



ARTIGO ORIGINAL

Leonardo Pequeno Reis^{1*}
Ademir Roberto Ruschel²
José Natalino Macedo Silva³
Pamella Caroline Marques dos Reis¹
João Olegário Pereira de Carvalho³
Marcio Hofmann Mota Soares²

¹Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, Brasil

²Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil

³Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém, PA, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: leonardo.pequeno@ufv.br

PALAVRAS-CHAVE

Exploração de impacto reduzido
Manejo florestal
Manilkara

KEYWORDS

Reduced impact logging
Forest management
Manilkara

Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental

Dynamics of the diameter distribution of some Sapotaceae species after logging in Eastern Amazon

RESUMO: A avaliação da distribuição diamétrica ao longo do tempo é uma ferramenta útil nas decisões silviculturais no manejo florestal, que pode possibilitar a sustentabilidade desta atividade. Avaliou-se o efeito da exploração de impacto reduzido na distribuição diamétrica de espécies de Sapotaceae em floresta de terra firme no município de Moju, Pará. O experimento foi conduzido em uma área de 200 ha explorada seletivamente em 1997, com intensidade de $23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Na área, foram estabelecidas 22 parcelas permanentes de 0,5 ha, nas quais, em 1995, 1998 e 2010, foram medidas todas as árvores com $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$. As espécies estudadas apresentaram pequenas variações na distribuição diamétrica, causadas principalmente pela exploração florestal, que foram mais intensivas para as árvores com DAP de 70 a 90 cm. Espécies não exploradas apresentaram acréscimo da densidade após a exploração florestal, principalmente nas classes de diâmetros menores. Já as espécies exploradas apresentaram redução na densidade em várias classes de diâmetro, principalmente *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. O manejo florestal deve considerar a distribuição diamétrica por espécie no planejamento da colheita, com intensidades que não sejam maiores do que a capacidade de recuperação da densidade nas classes de diâmetro.

ABSTRACT: The evaluation of tree diameter distribution over time is a useful tool for deciding about silvicultural activities that can make forest management a sustainable activity. In this study, we assessed the effects of reduced impact logging over the diameter distribution of Sapotaceae tree species in a terra firme forest in the municipality of Moju, state of Para. The study was carried out in a 200 ha area logged at a volume intensity of $23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ in 1997. In this area, 22 0.5 ha permanent sample plots were established, where all trees with $\text{DBH} > 10 \text{ cm}$ were measured in 1995, 1998 and 2010. Small changes in tree diameter distribution were observed in the population of the species studied, caused mainly because of logging, which was more intense in trees with DBH between 70-90 cm. Species that had no trees harvested presented increased number of trees after logging, mainly in the small diameter classes, but species that had trees harvested, for example, *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev, showed decreased number of trees in some diameter classes. Forest management should take in account the diameter distribution of tree species for harvest planning. The intensities of logging cannot be greater than the recoverability of tree density per diameter classes.

1 Introdução

A importância da avaliação da distribuição diamétrica em florestas tropicais está na possibilidade de se poder inferir sobre ingresso, mortalidade e histórico de desenvolvimento das espécies arbóreas, bem como de avaliar a intensidade de perturbações que ocorreram na comunidade florestal. É uma ferramenta útil para caracterizar o estoque em crescimento por espécie e da comunidade, além de auxiliar no planejamento da exploração mais sustentável, podendo o silvicultor balancear a intensidade de colheita entre as classes de diâmetro.

As florestas tropicais sem grande perturbação apresentam distribuição diamétrica na forma de J-invertido, caracterizando uma comunidade típica, autorregenerante, com maior número de indivíduos nas menores classes de diâmetro (Hess et al., 2010). Em nível de espécies, no entanto, a distribuição diamétrica pode diferir muito da forma J-invertido, de acordo com o comportamento ecofisiológico das espécies e as mudanças ocorridas ao longo do tempo, o que torna a avaliação da dinâmica da distribuição diamétrica uma importante ferramenta para gerar conhecimento sobre a estrutura de uma floresta (Carvalho; Nascimento, 2009; Dalla Lana et al., 2013), principalmente na exploração florestal, que, ao se colherem árvores em várias classes de diâmetro, com intensidade muito elevada em determinadas classes, resulta em fortes alterações na distribuição diamétrica e, conseqüentemente, demanda-se

muito tempo para a recuperação do estoque aproveitável das espécies colhidas.

Sapotaceae possui diversas espécies frutíferas – como exemplos, abiu [*Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk. e *Pouteria macrophylla* (Lam.) Eyma] – e espécies arbóreas, que produzem madeira de alto valor comercial, como maçaranduba [*Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev.], as maparajubas [*Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev. e *Manilkara paraensis* (Huber) Standl.] e o goiabão [*Pouteria bilocularis* (H.J.P. Winkl.) Baehni e *Chrysophyllum lucentifolium* Cronquist]. Há espécies de importância fitoterápica, como, por exemplo, *Chrysophyllum cainito* L., cujas folhas podem ser eficazes para ajudar no tratamento das diabetes (N'guessan et al., 2009).

As informações obtidas sobre a ecologia e a silvicultura dessa família poderão contribuir para subsidiar políticas públicas e a iniciativa privada sobre a utilização dos recursos florestais de forma sustentável. Avaliou-se a dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae, para observar as mudanças ocorridas após a colheita de madeiras.

2 Material e Métodos

O estudo foi conduzido em 200 ha do campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado no município de Moju, Estado do Pará (Figura 1), que possui uma área total

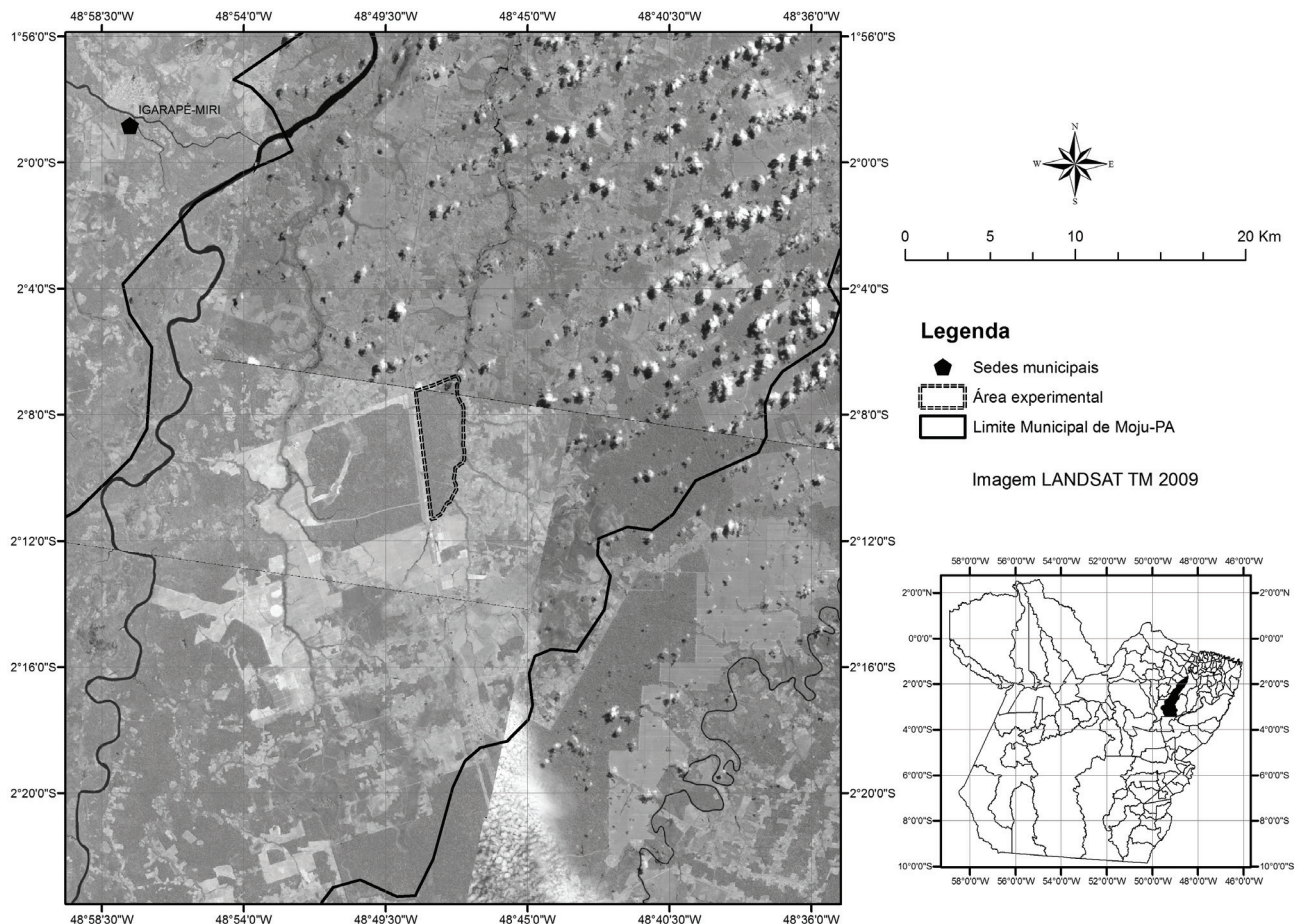


Figura 1. Localização do campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental no município de Moju, Estado do Pará.

de 1.050 ha (02° 08' 14" e 02° 12' 26" de latitude Sul e 48° 47' 34" e 48° 48' 14" de longitude a Oeste de Greenwich), à margem da Rodovia PA-150. A sede do município está distante da capital, Belém-PA, cerca de 117 km em linha reta (Lopes et al., 2001).

O clima da região é do tipo Ami (clima quente e úmido), segundo a classificação de Köppen. A precipitação pluviométrica anual varia de 2.000 a 3.000 mm, distribuída irregularmente, havendo pequenos períodos secos, sendo o período mais chuvoso nos meses de fevereiro a abril, e o mais seco, de agosto a outubro. A umidade relativa do ar está em torno de 85%. As temperaturas médias mensais oscilam de 21 a 33 °C e a média anual é em torno de 26 °C (Silva et al., 2001).

O relevo da área experimental é plano, com pequenas ondulações. Predomina, na área, o Latossolo Amarelo distrófico com diferentes texturas, ocorrendo também solos Argissolos Vermelhos-Amarelos, Gleissolos e Plintossolo (Silva et al., 2001).

A tipologia da área experimental é Floresta Ombrófila Densa de terra firme. Possui árvores com o porte variando entre 25 e 35 m de altura, com presença de algumas palmeiras no sub-bosque (Lopes et al., 2001).

Em 200 ha da área do campo experimental, foi realizado, em 1995, um inventário florestal a 100% de intensidade (censo florestal) das espécies arbóreas com madeira comercializada na região. Em 100 ha, foram inventariadas as árvores com DAP (diâmetro medido a 1,30m) ≥ 25 cm e, nos outros 100 ha, foram medidas as árvores com DAP ≥ 45 cm (Costa et al., 1998). Em 1997, foi realizada a exploração florestal de impacto reduzido. Antes da exploração, foi feito o corte de todos os cipós com diâmetro ≥ 2 cm nos 200 ha. Foram colhidas, em média, 3,3 árvores ha⁻¹ com diâmetro mínimo de corte (DMC) de 65 cm, de 25 espécies comerciais, correspondendo a um volume de 23 m³ ha⁻¹, o que representou 69% do volume planejado (33,5 m³ ha⁻¹).

Destacaram-se em volume, no planejamento da exploração, *M. huberi* com 5,8 m³ ha⁻¹, *Vouacapoua americana* Aubl. com 4,5 m³ ha⁻¹, *Pseudopiptadenia suaveolens* (Miq.) J.W. Grimes com 3,6 m³ ha⁻¹ e *Goupia glabra* Aubl. com 3,1 m³ ha⁻¹, as quais, juntas, representaram 51% do volume planejado. Além destas, mais duas espécies de Sapotaceae, que foram colhidas com o mesmo nome comum de maparajuba (*M. bidentata* e *M. paraensis*), com 0,34 m³ ha⁻¹.

Em 1995, foram estabelecidas, aleatoriamente, nos 200 ha, 22 parcelas permanentes com dimensões de 50 x 100 m (0,5 ha), divididas em 50 subparcelas de 10 x 10 m, totalizando uma amostra de 11 ha. Nessas parcelas, foram medidas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm em 1995 (antes da exploração) e remeidas, após a exploração, em 1998 e 2010.

A determinação do nome comum das espécies foi realizada no campo por parabológicos da Embrapa Amazônia Oriental. Em 2010, 2011 e 2012, foi coletado material botânico, para a determinação do nome científico no Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, usando Pennington (1990) como referência e o conhecimento de especialistas na família.

Nas 22 parcelas, foram coletadas amostras de, no mínimo, cinco árvores para cada nome vulgar das espécies de Sapotaceae, totalizando 245 árvores coletadas. Quando

as árvores estavam férteis, coletaram-se cinco amostras por árvore e, quando estéreis, no mínimo, duas amostras. Todo o material botânico (folha e fuste) foi fotografado, para melhor identificação.

A distribuição diamétrica foi analisada de acordo com o 'q' de De Liocourt (1898) citado por Meyer (1952) e Campos et al. (1983). A proposta de Liocourt consiste em descrever as características de uma floresta normal a partir do estudo dos melhores povoamentos irregulares. Este constatou que existia certa proporcionalidade entre o número de árvores por classes de diâmetro sucessivas. Desta forma, deduziu a regra de que, em povoamentos irregulares cultivados, o número de árvores em relação às classes de diâmetro decresce numa progressão geométrica (Schneider, 2008).

O quociente 'q' de De Liocourt determina a forma da curva da distribuição diamétrica e, assim, permite fazer inferências sobre o recrutamento e a mortalidade em comunidades vegetais, pois, se houver uma razão constante entre as classes, significa que a taxa de recrutamento é similar à taxa de mortalidade e que a distribuição pode ser considerada regular ou equilibrada (Alves Junior et al., 2010).

Foi estabelecida a amplitude das classes de diâmetro de 10 cm. A primeira classe, por exemplo, chamada de Classe 15 (centro da classe), tem 10,0 cm como limite inferior e 19,9 cm como limite superior. Os dados de frequência por classes de diâmetro foram ajustados pela Equação 1, conforme Campos et al. (1983):

$$Lny_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Em que:

Lny_i = Logaritmo natural da média da frequência por classes de diâmetro de 10 cm, por hectare;

X_i = Centro da classe de diâmetro;

β_0 e β_1 = Parâmetros que exprimem a estrutura da vegetação em relação à distribuição dos diâmetros.

Para viabilizar o cálculo quando da inexistência de indivíduos em alguma das classes, somou-se a densidade de um indivíduo como constante a todas as classes (Alves Junior et al., 2010). A análise do 'q' de De Liocourt foi realizada somente nas espécies que apresentaram o R² mínimo de 50% e que houve presença de indivíduos em pelo menos cinco classes de diâmetro.

O coeficiente 'q' de De Liocourt foi obtido com base nos dados ajustados da distribuição diamétrica (Campos et al., 1983), por meio da Equação 2:

$$q = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_i)}}{e^{(\beta_0 + \beta_1 X_{i+1})}} \quad (2)$$

Em que:

q = razão entre a frequência de uma classe de diâmetro qualquer (X_i) pela frequência da classe imediatamente acima (X_{i+1}).

Foram avaliados os quocientes 'q' de De Liocourt para a comunidade e para Sapotaceae. Consideraram-se as espécies que apresentaram o maior índice de valor de cobertura (IVC) antes e após a exploração de madeira (Reis et al., 2013). O IVC é a soma da densidade relativa (percentagem do número de árvores por hectare) com a dominância relativa (percentagem

da área basal - $m^2 ha^{-1}$). Na análise dos parâmetros, foram considerados três períodos: 1995 a 1998, 1998 a 2010 e 1995 a 2010.

A significância estatística para a distribuição diamétrica entre os diferentes levantamentos foi verificada pelo teste Qui-quadrado (χ^2) no nível de 5% de probabilidade. Agruparam-se as classes que apresentavam frequência menor do que cinco árvores.

Os dados foram processados no software Monitoramento de Florestas Tropicais (MFT) desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental e em planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel 2010. As análises estatísticas foram processadas pelo software Bioestat 5.3.

3 Resultados e Discussão

Em 2010, 13 anos após a exploração florestal, foram registradas 520,8 árvores ha^{-1} com DAP ≥ 10 cm em 11 ha (Tabela 1), compreendendo uma área basal de 27,04 $m^2 ha^{-1}$, distribuídas em 47 famílias botânicas, 165 gêneros e 380 espécies determinadas cientificamente. Além destas, 56 foram determinadas somente até o gênero, por falta de material botânico fértil na época da coleta.

Sapotaceae respondeu por 10,8% (41 espécies identificadas) do total de espécies em 2010 (Tabela 1), sendo a segunda família mais representativa da área em riqueza florística e a terceira com maior número de árvores, com 11,5% (60,1 árvores ha^{-1}) da comunidade arbórea. Este número está distribuído em seis gêneros: *Pouteria* (21 espécies), *Chrysophyllum* (dez espécies), *Micropholis* (quatro espécies), *Manilkara* (três espécies), *Diploon* (duas espécies) e *Ecclinusa* (uma espécie).

A Sapotaceae apresentou uma estrutura diamétrica em forma de J-invertido, comportamento este igualmente observado em toda a comunidade (Figura 2). Essa estrutura manteve-se em todos os levantamentos, antes e após a exploração, tanto para Sapotaceae como para toda a comunidade. A distribuição diamétrica em J-invertido é comum em florestas tropicais inequidistantes (Alves Junior et al., 2010; Machado et al., 2010; Reis et al., 2010; Higuchi et al., 2012).

Outra característica comum para Sapotaceae e toda a comunidade foi o acúmulo de praticamente 95% das árvores com DAP < 50 cm (Figura 2). Semelhantemente, a classe com maior densidade DAP < 20 cm ocupou mais da metade das árvores inventariadas.

No período de 1995 a 2010 (13 anos após a exploração), somente duas classes continuaram com decréscimo na densidade relativa de Sapotaceae em relação à situação antes da exploração (Tabela 1): a classe 10 a 20 cm (5%) e a classe > 85 cm (0,3%). Na classe de > 85 cm, foi registrada a maior diminuição, causada pela concentração de 42,9% das árvores colhidas de *M. huberi*. As demais classes tiveram um aumento na densidade relativa após a colheita florestal. A dinâmica entre classes diamétricas é nitidamente perceptível após a exploração, mostrando que a abertura do dossel florestal favoreceu o recrutamento das árvores nas diversas classes diamétricas, considerando-se toda a comunidade. Por outro lado, Sapotaceae, nas classes de menor diâmetro (10 a 20 cm), apresentou uma redução gradual da densidade em todos os períodos pós-colheita avaliados, sugerindo que, ao verificar

o estoque de árvores, nessa classe, o recrutamento não foi suficiente. Tal redução pode afetar a recomposição das classes maiores e a recuperação para fins madeireiros das espécies da família.

Houve diferença significativa na distribuição diamétrica para toda a comunidade, em todos os períodos analisados: 1995 a 1998 ($\chi^2= 28,778$; GI=8; $p < 0,05$); 1998 a 2010 ($\chi^2= 38,286$; GI=8; $p < 0,05$), e 1995 a 2010 ($\chi^2= 40,452$; GI= 8; $p < 0,05$). Já para Sapotaceae, apesar da redução da densidade devido à colheita no período de 1995 a 1998, não houve diferença significativa entre as distribuições diamétricas ($\chi^2= 7,626$; GI= 5; $p > 0,05$); contudo, no período de 1995 a 2010, verificou-se diferença ($\chi^2= 16,74$; GI=5; $p < 0,05$), comprovando a forte reestruturação entre as classes diamétricas do total da comunidade. Note-se que, em relação a Sapotaceae, a diferença está na redução da densidade nas primeiras classes de diâmetro de 1995 a 2010.

Embora a distribuição diamétrica tenha sido alterada, com decréscimo na densidade por causa da exploração florestal, esta continua balanceada. O 'q' de De Liocourt para Sapotaceae teve leves alterações, sendo que antes da exploração foi de 1,88 e, logo após a colheita, passou para 1,97; porém, após 13 anos pós-colheita (2010), retornou a $q=1,89$, praticamente ao valor obtido antes da colheita (Tabela 2). O mesmo comportamento não foi observado para a dinâmica diamétrica para toda a comunidade, pois o valor do q-licourt teve um crescente aumento, diferente ao de Sapotaceae. Tal comportamento realça as diferenças estatísticas significativas observadas para toda a comunidade, o que, em parte, não foi observado para Sapotaceae. Os valores de 'q' obtidos estão dentro dos esperados para florestas tropicais inequidistantes naturais sem grandes intervenções (Braz et al., 2012).

No 'q' observado nos períodos pós-colheita, houve discrepância no intervalo diamétrico de 70 a 90 cm para a comunidade (Figura 3a) e Sapotaceae (Figura 3b), quando ocorreu maior intensidade da exploração. Embora também houvesse uma discrepância natural já antes da colheita (1995), após 13 anos, houve uma diminuição na discrepância do valor de 'q', sendo este um indicativo da reestruturação das classes. É importante realçar que, na classe acima do diâmetro de corte, considerando-se toda a comunidade, houve um acúmulo de árvores superior ao observado antes da exploração, demonstrando claramente que a colheita florestal favoreceu o egresso das árvores abaixo do diâmetro de corte (DAP < 65 cm).

No Brasil, são poucos os estudos em florestas tropicais que tratam da distribuição de De Liocourt. Para uma Floresta Ombrófila Densa de terra firme, no Estado do Amazonas, Braz et al. (2012) encontraram um $q= 1,58$. Em uma Floresta Ombrófila Aberta de terra firme, com constantes intervenções antrópicas, Alves Junior et al. (2010) encontraram $q= 1,26$ para Mata das Caldeiras e $q= 1,30$ para Mata das Galinhas, em Catende, Estado de Pernambuco. Os autores chamaram a atenção para o fato de que valores de 'q' muito próximos de um (1) indicam um desbalanceamento da estrutura diamétrica.

Em 1995 (antes da exploração), das 41 espécies de Sapotaceae identificadas, somente dez apresentaram indivíduos com diâmetros acima de 50 cm. Isso também ocorreu em 1998, aumentando para 12 espécies em 2010. Esse fato ocorre porque muitas espécies de Sapotaceae são classificadas como

Tabela 1. Distribuição diamétrica das árvores de Sapotaceae (número absoluto) para o ano 2010, observado de uma amostra de 11 ha em Floresta Ombrófila Densa, no município de Moju-PA. Valores entre parêntese são referentes ao balanço de entradas e saídas de árvores nas classes no período de 1995 a 2010.

Espécies	Centro de classe diamétrica (cm)								Total
	15	25	35	45	55	65	75	>85	
	Número absoluto de árvores								
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chev.)	18 (-7)	11 (+1)	6 (-1)	4 (-3)	7 (+1)	6	2	2 (-3)	56 (-11)
<i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl.	4 (+2)	1	0 (-2)	0 (-1)	1	0 (-1)	1 (+1)		7 (-1)
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	35 (+2)	17 (+7)	11	8 (+2)	2 (-1)	1 (+1)	1		75 (+11)
<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	2 (+1)	0 (-4)	4 (+3)	2 (+1)		1 (-1)	1 (+1)		10 (+1)
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	11 (+5)	4 (-2)	5 (+3)	3 (-1)	4 (+1)	2	2 (+1)		31 (+7)
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	11 (+3)	7 (+2)	3 (+2)	1		1			23 (+7)
<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	7 (+1)	1 (-1)	2 (+1)			1			11 (+1)
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> subsp. <i>pachycarpum</i> Pires & T.D. Penn.	8 (-2)	5 (+2)	2	1	1 (+1)	(-1)			17 (0)
<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	1	3	1 (-1)	1 (+1)	0 (-1)	1 (+1)			7 (0)
<i>Micropholis egensis</i> (A. DC.) Pierre					0 (-1)	1 (+1)			1 (0)
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	9 (-2)	7 (+4)	1 (-1)	1		1 (+1)			19 (+2)
<i>Pouteria</i> spp	11 (-23)	10 (-13)	8 (-6)	1 (-2)	1				31 (-44)
<i>Chrysophyllum prieurii</i> A. DC.	5 (-3)	9 (+2)	3 (+2)	1	1 (+1)				19 (+2)
<i>Pouteria</i> sp1				0 (-1)	1 (+1)				1 (0)
<i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> (Pierre) Baehni	2 (-1)	1 (+1)		1					4 (0)
<i>Pouteria robusta</i> (Mart. & Eichler) Eyma	4 (-2)	5 (-1)	5 (+3)	1					15 (0)
Indeterminados	6 (-31)	3 (-4)	0 (-3)	0 (-3)					9 (-41)
<i>Pouteria laurifolia</i> (Gomes) Radlk.	8 (-21)	2 (-5)	2 (-1)	1 (+1)					13 (-26)
<i>Pouteria anomala</i> (Pires) T.D. Penn.	1 (-2)	3 (-2)	4 (+3)	3 (+1)					11 (0)
<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	20 (+3)	11	7 (+3)	3 (+3)					41 (+9)
<i>Chrysophyllum cuneifolium</i> (Rudge) A. DC	5 (+1)		1						6 (+1)
<i>Micropholis acutangula</i> (Ducke) Eyma	1 (-1)	3 (-1)	4						8 (-2)
<i>Pouteria reticulata</i> (Engl.) Eyma	3		1						4 (0)
<i>Chrysophyllum guianense</i> (Eyma) Baehni		0 (-1)	1 (+1)						1 (0)
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Eyma	69 (-4)	30 (+12)	10 (+2)						109 (+10)
<i>Pouteria virescens</i> Baehni	42 (+1)	12 (+1)	2 (+1)						58 (+3)
<i>Pouteria macrocarpa</i> (Mart.) D. Dietr.	6 (-1)	0 (-1)							6 (-2)
<i>Pouteria minutiflora</i> (Britton) Sandwith		1							1 (0)
<i>Chrysophyllum</i> sp1	10 (+1)	1 (+1)							11 (+1)

Espécies	Centro de classe diamétrica (cm)								Total
	15	25	35	45	55	65	75	>85	
	Número absoluto de árvores								
<i>Diploon</i> sp	0 (-1)	1 (+1)							1 (0)
<i>Pouteria eugeniifolia</i> (Pierre) Baehni	10 (+3)	1 (+1)							11 (+4)
<i>Pouteria decorticans</i> T.D. Penn.	11 (+2)	3 (+1)							14 (+3)
<i>Chrysophyllum amazonicum</i> T.D. Penn.	3								3 (0)
<i>Chrysophyllum auratum</i> Miq.	2 (+1)								2 v(+1)
<i>Chrysophyllum manaosense</i> (Aubrév.) T.D. Penn	1 (+1)								1 (+1)
<i>Chrysophyllum sparsiflorum</i> Klotzsch ex Miq.	3 (+2)								3 (+2)
<i>Diploon cuspidatum</i> (Hoehne) Cronquist	1								1 (0)
<i>Pouteria ambelaniifolia</i> (Sandwith) T.D. Penn.	1 (+1)								1 (+1)
<i>Pouteria bilocularis</i> (H.J.P. Winkl.) Baehni	1								1 (0)
<i>Pouteria brachyandra</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D. Penn.	3								3 (0)
<i>Pouteria gongrijpii</i> Eyma	11 (+4)								11 (+4)
<i>Pouteria opposita</i> (Ducke) T.D. Penn.	1 (+1)								1 (+1)
<i>Pouteria singularis</i> T.D. Penn.	3								3 (0)
ano 1995	417	150	74	37	16	14	4	4	716
Sapotaceae ano 1998	403	154	65	36	21	11	2	1	693 (-23)
ano 2010	350	152	83	34	18	15	7	2	661 (-55)
ano 1995	3361	1102	462	221	126	61	35	45	5413
Toda a comunidade ano 1998	3318	1120	461	224	121	56	29	26	5355 (-58)
ano 2010	3431	1243	513	266	139	66	41	30	5729 (+316)

Tabela 2. Equações de estimativa da frequência por classe de diâmetro e quociente de Licourt (q) para a comunidade arbórea e de Sapotaceae de uma amostra de 11 ha em Floresta Ombrófila Densa, no município de Moju-PA.

Ano	Composição	Função	'q' Licourt	R ² (%)	Sy.x (árvores ha ⁻¹)
1995	Comunidade	lnY= 5,995343 - 0,061315X	1,85	74,40	48,83
	Sapotaceae	lnY= 4,210177 - 0,063071X	1,88	88,79	4,20
1998	Comunidade	lnY= 6,137233 - 0,06682X	1,95	78,48	44,38
	Sapotaceae	lnY= 4,302315 - 0,067982X	1,97	91,37	3,59
2010	Comunidade	lnY= 6,344692 - 0,068276X	1,98	86,65	36,31
	Sapotaceae	lnY= 4,228772 - 0,063663X	1,89	96,68	1,94

R²: Coeficiente de determinação (%); Sy.x: Erro padrão da estimativa.

tolerantes à sombra e têm seu ciclo de desenvolvimento praticamente todo no sub-bosque; assim, muitas delas não atingem diâmetros comerciais para fins madeireiros.

Em 2010, somente 12 espécies e uma em nível de gênero – *C. lucentifolium* subsp. *pachycarpum*; *C. prieurii*; *E. guianensis* Eyma.; *M. bidentata*; *M. paraensis*; *Pouteria oppositifolia* (Ducke) Baehni; *P. caimito*.; *P. guianensis*; *M. venulosa*; *P. cladantha*; *M. huberi*; *M. engensis*; *Pouteria*

sp1 – apresentaram árvores com diâmetro superior a 50 cm. Todas essas espécies, determinadas cientificamente, têm madeiras que são comercializadas no Estado do Pará (Tabela 1).

Nesse universo amostral, com 42 espécies identificadas, destas, 28 não atingem o diâmetro comercial ≥ 50 cm, conforme prevista na legislação florestal. Isso significa que a maioria das espécies de Sapotaceae deste estudo (67%)

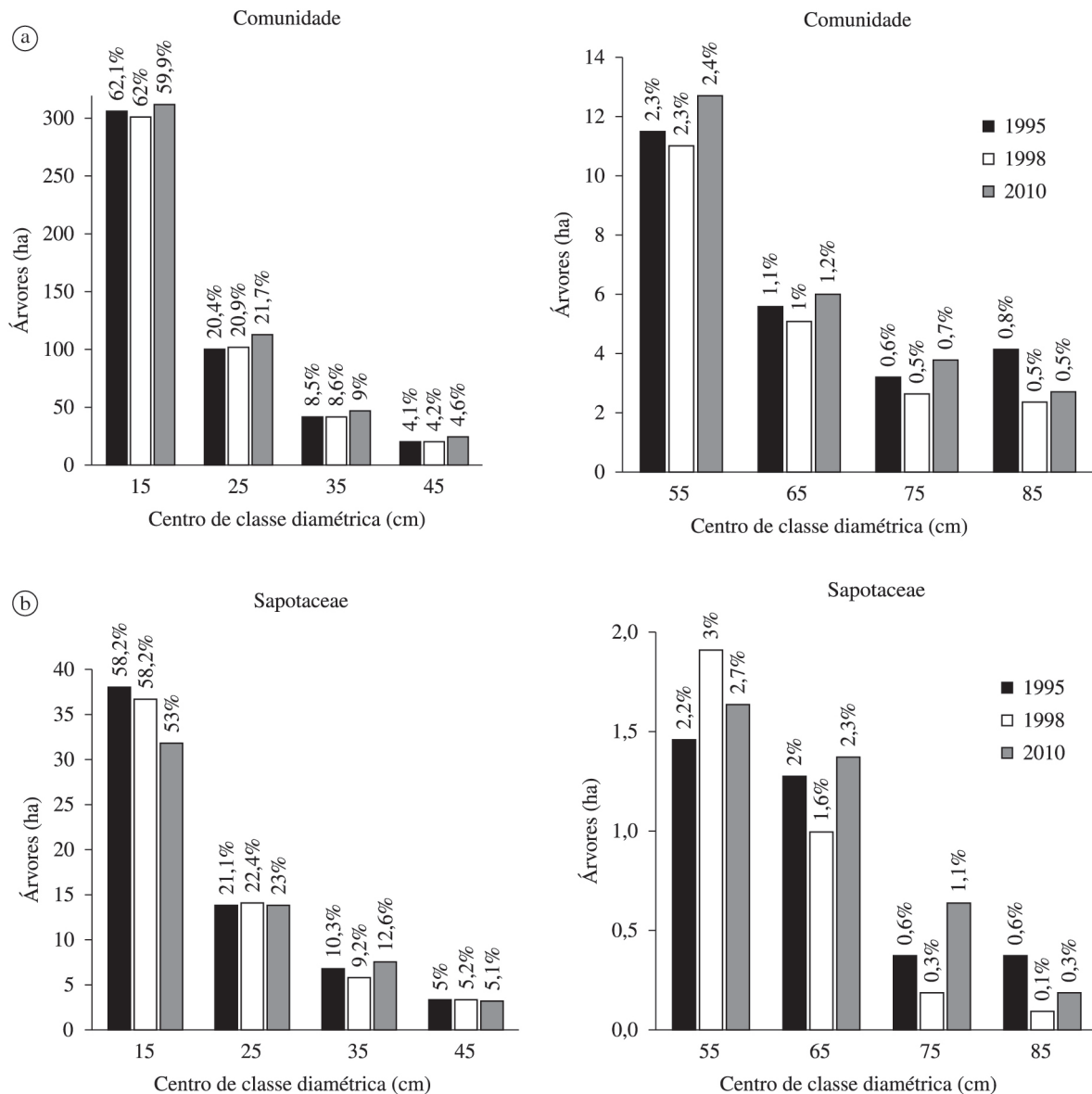


Figura 2. Distribuição diamétrica de árvores e respectivos valores percentuais para toda a comunidade (a) e Sapotaceae (b), nos anos de 1995 (antes da exploração), 1998 (um ano após a exploração) e 2010 (13 anos após a exploração), de uma amostra de 11 ha em Floresta Ombrófila Densa.

demanda estudos de populações e de tecnologia da madeira, para subsidiar seu uso abaixo do diâmetro de corte estipulado pela legislação florestal.

Analisando-se a distribuição diamétrica das cinco espécies com maior índice de valor de cobertura IVC (Reis et al., 2013), em 2010 e das exploradas em 1997, *M. huberi*, *P. macrophylla*, *P. guianensis* e *P. virescens* apresentaram uma tendência ao padrão de J-invertido em todos os levantamentos. *M. bidentata*, *M. paraensis* e *P. oppositifolia* não apresentaram essa tendência, sendo a distribuição diamétrica desbalanceada desde antes da exploração (Tabela 1).

M. huberi, em 1995 e 2010, apresentou 96% da densidade abaixo de 60 cm de diâmetro, ocasionado pela exploração seletiva das árvores com DAP \geq 65 cm. Em 1998, não houve acréscimos na classe de 15 cm com uma densidade de 2,27 árvores ha⁻¹, sendo que esse valor ainda diminuiu em 2010

para 1,55 árvores ha⁻¹, representando um decréscimo de 32% no período de 1995 a 2010.

Logo após a exploração (1998), *M. huberi* apresentou decréscimos em quatro das oito classes diamétricas de sua distribuição. Houve descontinuidade nas classes de 75 e 85 cm, nas quais se concentrou a exploração (71% das árvores colhidas). Analisando-se a distribuição entre 1998 e 2010, houve a recuperação das classes de 75 e 85 cm, mas comparando-se com a situação antes da exploração (1995), ainda existem decréscimos nas classes de 15 cm (32%), 45 cm (43%) e 85 cm (66,7%). A classe mais representativa na densidade (15 cm) apresentou déficit no último período analisado, o que caracteriza que o estoque natural de *M. huberi* não foi suficiente para recompor, em curto prazo, o estoque de arvoretas egressas para as classes superiores.

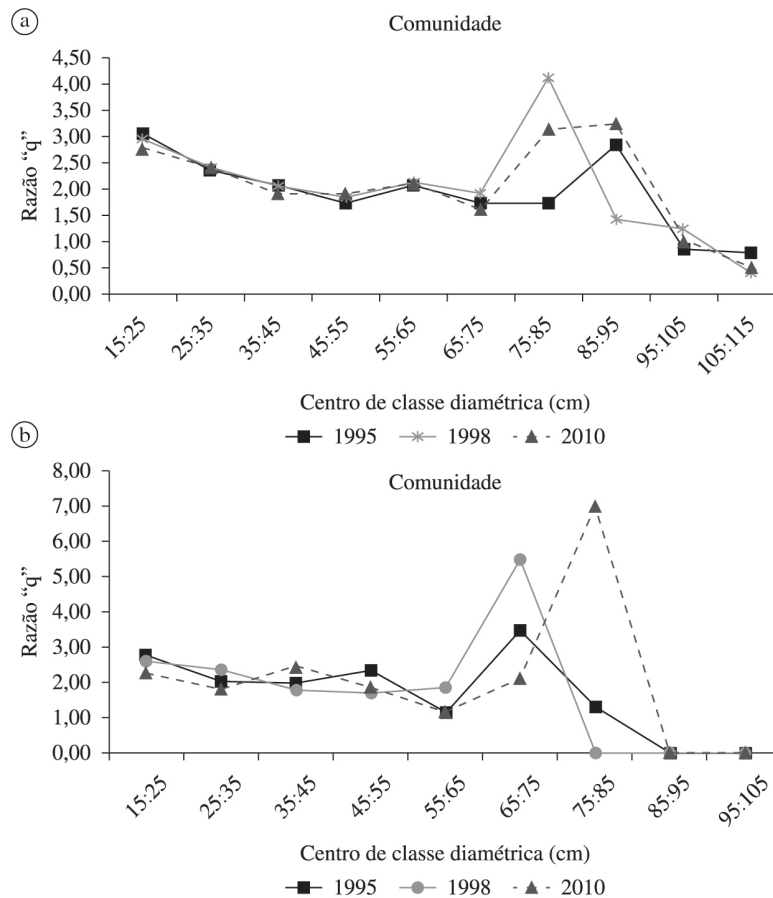


Figura 3. Quociente 'q' (observado) de De Liocourt para toda a comunidade (a) e para Sapotaceae (b), em três ocasiões: 1995 (antes da exploração), 1998 (um ano após a exploração) e 2010 (13 anos após a exploração), de uma amostra de 11 ha em Floresta Ombrófila Densa.

P. macrophylla, *P. guianensis*, *P. oppositifolia*, *M. bidentata* e *M. paraensis* apresentaram decréscimo em pelo menos uma classe diamétrica no período de 1995 a 2010. *P. virescens* foi a única espécie que não apresentou decréscimo na densidade em nenhuma das classes, naquele período. Apesar de *P. macrophylla* registrar a maior densidade na área estudada, houve uma diminuição da densidade na classe de 15 cm, no período de 1995 a 2010, com um decréscimo de 5% (Tabela 1). *P. guianensis*, ao contrário, apresentou um aumento na densidade na classe de 15 cm de 6% (1995 a 2010). *P. oppositifolia* apresentou decréscimos nas classes de 25 e 45 cm, respectivamente, de 33,3 e 25%, de 1995 a 2010, mas com um aumento acentuado na classe de 15 cm de 88,3% (árvores que ingressaram), apesar do desequilíbrio entre as classes (Tabela 1). *P. virescens* apresentou um aumento na densidade de 1995 a 2010 em três das quatro classes que foi representada, sendo a classe com maior acréscimo a de 35 cm, com 100% nesse período (Tabela 1). Novamente, a espécie não foi explorada, assim todos os seus indivíduos foram favorecidos com a abertura do dossel florestal realizada com a colheita, atingindo o diâmetro máximo observado para a espécie.

M. bidentata e *M. paraensis* apresentaram decréscimos na densidade em mais de uma classe, mas não apresentaram nas menores classes 15 e 25 cm. Ambas as espécies apresentaram

um desbalançamento na estrutura diamétrica desde 1995 (antes da exploração), podendo-se supor que essa estrutura seja natural (Tabela 1). Gayot e Sist (2004) também observaram desbalançamento natural – distribuição diferente de J-invertido – de *M. paraensis* em inventário pré-exploratório, em Paragominas-PA. *M. bidentata*, por outro lado, tende a J-invertido, com algumas discrepâncias nas primeiras classes. Francez et al. (2009), também em Paragominas-PA, registraram para *M. paraensis* uma distribuição diamétrica diferente do J-invertido, antes e após a exploração madeireira.

As Sapotaceae apresentaram um balanço populacional negativo, acumularam uma redução de 7,68% do número de árvores (5 árvores ha⁻¹), comparada com a população antes da exploração. Comportamento contrário foi observado ao se analisar toda a comunidade arbórea, sendo que, aos 13 anos após a colheita, aumentou-se a abundância de árvores em 5,84% (28,7 árvores ha⁻¹). Esse comportamento identifica que as Sapotaceae foram mais impactadas e apresentaram maiores perdas com a exploração florestal.

4 Conclusões

Após 13 anos da exploração de impacto reduzido, a distribuição diamétrica das Sapotaceae foi alterada em algumas classes, mas a forma J-invertido continuou: houve

decréscimos na densidade nas classes de diâmetros inferior e superior, e acréscimos nas classes intermediárias. Portanto, o balanço final registrou decréscimo no número de árvores de Sapotaceae, o que gerou saldo negativo, enquanto que, para toda a comunidade arbórea, registrou-se aumento, saldo positivo.

A maioria das espécies de Sapotaceae apresentou o limite diamétrico máximo, inferior aos 50 cm; contudo, estas não são registradas como espécies de valor comercial.

Referências

- ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, L. C.; COSTA JUNIOR, R. F.; SILVA, S. O. Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de Floresta Ombrófila Aberta em Pernambuco. *Ciência Florestal*, v. 20, n. 2, p. 307-319, 2010.
- BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P.; SELLE, G. L.; THAINES, F.; RIBAS, L. A.; VUADEN, E. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. *Ciência Florestal*, v. 22, n. 1, p. 137-145, 2012. <http://dx.doi.org/10.5902/198050985086>
- 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. 110-122, 1983.
- CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica Submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). *Revista Árvore*, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000200014>
- COSTA, D. H. M.; FERREIRA, C. A. P.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; CARVALHO, J. O. P. *Potencial madeireiro de floresta densa no município de Moju, Estado do Pará*. Belém: Embrapa-CPATU. 33 p. 1998. (Documentos, n. 121).
- DALLA LANA, M.; BRANDÃO, C. F. L. S.; PELLICO NETO, S.; MARANGON, L. C.; RETSLAFF, F. A. S. Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa - Igarassu, PE. *Floresta*, v. 43, n. 1, p. 59-68, 2013.
- DE LIOCOURT, F. De l' aménagement des sapinières. Tradução Maria Nygren. Besançon: Société forestière de Franche-Comté et Belfort, 1898. p. 396-409. (Bulletin trimestriel).
- FRANCEZ, L. M. B.; CARVALHO, J. O. P.; JARDIM, F. C. S.; QUANZ, B.; PINHEIRO, K. A. O. Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 4, p. 851-864, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000400014>
- GAYOT, M.; SIST, P. Vulnérabilité des espèces de maçaranduba face à l'exploitation en Amazonie brésilienne: nouvelles normes d'exploitation à définir. *Bois et Forêts des Tropiques*, v. 58, n. 208, p. 75-90, 2004.
- HESS, A. F.; CALGAROTTO, A. R.; PINHEIRO, R.; WANGINIÁK, T. C. R. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, SC. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 30, n. 64, p. 337-345, 2010. <http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.337>
- HIGUCHI, F. G.; SIQUEIRA, J. D. P.; LIMA, A. J. N.; FIGUEIREDO FILHO, A.; HIGUCHI, N. Influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição diamétrica de Weibull na floresta primária da Amazônia central. *Floresta*, v. 42, n. 3, p. 599-606, 2012.
- LOPES, J. C. A.; WHITMORE, T. C.; BROWN, N. D.; JENNING, S. B. Efeito da exploração florestal nas populações de mudas em uma floresta tropical úmida no município de Moju, PA. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Ed.). *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 227-251.
- MACHADO, E. L. M.; GONZAGA, A. P. D.; CARVALHO, W. A. C.; SOUZA, J. S.; HIGUCHI, P.; SANTOS, R. M.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. *Revista Árvore*, v. 34, n. 4, p. 723-732, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000400017>
- MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. *Journal of Forestry*, v. 2, n. 52, p. 85-92, 1952.
- N'GUESSAN, K.; AMOIKON, K. E.; TIÉBRÉ, M. S.; KADJA, B.; ZIRIHI, G. N. Effect of aqueous extract of *Chrysophyllum cainito* leaves on glycaemia of diabetic rabbits. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, v. 3, n. 10, p. 501-506, 2009.
- PENNINGTON, T. D. *Flora neotrópica*. New York: New York Botanical Garden, 1990. 770 p. (Monograph, n. 52. SAPOTACEAE).
- REIS, L. P.; SILVA, J. N. M.; REIS, P. C. M.; CARVALHO, J. O. P.; QUEIROZ, W. T.; RUSCHEL, A. R. Efeito da exploração de impacto reduzido em algumas espécies de Sapotaceae no leste da Amazônia. *Floresta*, v. 43, n. 3, p. 395-406, 2013.
- REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; COELHO, A. A.; LUZ, A. S. da; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 30, n. 64, p. 265-281, 2010. <http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.265>
- SCHNEIDER, P. R. *Manejo florestal: planejamento da produção florestal*. Santa Maria: Cepef: Fatec, 2008. 500 p.
- SILVA, S. M. A. S.; SILVA, J. N. M.; BAIMA, A. M. V.; LOBATO, N. M.; THOMPSON, I. S.; COSTA FILHO, P. P. Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no município de Moju, Estado do Pará. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. G. (Ed.). *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental: DFID, 2001. p. 227-251.

Contribuição dos autores: Leonardo Pequeno Reis realizou a análise dos dados, a escrita científica e a revisão bibliográfica. Ademir Roberto Ruschel contribuiu com a escrita científica. José Natalino Macedo Silva contribuiu com a escrita científica e a tradução do resumo. Pamella Carolline Marques dos Reis contribuiu com a escrita científica e a revisão bibliográfica. João Olegário Pereira de Carvalho contribuiu com a escrita científica e realizou a tradução do resumo. Marcio Hofmann Mota Soares contribuiu com a escrita científica e com a revisão ortográfica e gramatical do trabalho.

Agradecimentos: À Embrapa Amazônia Oriental, pelo apoio dado através do Projeto Manejo Florestal na Amazônia, à CAPES, pela concessão de Bolsa ao primeiro autor, e ao CNPq, pela concessão de Bolsa à quarta autora.

Fonte de financiamento: Este trabalho recebeu apoio financeiro do Projeto Silvicultura EMBRAPA/DFID e do Projeto Bom Manejo EMBRAPA/CIFOR /ITTO Projeto PD 57/99 Rev. 2 (F), instituições às quais os autores agradecem; também à CAPES, pela concessão de Bolsa ao primeiro autor, e ao CNPq, pela concessão de Bolsa à quarta autora.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.