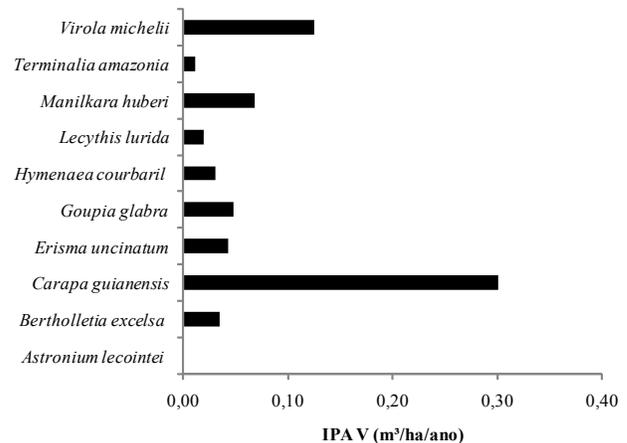


Figura 2. Incremento Periódico Anual em volume (IPAV) de 10 espécies exploradas na Floresta Nacional do Tapajós, considerando 26 anos (1981-2007).

A distribuição diamétrica do volume foi crescente nas espécies MC, decrescente nas MP e descontínua nas MS (Figura 3). A categoria MC apresentou o volume concentrado (59,3%) nas classes superiores (DAP ≥ 50 cm), se diferenciando da categoria MP que apresentou concentrado (81,6%) nas classes inferiores (DAP < 50 cm). Identificando novamente que um dos requisitos determinantes por ter valor comercial reconhecido é limitado pelo diâmetro máximo atingido, observando que praticamente a maioria das espécies classificadas como MP são espécies que biologicamente apresentam limites diamétricos inferiores aos estabelecidos pela indústria madeireira e/ou legislação ambiental.

As espécies MS, com distribuição volumétrica levemente decrescente (DAP < 50 cm = 66,9%), basicamente justificada pela contribuição de *Bixa arborea*, espécie dominante pós a exploração florestal e que apresenta indivíduos com grandes diâmetros.

Embora ocorra um rápido decréscimo do volume entre as classes $60 \leq \text{DAP} < 69,9$, isso indica que o estoque explorado no período de 28 anos não foi

recuperado nessa classe diamétrica. Obviamente, a maior intensidade exploratória ocorreu nesta classe de diâmetro e da mesma forma, biologicamente, esse é o limite diamétrico de muitas espécies. O destaque na classe DAP > 70 cm, certamente, se trata do estoque remanescente das espécies que não foram exploradas e/ou apresentaram qualidade de fuste desclassificadas à exploração. Tudo isso vem realçar que o estoque da biomassa é rapidamente recuperado, embora qualitativamente esse estoque seja composto por indivíduos de menores diâmetros e da mesma forma de diferentes espécies comparado ao estoque original, antes da exploração.

Tabela 2. Comparação do volume ($m^3 ha^{-1}$) e o IPA (Incremento Periódico Anual) considerando o intervalo de 1981-2007, nas categorias MC, MP e MS, na Floresta Nacional do Tapajós, Km-67.

	Classificação ^{*1}			Total
	MC	MP	MS	
1981	(m ³ ha ⁻¹)			
DAP<50 cm	44,66	43,57	15,48	103,71
DAP≥50 cm	34,19	9,53	3,10	46,82
Total	78,84	53,11	18,58	150,53
2007	(m ³ ha ⁻¹)			
DAP<50 cm	54,76	62,87	28,87	146,49
DAP≥50 cm	80,59	14,21	14,29	109,09
Total	135,34	77,08	43,16	255,58
Diferença	1981-2007 (m ³ ha ⁻¹)			
DAP<50 cm	10,10	19,30	13,38	42,78
DAP≥50 cm	46,40	4,68	11,20	62,28
Total	56,50	23,98	24,58	105,05
IPA V	(m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
DAP<50 cm	0,39	0,75	0,52	1,66
DAP≥50 cm	1,80	0,18	0,43	2,41
Total	2,19	0,93	0,95	4,07
IPA D	(cm ano ⁻¹)			n
5-24,9	0,27 (973)	0,23 (1.555)	0,19 (961)	0,23 (3.489)
25-44,9	0,55 (219)	0,24 (172)	0,49 (42)	0,41 (433)
45-64,9	0,45 (45)	0,32 (16)	0,49 (4)	0,43 (65)
65-84,9	0,63 (10)	0,43 (2)	0,12 (1)	0,56 (13)
85-104,9	0,53 (2)	-	0,57 (2)	0,57 (4)
≥ 105	0,71 (1)	-	-	0,71 (1)
Total	0,33 (1.250)	0,23 (1.745)	0,2 (1.010)	0,25 4.005

¹ Classificação: Madeireiras (MC), Potenciais (MP) e Sem valor madeireiro (MS).

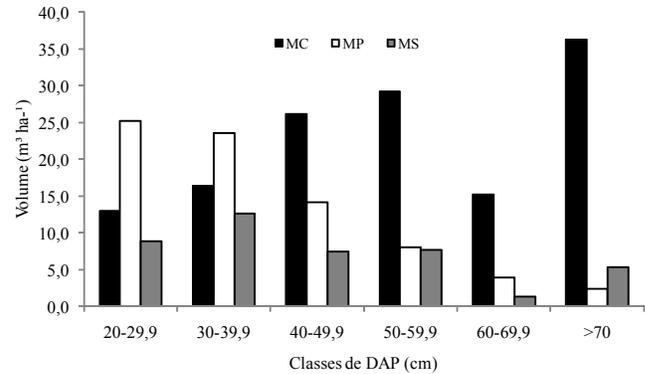


Figura 3. Distribuição do volume das espécies Madeireiras, Potenciais e Sem valor madeireiro em relação às classes diamétricas. Dados observados em área explorada na Floresta Nacional do Tapajós, Km-67, em 2007. Madeireiras (MC), Potenciais (MP) e Sem valor madeireiro (MS).

Dinâmica e balanço

Na comparação da recuperação das dez espécies dominantes antes da exploração (1975) com DAP ≥ 45 cm (Figura 4A), o balanço em termos de abundância foi negativo para oito espécies e positivo somente para as espécies *G. glabra* e *V. michelii*, mas considerando o volume, *V. michelii* apresentou balanço positivo. Porém, usando a mesma comparação para as dez espécies dominantes, após 28 anos da exploração, com DAP ≥ 45 cm (Figura 4B), observou-se a mudança para um novo grupo de espécies, mantendo apenas duas espécies (*C. guianensis* e *V. michelii*) e, por outro lado, agora inversamente, apenas três espécies com balanço negativo em volume (*C. guianensis*, *C. stellata* e *Perebea guianensis*), embora *C. stellata* ainda tenha apresentado saldo positivo para abundância. Ressalta-se que das dez espécies dominantes para a classe DAP ≥ 45 cm, apenas duas espécies (*C. guianensis* e *V. michelii*) se mantiveram dominantes após 28 anos da exploração. As espécies *C. guianensis*, *E. uncinatum*, *M. huberi* e *B. excelsa* apresentaram um leve déficit na densidade, mas no volume, com exceção de *C. guianensis*, o déficit foi superior a 50%. A exploração não favoreceu as espécies *A. lecointei*, *L. lurida*, *H. courbaril*, e *T. amazonia* que continuam após 28 anos com déficit tanto em densidade (>60%) como em volume (>80%) (Figura 4A). Da mesma maneira, no grupo das dez espécies dominantes antes da exploração, todas foram classificadas como MC; do contrário, das dez espécies dominantes após 28 anos da exploração, apenas três espécies foram classificadas como MC.

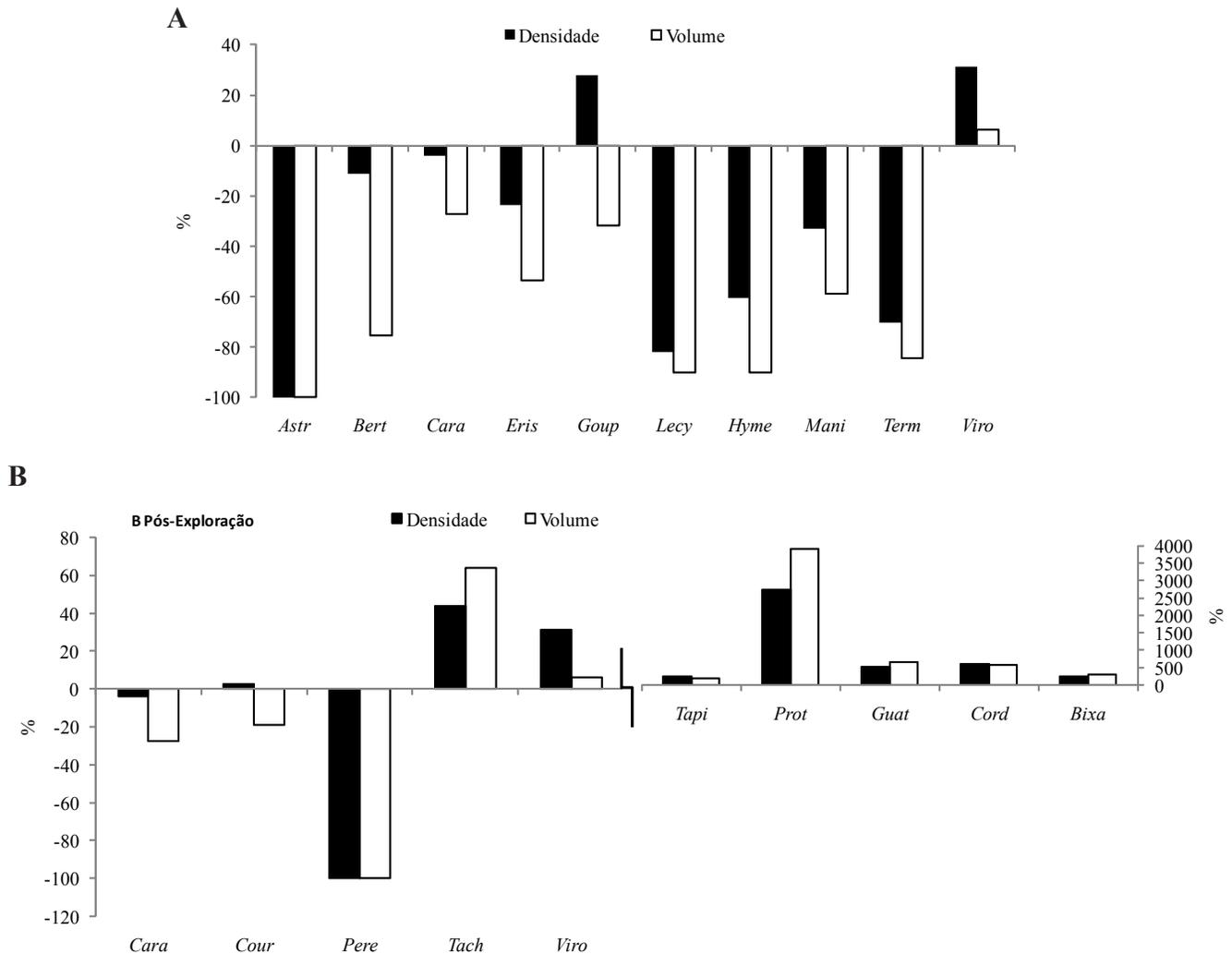


Figura 4. Comparação do volume das dez espécies com maior abundância com DAP ≥ 45 cm, em porcentagem, o balanço da biomassa volumétrica observada antes da colheita (1975) e após a colheita florestal (2007); (A) antes da colheita (1975); (B) após a colheita florestal (2007). **Astr:** *Astronium lecointei*, **Bert:** *Bertholletia excelsa*, **Cara:** *Carapa guianensis*, **Eris:** *Erisma uncinatum*, **Goup:** *Goupia glabra*, **Lecy:** *Lecythis lurida*, **Hyme:** *Hymenaea courbaril*, **Mani:** *Manilkara huberi*, **Term:** *Terminalia amazonia*, **Viro:** *Virola michelii*, **Cour:** *Couratari stellata*, **Pere:** *Perebea guianensis*, **Tach:** *Tachigali chrysophylla*, **Tapi:** *Tapirira guianensis*, **Prot:** *Protium altsonii*, **Guat:** *Guatteria poeppigiana*, **Cord:** *Cordia bicolor* e **Bixa:** *Bixa arborea*.

Supõe-se que as espécies que obtiveram saldo positivo na recuperação do estoque de árvores DAP ≥ 45 cm foram favorecidas pelo estoque das árvores remanescentes abaixo do diâmetro de corte, que por sua vez apresentaram características ecológicas favoráveis ao ambiente com maior radiação solar gerada pela exploração. Já para a maioria das espécies da classe MC, o saldo após 28 anos da exploração é negativo para essas. Estima-se um período praticamente centenário para sua completa reposição. Tal suposição encontra-se em conformidade as várias simulações que particularizaram

os estudos, como variáveis de demografia e dados genéticos populacionais de algumas espécies florestais, as quais indicaram a necessidade de ciclos de corte superiores a 60 anos (Sist et al., 2003; Schulze et al., 2005; Gardingen et al., 2006). Portanto, deve-se realçar que a colheita da madeira na área estudada foi de alta intensidade ($72,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), praticamente três vezes o volume legalmente permitido de ser explorado, sugerindo a necessidade de monitoramento de áreas manejadas com a intensidade de colheita atualmente vigentes.

Da mesma forma, se comparada a recuperação das dez espécies dominantes antes e após a exploração, foram consideradas as mesmas espécies no intervalo diamétrico inferior a 45 cm, para assim comparar o estado da recuperação desse mesmo grupo de espécies (Figura 5A e 5B). Nesse grupo das dez espécies dominantes antes da exploração, somente as espécies *A. lecointei* e *M. huberi* apresentaram balanço negativo. Já no período de 28 anos após a exploração nesse grupo, unicamente fica em destaque *P. guianensis*, a qual recuperou o estoque observado antes da exploração. Supõe-se que

a espécie *P. guianensis*, pela identificação errônea da época, é atualmente representada por um grande grupo de espécies vulgarmente conhecidas por muiratingas (espécies de vários gêneros da família Moraceae). Ainda é importante observar, além da mudança do grupo de espécies dominantes antes e após a exploração, o aumento explosivo em densidade e volume de *B. arborea* e *P. altsonii*. Independente desse desequilíbrio, tem-se positivamente que o estoque remanescente das espécies com DAP ≥ 45 cm é superior ao do observado antes da exploração.

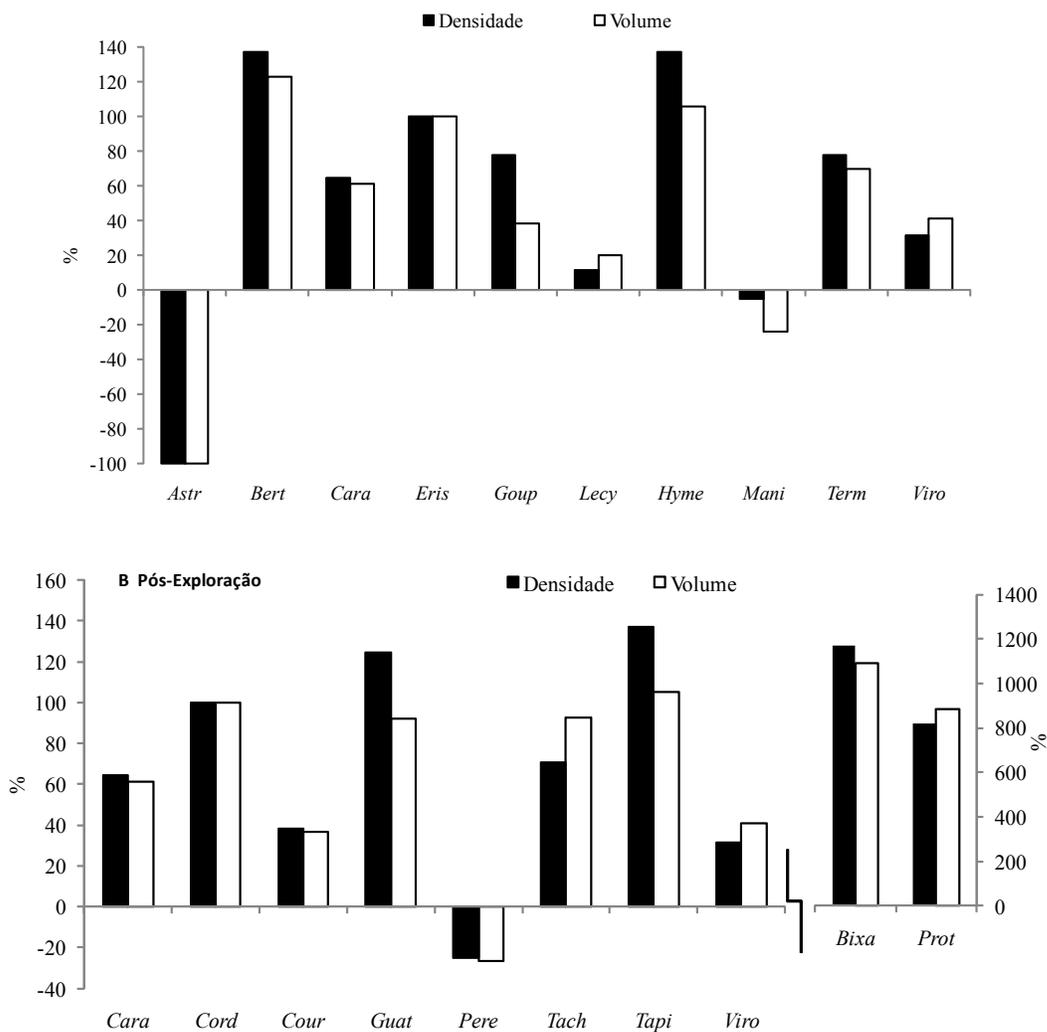


Figura 5. Comparação do volume das dez espécies com maior abundância com $30 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 45 \text{ cm}$, em porcentagem, o balanço da biomassa volumétrica observada antes da colheita (1975) e após a colheita florestal (2007); (A) antes da colheita (1975); (B) após a colheita florestal (2007). **Astr:** *Astronium lecointei*, **Bert:** *Bertholletia excelsa*, **Cara:** *Carapa guianensis*, **Eris:** *Erisma uncinatum*, **Goup:** *Goupia glabra*, **Lecy:** *Lecythis lurida*, **Hyme:** *Hymenaea courbaril*, **Mani:** *Manilkara huberi*, **Term:** *Terminalia amazonia*, **Viro:** *Virola michelii*, **Cour:** *Couratari stellata*, **Pere:** *Perebea guianensis*, **Tach:** *Tachigali chrysophylla*, **Tapi:** *Tapirira guianensis*, **Prot:** *Protium altsonii*, **Guat:** *Guatteria poeppigiana*, **Cord:** *Cordia bicolor* e **Bixa:** *Bixa arborea*.

Nota-se a mudança no cenário das composições das espécies para a futura colheita, evidenciando fortemente a mudança do grupo de espécies dominantes (Figura 4 e 5). Por outro lado, também se destaca um pequeno grupo de espécies que nitidamente encontraram condições ambientais favoráveis após a exploração, o que as levaram a superar o estoque apresentado antes da exploração. Entre estas, destacam-se: *P. altsonii*, *B. arborea*, *C. bicolor*, *G. poeppigiana*, *T. guianensis*, *T. chrysophylla* e *V. michelii*. Praticamente todas essas espécies não apresentam valor comercial, principalmente na região de abrangência do presente estudo, mostrando a necessidade de estudos tecnológicos para uso dessa imensa biomassa florestal, que é praticamente o estoque da futura colheita florestal, seja ela do primeiro ciclo de corte. Isto está em conformidade aos resultados deste estudo, em que se identificou uma das primeiras experiências de exploração florestal monitorada em longo prazo, em período de 28 anos na Amazônia legal, em uma exploração florestal pesada, sem considerar o volume explorado por espécie, representando um volume total explorado superior a duas vezes ao que é admissível atualmente pela legislação florestal.

Conclusão

A área apresentou 85 espécies atualmente comercializadas, além de 75 espécies (MP) não comercializadas, mas com características que podem propiciar a sua exploração, sendo indicadas para análises tecnológicas.

O ciclo de corte de 30 a 35 anos é viável unicamente se for planejado praticamente com novas espécies, que não foram exploradas na primeira colheita florestal. Contudo, nesse estudo, realça-se fortemente que a colheita foi muito pesada, o que contribuiu para a não recuperação do volume das espécies exploradas na primeira colheita, o que diminui a capacidade do incremento por ter deteriorado a estrutura remanescente. Estima-se um volume de $75,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de madeiras comerciais aptas para o planejamento da colheita, indicando a possibilidade de um novo ciclo de corte, embora tais espécies continuem com balanço negativo se comparado ao estoque original (antes da primeira colheita). Isso realça que a estrutura florestal foi completamente alterada em relação à original, mesmo com a recuperação da biomassa. A qualidade da floresta em termos de madeira de valor comercial é muito menor, sugerindo avanços

tecnológicos para o uso e processamento dessa nova diversidade de recursos florestais.

As espécies exploradas há 28 anos apresentaram balanço negativo, mas as espécies, principalmente as pioneiras e não exploradas, beneficiaram-se pela exploração e obtiveram um balanço positivo tanto em volume como em densidade.

As espécies nas classes diamétricas exploradas não recuperaram o estoque original. Porém, a recuperação do futuro estoque destas espécies ($\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$) está garantido e é inclusive superior ao observado antes da exploração.

As espécies responderam diferentemente à exploração florestal, indicando que cada espécie tem o seu comportamento e tempo de regeneração.

Sugere-se o planejamento da exploração por espécie, ou grupos de espécies com mesmo incremento em conformidade com o que a floresta pode incrementar, a distribuição diamétrica e espacial remanescente. Tais procedimentos podem favorecer a recuperação equilibrada entre as espécies, promovendo uma maior produtividade florestal e sustentabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, pelo apoio financeiro (Projeto Universal/CNPq - N° 477289/2007-0) e Projeto Floresta em Pé- CFBRA e a bolsa de iniciação científica cedida aos autores; à Embrapa Amazônia Oriental, pelo apoio institucional, e à dedicação e apoio nas atividades de campo do Sr. Nilson de Souza Carvalho, Raimundo Nonato Feitosa (*in memoriam*), Valdemir Rodrigues de Lira e Lúcio Reginaldo Seixas.

Referências

- ALDER, D.; SILVA, J.N.M. Sustentabilidade da produção volumétrica: Um estudo de caso na Floresta Nacional do Tapajós com o auxílio do modelo de crescimento Cafogrom. In: SILVA, J.N.M.; SILVA, S.M.A. da; YARED, J.A.G. **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 459. 2001.
- ALVES, J.C.Z.; MIRANDA, I. S.; Análise da estrutura de comunidades arbóreas de uma floresta amazônica de Terra Firme aplicada ao manejo florestal. **Acta Amazonica**, vol. 38, n. 4. p. 657- 666, 2008.
- BARROS, A.C.; VERÍSSIMO, A. **A Expansão madeireira na Amazônia: Impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará**. Belém: IMAZON, 2002. 180 p.

- BRAZ, E.M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 237. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2010.
- CARVALHO, J.O.P. de. **Inventário diagnóstico da regeneração natural da vegetação em área da Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1980. p. 23.(Embrapa-CPATU. Boletim de pesquisa, 2).
- COSTA FILHO, P.P.; COSTA, H.B.; AGUIAR, O.R. de; **Exploração mecanizada da floresta tropical, úmida sem babaçu**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1980. p. 29.(Embrapa-CPATU. Circular técnico 9).
- COSTA, D.H.M.; FERREIRA, C.A.P.; SILVA, J.N.M.; LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de. **Potencial madeireiro de florestais densos no município de Moju, estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1998. p. 33. (Embrapa-CPATU. Documentos, 121).
- DUBOIS, J. **Preliminary Forest management guidelines for the National Forest of the Tapajós**. Belém: [s.n.], 1976. p. 42. SF/FAO/BRA- 71-545, PRODEPEF/ Northern Region.
- FONSECA, M.G.; VIDAL, E.; SANTOS, F.A.M. Efeito da exploração madeireira sobre o número de indivíduos férteis de três espécies arbóreas comerciais na Amazônia oriental, *Acta Amazonica*, v. 38, n.4. p. 681 – 686, 2008.
- FRANCEZ, L.M. de B.; CARVALHO, J.O.P. de; JARDIM, F.C. da S. Mudanças ocorridas na composição florística em decorrência da exploração florestal em uma área de floresta de Terra firme na região de Paragominas, PA. *Acta Amazonica*, v. 37, n.2, p. 219 – 228, 2007.
- GARDINGEN, P. R. van; VALLE, D.; THOMPSON, I. Evaluation of yield regulation options for primary forest in Tapajós National Forest, Brazil. *Forest Ecology and Management*, v. 231, p. 184–195, 2006.
- IDEFLOR – Instituto de Desenvolvimento Florestal do Estado do Pará. **Plano Anual de Outorga Florestal 2009**. Belém: IDEFLOR, 2008. 68 p.
- LOPES, J. do C.A.; CARVALHO, J.O.P. de; SILVA, J.N.M.; COUTINHO, S.C. **Composição florística de uma floresta secundária três anos após o corte raso da floresta primária**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1989. p. 25.(Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 100).
- LOPES, W.P.; SILVA, A.F.; SOUZA, A.L.; MEIRA NETO, J.A.A. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce - Minas Gerais, Brasil. *Acta bot. bras.* v.16, n. 4, p. 443-456, 2002.
- OLIVEIRA, L.C.; COUTO, H.T.Z do.; SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. *Scientia Forestalis*. v.69, p.62-76, 2005.
- PARROTTA, J. A.; FRANCIS, J. K.; ALMEIDA, R. R. de. **Trees of the Tapajós: a photographic field guide**. Rio Piedras: USDA, Forest Service, International Institute of Tropical Forestry, 1995. 370 p. (USDA. For. Serv. Gen. Tech. Rep. IITF-1).
- RUSCHEL, A.R. **Dinâmica da composição florística e do crescimento de uma floresta explorada há 18 anos na Flona Tapajós**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.p. 58. (Série documentos, 341).
- RUSCHEL, A.R.; GUERRA, M.P.; MOERSCHBACHER, B.M.; NODARI, R.O. Valuation and characterization of timber species in remnants of the Alto Uruguay River ecosystem, southern Brazil. *Forest Ecology and Management*. v.217, p.103–116, 2005.
- RUSCHEL, A.R.; NODARI, E.S.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da floresta estacional decidual do Alto-Uruguai-SC. *Ciência Florestal*, v. 13, p. 153–166, 2003.
- SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J.M.N.; ZWEEDE, J.; VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo empresarial na Amazônia brasileira**. Belém: CIFOR, p 174, 2006.
- SANDEL, M.P; CARVALHO, J.O.P de. **Composição florística e estrutura de uma área de cinco hectares de mata alta sem babaçu na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 19 p.(Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 63).
- SCHULZE, M.; VIDAL, E.; GROGAN, J.; ZWEEDE, J.; ZARIN, D. As melhores práticas e normas de manejo atuais não sustentarão a produção de madeira nas florestas da Amazônia. *Ciência Hoje*, v. 214, p. 66–69, 2005.
- SFB – Serviço Florestal Brasileiro. **Plano Anual de Outorga Florestal 2010**. Brasília: SFB, 2009. 83 p.
- SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. 1989. 302p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – University of Oxford, Oxford, 1989.
- SILVA, J.N.M.; ARAÚJO, S.M.; Equação de volume para árvores de pequeno diâmetro, na Floresta Nacional do Tapajós. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n.16-25. 1984.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J do. C.A. **Inventário florestal de uma área experimental na Floresta Nacional do Tapajós**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 10/11, p. 38-110, 1985.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J do. C.A.; CARVALHO, M.S.P. de. Equação de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n.8-9, p.50-63, 1984.
- SIST, P., FERREIRA, F.N. Sustainability of reduced-impact logging in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*. 243, p.199–209. 2007.
- SIST, P.; SHEIL D.; KARTAWINATA K.; PRIYADI, H. Reduced impact logging in Indonesian Borneo: some results confirming the need for new silvicultural prescriptions. *Forest Ecology and Management*, v. 179, p.415-427, 2003.
- SOUZA, D.R.; SOUZA, A.L.; SILVA, M.L.; RODRIGUES, F.L.; Ciclo de corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.681-689, 2004.

Recebido em 15 de julho de 2010 e aprovado em 18 de novembro de 2010

