

Estrutura e dinâmica florestal sob efeito do manejo madeireiro na FLONA Tapajós

Bruno de Almeida Lima^{1*} Bruno Rafael Silva de Almeida¹ Evelly Amanda Bernardo de Sousa¹ Girlene da Silva Cruz¹ Marcelle Borges Melo¹ Lia de Oliveira Melo¹ Daniele Lima da Costa² Misael Freitas dos Santos²

¹ Universidade Federal do Oeste do Pará, Rua Vera Paz, s/n, Salé, Santarém-PA. 68040-255

² Universidade do Centro-Oeste, Rodovia PR 153, km 7, Riozinho, Irati-PR. 84500-000

*Author for correspondence: bruno.crvg22@gmail.com

Received: December 2017 / Accepted: November 2018 / Published: December 2018

Resumo

O objetivo do trabalho foi analisar a estrutura paramétrica, composição florística e dinâmica florestal pré e pós colheita na Floresta Nacional do Tapajós. As medições foram realizadas antes da colheita em 2016 e pós colheita em 2017. Foram utilizadas oito parcelas permanentes de 50 m x 50 m, distribuídas de maneira aleatória em uma unidade de produção anual, sendo medidas todas as árvores com diâmetro à altura do peito ≥ 10 cm. A diversidade foi calculada a partir do índice de Shannon-Weaver (H') e a equabilidade foi calculada através da fórmula de Pielou. Os valores do H' antes e após a colheita sugerem que a exploração de madeira realizada na área não provocou grandes alterações na diversidade florística e o índice de equabilidade de Pielou indicou que os indivíduos estão bem distribuídos entre as espécies. Houve redução de área basal e volume de 2,22 m².ha⁻¹ e 23,48 m³.ha⁻¹ respectivamente, após a colheita florestal. O impacto da colheita foi a principal causa de mortalidade na área. As árvores sem danos cresceram em média 0,49 cm.ano⁻¹ no período de observação que significa 59% a mais do que as árvores com danos leves por causa natural (0,2 cm.ano⁻¹) e 91% a mais do que as com danos severos por causa natural (0,04 cm.ano⁻¹). O efeito da colheita sobre a estrutura das árvores remanescentes pode ser considerado baixo, pois não interferiu na composição florística e na diversidade de espécies na área.

Palavras-chave: Colheita florestal, fitossociologia, Composição florística, Parcelas permanentes, Manejo florestal.

Abstract

The objective of this work was to analyze the parametric structure, floristic composition and pre and post harvest forest dynamics in the Tapajós National Forest. Measurements were performed before harvesting in 2016 and post harvest in 2017. Eight permanent plots of 50 m x 50 m were randomly distributed in an Annual Production Unit, and trees with DBH ≥ 10 cm were measured. Diversity was calculated from the Shannon-Weaver index and equability. The values of the Shannon-Weaver index before and after harvesting suggest that logging in the area did not cause significant changes in floristic diversity and the Pielou Equability Index indicated that individuals are well distributed among species. There was a reduction of basal area and volume of 2.18 m².ha⁻¹ and 23.48 m³.ha⁻¹ respectively, after the forest harvest. The impact of the harvest was the main cause of mortality in the area. Trees with no damage increased by an average of 0.49 cm.year⁻¹ in the observation period, 59% more than trees with slight natural damage (0.2 cm.year⁻¹) and 91% more than those with severe damage due to natural causes (0.04 cm.year⁻¹). The effect of the harvest on the structure of the remaining trees can be considered low, since it did not interfere in the floristic composition and the diversity of species in the area.

Keywords: Forest harvest, Phytosociology, Floristic composition, Permanent plots, Forest management.

Introdução

A Floresta Nacional do Tapajós (FLONA) foi criada em 1974 e abrange uma área de 527.319 hectares. Nessa região residem aproximadamente 4.000 pessoas, distribuídas em 21 comunidades rurais (ICMBio 2018). Desde o ano de 2009 a COOMFLONA (Cooperativa Mista da Flona Tapajós) atua com manejo florestal para extração de madeira utilizando em média de 1.000 ha.ano⁻¹ e realiza suas atividades de forma financeiramente independente (Ribeiro 2013).

Para que ocorram um aproveitamento racional, conservação da biodiversidade das florestas nativas e produção contínua de madeira é necessário a prática do manejo florestal sustentável, pois este permite que a floresta forneça benefícios tão logo haja um mínimo planejamento para o aproveitamento de seus recursos. Esse processo se dá através do conhecimento acerca da estrutura e dinâmica de populações florestais e compreensão dos processos ecológicos e evolutivos (Gama et al. 2005; Oliveira et al. 2014).

Após a extração de madeira é importante que se faça estudos sobre a dinâmica da vegetação a fim de avaliar os impactos causados pós colheita para reduzi-los ao mínimo, bem como para acompanhar o processo de recuperação da floresta. Esses dados são essenciais seja na escolha do sistema de manejo com base no rendimento sustentável, principalmente pós colheita, quando a recuperação ocorre de forma mais lenta, como economicamente, por verificar as espécies mais colhidas e comercializadas que consequentemente sofrem maiores impactos (Castro e Carvalho 2014).

Estudos sobre a composição florística são fundamentais para nortear iniciativas de preservação e conservação de remanescentes florestais e são usados como modelo para recuperação de áreas degradadas (Rêgo et al. 2015). Nesse sentido, objetivou-se analisar a estrutura paramétrica, composição florística e dinâmica florestal antes e após a colheita florestal em uma Unidade de Produção Anual (UPA) na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA).

Material e Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), município de Belterra, estado do Pará, em área submetida a manejo florestal pela COOMFLONA localizada no Km 83 (BR-163) entre os paralelos de 2° 45' e 4° 10' de latitude sul e entre os meridianos de 54° 45' e 55° 30' de longitude oeste (Espírito-Santo et al. 2005).

O clima da região é tropical úmido, do tipo Ami com temperatura média anual de 25,5 °C e umidade relativa média de 90% de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et al. 2013), e a precipitação média anual está em torno de 1.820

mm, apresentando grande variação no regime de chuvas durante o ano, com as maiores precipitações ocorrendo nos meses de janeiro a maio (Andrade et al. 2015). Na região, há predominância de Latossolo Amarelo Distrófico, caracterizados por textura muito argilosa, e revestido por florestas densas (Henriques et al. 2008).

A vegetação da área de estudo é classificada como Floresta Ombrófila Densa, que representa maior parte da FLONA, caracteriza-se por indivíduos arbóreos de grande porte e pela presença de lianas lenhosas, palmeiras e epífitas emergentes e cobertura arbórea uniforme (IBGE 2012; Ivanauskas e Assis 2012).

Coleta e análise de dados

Os dados foram obtidos a partir das informações do inventário florestal de oito parcelas permanentes (PP) de 50 m x 50 m distribuídas de maneira aleatória em 1.600 ha que constituem a Unidade de Produção Anual (UPA) 11. A instalação e medição das PP seguiu as diretrizes para o Monitoramento de Florestas Tropicais publicadas por Silva et al. (2005). Foram medidas todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) superior ou igual à 10 cm. As medições foram realizadas em 2016 antes da colheita de madeira e em 2017 após a ocorrência deste evento.

Para a delimitação das PP foram utilizados piquetes de madeira de longa durabilidade, marcados com tinta óleo vermelha na extremidade superior para facilitar a localização. Todas as árvores receberam plaquetas de identificação e tiveram seu ponto de medição da circunferência à altura do peito (CAP) marcado com tinta óleo vermelha para diminuir erros nas medições seguintes.

A diversidade de espécies foi estimada pelo índice de Shannon-Weaver (H') conforme Magurran (1988):

$$H' = \frac{N \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)}{N}$$

em que: H' = índice de diversidade Shannon-Weaver; n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie; N = número total de indivíduos amostrados; S = número total de espécies amostradas; \ln = logaritmo da base neperiana.

A Equabilidade de Pielou (J') foi calculada para representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou 1975). O Valor de J' varia de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima) e é calculada pela seguinte fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

em que: J' = índice de Equabilidade de Pielou; H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver; S = número total de espécies amostradas; \ln = logaritmo natural.

A distribuição diamétrica foi obtida para as variáveis área basal e volume em classes de diâmetro com amplitude de 10 cm. O Volume foi quantificado considerando somente árvores com DAP ≥ 20 cm em duas diferentes equações já estabelecidas pelo Software Monitoramento de Florestas Tropicais (MFT), criado pela Embrapa Amazônia Oriental:

$$200 \text{ mm} \leq \text{DAP em mm} < 450 \text{ mm} = \frac{-0,0994 + 9,1941 * \left(\frac{\text{DAP (mm)}}{10}\right)^2}{10000}$$

$$450 \text{ mm} \leq \text{DAP em mm} = e^{(2,1809 * \log\left(\frac{\text{DAP (mm)}}{10}\right) - 7,62812)}$$

Na avaliação da dinâmica florestal foram calculados ingresso e mortalidade (Natural e exploração) e o incremento periódico anual (IPA) em diâmetro para classe de danos: 1

(Árvores sem danos: perfeito estado de sanidade), 2 (Danos leves por causa natural: impacto de pequena intensidade causados por chuvas, vendaval, ataque de agentes xilófagos, queda de outras árvores por senescência entre outros), 3 (Danos severos por causa natural: árvores com mais de 50% da copa quebrados, ainda que não haja danos ao fuste). A mortalidade refere-se ao número de árvores vivas na primeira ocasião, e que na segunda ocasião encontravam-se mortas. O IPA em diâmetro por classe de danos é calculado pela seguinte fórmula:

$$IPA_{(\text{cm.ano}^{-1})} = \frac{\sum_{i=1}^n (DAP_{2017} - DAP_{2016})}{N}$$

em que: IPA (cm.ano⁻¹) = incremento periódico anual em diâmetro; DAP2016 = diâmetro medido a 1,30 m de altura da i -ésima árvore viva na primeira ocasião, ou seja, 2016; DAP2017 = diâmetro medido a 1,30 m de altura da i -ésima árvore viva na segunda ocasião, ou seja, 2017; N = número total de anos monitorados.

Na análise estatística utilizou-se o Teste T pareado, e com base nos dados das parcelas permanentes cada PP foi considerado uma repetição. A verificação de normalidade dos dados foi realizada através do teste *Shapiro-Wilk*. Os dados foram digitados e corrigidos no programa MFT (Monitoramento de Florestas Tropicais), *software* desenvolvido pela EMBRAPA Amazônia Oriental (2008) para estudos em inventários florestais contínuos.

Resultados e discussão

Composição Florística

No levantamento realizado antes da colheita florestal foi verificado 44 famílias, 100 gêneros e 153 espécies. As famílias mais importantes em termos de riqueza de espécies foram Fabaceae (35), Lauraceae (11), Sapotaceae (11), Lecythidaceae (9), Moraceae (7), Apocynaceae (6) e Burseraceae (5) (Tabela 1).

As espécies mais abundantes foram *Eschweilera blanchetiana* (Berg) Miers, *Rinorea guianensis* Aubl., *Pouteria* sp., *Minuartia guianensis* Aubl., *Geissospermum sericeum* Miers. e *Protium pallidum* Cuatrec. Na segunda medição, realizada pós colheita florestal, ocorreu pequena redução no número de gêneros e espécies sendo verificados 44 famílias, 99 gêneros e 150 espécies. As famílias mais importantes permaneceram as mesmas nessa medição pós-colheita. As espécies mais abundantes foram *Eschweilera* sp., *R. guianensis*, *M. guianensis*, *Pouteria* sp., *G. sericeum* e *Maquira* sp.

Os valores observados neste estudo podem ser considerados semelhantes com os descritos por Costa et al. (2002), em uma área de 64 ha da FLONA Tapajós considerando espécies arbóreas de DAP ≥ 15 cm dois anos após a exploração, com 50 famílias, 123 gêneros e 164 espécies. O que pode explicar Costa et al. (2002) encontrarem um número maior de família, gênero e espécies é devido a maior amostragem, onde os autores empregaram 36 parcelas permanentes (9 ha), enquanto neste trabalho foram estabelecidas 8 parcelas permanentes (2 ha).

Azevedo (2006) encontrou 58 famílias, 194 gêneros e 427 espécies em uma área experimental da Floresta da Jari-AP considerando indivíduos com DAP acima de 20 cm, estes valores podem ser considerados altos se comparados com esta pesquisa.

Tabela 1. Relação de espécies arbóreas das famílias com maior riqueza florística na FLONA, Município de Belterra, Pará, com os seus respectivos atributos quantitativos: DA= densidade absoluta; DoA=dominância absoluta; FA= Frequência absoluta; I= antes da colheita (2016); II= depois da colheita (2017).

Família e Nome científico	DA		DoA		FA	
	I	II	I	II	I	II
Fabaceae						
<i>Albizia pedicelata</i>	2	2	0,18	0,18	2	2
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	0,5	0,5	0,01	0,01	0,5	0,5
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,5	0,5	0,03	0,03	0,5	0,5
<i>Diploptropis purpurea</i> var. <i>leptophylla</i> (Kleinh.) Amshoff	0,5	0,5	0,07	0,07	0,5	0,5
<i>Cassia fastiosa</i>	0,5	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5
<i>Candolleodendron brachystachyum</i> (DC.) R.S. Cowan	1	1	0,09	0,09	1	1
<i>Chamaecrista scleroxylon</i> (Ducke) H.S. Irwin & Barneby	1,5	1,5	0,14	0,14	1,5	1,5
<i>Copaifera martii</i>	0,5	0,5	0,03	0,03	0,5	0,5
<i>Elizabetha paraensis</i>	0,5	0,5	0,01	0,01	0,5	0,5
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	0,5	0,5	0,03	0,03	0,5	0,5
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1	1	0,04	0,04	1	1
<i>Hymenolobium excelsum</i>	0,5	0,5	0,01	0,01	0,5	0,5
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	2	2	0,03	0,03	2	2
<i>Inga</i> sp	2	2	0,03	0,04	2	2
<i>Inga capitata</i> Desv.	6	6,5	0,14	0,15	5,5	6
<i>Inga auristellae</i> Harms	1	1	0,02	0,02	1	1
<i>Inga</i> sp	1,5	2	0,04	0,05	1,5	2
<i>Iryanthera sagotiana</i> (Benth.) Warb.	2	2	0,51	0,51	2	2
<i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd	1	1	0,07	0,07	1	1
<i>Ormosia paraenses</i> Ducke	1	1	0,12	0,12	1	1
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	1	1	0,03	0,04	1	1
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	0,5	-	0,02	-	0,5	-
<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (Benth.) G.P.Lewis & L.Rico	2,5	2,5	0,51	0,44	2,5	2,5
<i>Pterocarpus amazonicum</i>	0,5	0,5	0,04	0,04	0,5	0,5
<i>Stryphnodendron pulcherimum</i> (Willd.) Hochr.	0,5	-	0,03	-	0,5	-
<i>Swartzia ingifolia</i> Ducke	1	1	0,05	0,05	1	1
<i>Swartzia laurifolia</i> Benth.	2	2	0,04	0,04	2	2
<i>Swartzia acuminata</i> Willd. ex Vogel	0,5	0,5	0,02	0,01	0,5	0,5
<i>Tachigali myrmicophilla</i>	4,5	5	0,37	0,34	4,5	5
<i>Tachigali</i> sp	4	4,5	0,36	0,37	4	4,5
<i>Sclerolobium paraense</i> Huber	1	1	0,03	0,03	1	1
<i>Vatairea paraensis</i>	1,5	1	0,03	0,02	1,5	1
<i>Virola michelli</i>	1,5	1,5	0,03	0,03	1,5	1,5
<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	2,5	2,5	0,04	0,04	2,5	2,5
<i>Zygia ramiflora</i>	1,5	1,5	0,02	0,02	1,5	1,5
Lauraceae						
<i>Aniba megaphylla</i> Mez	2,5	2,5	0,04	0,05	2,5	2,5
<i>Aniba canelilla</i> Kunth) Mez	1	1	0,04	0,04	1	1
<i>Licaria brasiliensis</i> (Nees) Kosterm.	4,5	5	0,14	0,14	3,5	4
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	2,5	1,5	0,17	0,09	2	1,5
<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schwacke & Mez	1,5	1	0,04	0,04	1,5	1
<i>Ocotea splendens</i>	1,5	1,5	0,06	0,06	1,5	1,5
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	1,5	1,5	0,1	0,1	1,5	1,5
<i>Ocotea</i> sp	0,5	0,5	0,04	0,04	0,5	0,5
<i>Nectandra rubra</i> (Mez.) C.K.Allen	1	1	0,18	0,18	1	1
<i>Ocotea baturitensis</i> Vattimo	5	5	0,36	0,37	5	5
<i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff	1	1	0,03	0,03	1	1
Sapotaceae						
<i>Glicoxylon pedicellatum</i> Ducke	0,5	0,5	0,02	0,03	0,5	0,5

<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	2	2	0,42	0,42	2	2
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A. Chev.	5	5	1,48	1,38	5	5
<i>Chrysophyllum anomalum</i> Pires	0,5	0,5	0,01	0,01	0,5	0,5
<i>Pouteria bilocularis</i> (H.J.P. Winkler) Baehni	5	5	0,69	0,54	5	5
<i>Pouteria caimito</i>	3,5	3,5	0,15	0,15	3,5	3,5
<i>Pouteria cladanta</i> Sandwith	18	16,5	1,17	1,13	18	16,5
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	3	3	0,07	0,07	3	3
<i>Pouteria macrophylla</i> (Lam.) Aubrév.	5	5	0,11	0,11	4,5	4,5
<i>Priurella prieurii</i> (A. DC.) Aubrév.	2	2	0,03	0,03	2	2
<i>Pouteria</i> spp	0,5	0,5	0,04	0,04	0,5	0,5
Lecythidaceae						
<i>Couratari guianensis</i> Aubl	7,5	7	1,56	1,57	7	6,5
<i>Eschweilera amazônica</i> R. Knuth	5,5	5,5	0,22	0,24	4,5	5
<i>Eschweilera blanchetiana</i> (Berg) Miers	48	44,5	2,12	2,08	37,5	35
<i>Eschweilera coriácea</i> (DC.) S.A. Mori	6,5	6,5	0,34	0,33	6	6
<i>Eschweilera paniculata</i> (O. Berg) Miers	1,5	1,5	0,08	0,08	1,5	1,5
<i>Guarea subsessiliflora</i> C. DC.	1	1	0,02	0,03	1	1
<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.)	6	6	0,24	0,24	5,5	5,5
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	3,5	3,5	0,49	0,49	3,5	3,5
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	1	1	0,47	0,47	1	1
Moraceae						
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	0,5	0,5	0,06	0,06	0,5	0,5
<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	0,5	0,5	0,12	0,12	0,5	0,5
<i>Helicostylis podogyne</i> Ducke	1,5	1,5	0,06	0,06	1,5	1,5
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	1	1	0,06	0,07	1	1
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	4,5	5	0,07	0,07	4	4,5
<i>Maquira guianensis</i>	1,5	1,5	0,02	0,02	1,5	1,5
<i>Maquira</i> sp.	9,5	9,5	0,22	0,22	9,5	9,5
Apocynaceae						
<i>Ambelania acida</i>	2	1	0,03	0,01	2	1
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Müll. Arg.	1,5	1,5	0,05	0,05	1,5	1,5
<i>Aspidosperma nitidum</i> Benth. ex Müll. Arg.	1	1	0,16	0,16	1	1
<i>Aspidosperma inundatum</i>	1	1	0,01	0,01	1	1
<i>Geissospermum sericeum</i> Miers	12	11,5	1,14	1,14	11,5	11
<i>Himatanthus sucuuba</i>	0,5	0,5	0,01	0,01	0,5	0,5
Burseraceae						
<i>Protium paniculatum</i>	7	6,5	0,69	0,68	6	5,5
<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	10	7	0,16	0,12	9	7
<i>Protium robustum</i>	1	0,5	0,02	0,01	1	0,5
<i>Protium puncticulatum</i> J.F.Macbr.	7,5	7,5	0,49	0,49	7,5	7,5
<i>Trattinicki</i> sp.	1,5	1,5	0,05	0,05	1,5	1,5
Subtotal	263	252	17,67	17,13	244,5	236,5
Outras famílias	146	135	11,97	10,97	135,5	124,5
TOTAL	408,5	387	29,64	28,1	380	361

O índice de diversidade de shannon (H') para as parcelas em 2016 (antes da colheita de madeira) foi de 4,30 com equabilidade de 0,85. Em 2017, após a colheita, o índice de diversidade foi de 4,28 com equabilidade de 0,85 (Tabela 2). Os valores de diversidade deste estudo estão dentro dos limites esperados para florestas tropicais, que é de 3,83 a 5,85, de acordo com Knight (1975). Não foram verificadas diferenças significativas para diversidade (p -valor: 0,89) e

equabilidade (p -valor: 0,88), tanto antes como após a colheita florestal através do teste T pareado a 95% de probabilidade.

Tabela 2. Índice de diversidade de Shannon Weaver (H') e equabilidade de Pielou (J) para 8 parcelas mensuradas para os indivíduos com DAP ≥ 10 cm antes (2016) e depois (2017) da colheita na Floresta Nacional do Tapajós, Município de Belterra, Pará.

Parcelas	2016		2017	
	H'	J	H'	J
1	3,44	0,91	3,38	0,91
2	3,49	0,87	3,41	0,87
3	3,07	0,85	3,05	0,85
4	3,75	0,92	3,75	0,93
5	3,80	0,94	3,78	0,94
6	3,55	0,93	3,59	0,94
7	3,45	0,92	3,51	0,92
8	3,67	0,93	3,62	0,93
Comunidade	4,30^a	0,85^a	4,28^a	0,85^a

Valores seguidos pela mesma letra, no sentido horizontal, não apresentam diferença significativa (p -valor $>0,05$) pelo teste T pareado.

Francez et al. (2007) em estudo realizado em uma área de floresta de Terra firme na região de Paragominas, Pará, considerando árvores com DAP ≥ 10 cm, encontraram valores de diversidade e equabilidade próximos aos do presente estudo com H' : 4,25 e J : 0,82 antes da colheita, e H' : 4,21 e J : 0,82 após a colheita. Na FLONA Tapajós, Andrade et al. (2015) também encontraram valores próximos, como 4,46 e 4,44, considerando indivíduos com DAP ≥ 10 cm.

Os índices de Shannon deste estudo demonstraram alta diversidade e foram semelhantes a outros trabalhos supracitados realizados na região amazônica, demonstrando que está dentro dos padrões estabelecidos para florestas de terra firme da Amazônia submetidas ao manejo madeireiro. A equabilidade de todas as parcelas foi acima de 0,85, que segundo Gonçalves e Santos (2008) indica que não há domínio de uma espécie ou de grupo de espécies na comunidade.

Distribuição de área basal e de volume

A área basal, antes e depois da colheita, foi de 28,15 $m^2 \cdot ha^{-1}$ e 25,93 $m^2 \cdot ha^{-1}$ respectivamente (Figura 1). A redução de 2,22 $m^2 \cdot ha^{-1}$, correspondente a 8%, possivelmente causada pela colheita de árvores de grande porte e pela mortalidade de outras árvores pela derruba e arraste das toras. Esta redução pôde ser observada em quase todas as classes de DAP, sendo mais evidente nos centros de classe 50 cm, 60 cm e > 110 cm.

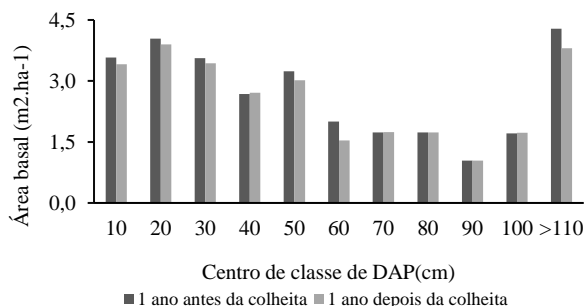


Figura 1. Distribuição da área basal por classe diamétrica antes e após a colheita, Floresta Nacional do Tapajós, Município de Belterra, Pará.

Oliveira (2005) em estudo sobre o efeito da exploração madeireira na FLONA Tapajós, também verificou reduções na área basal um ano após a exploração, devido as atividades

ocasionadas pela colheita e arraste de madeira. O volume total antes da colheita foi de 317,84 $m^3 \cdot ha^{-1}$ e após a colheita foi reduzido em aproximadamente 7,4% (23,48 $m^3 \cdot ha^{-1}$) passando para 294,36 $m^3 \cdot ha^{-1}$. A redução volumétrica por hectare deste experimento é semelhante aos reportados por Azevedo et al. (2008).

A última classe de DAP apresentou maior valor em ambos os anos, devido acumular todos os indivíduos, num total de cinco árvores, com maiores diâmetros, apresentando, consequentemente, maior volume.

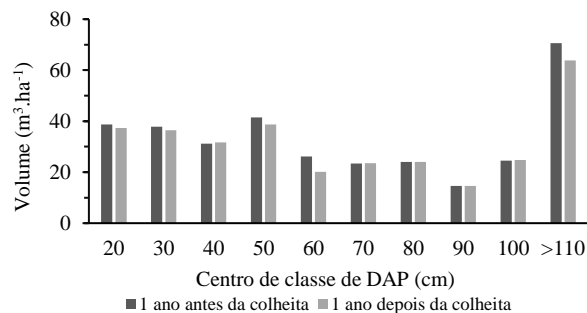


Figura 2. Distribuição do volume por classe diamétrica um ano antes e após a colheita, Floresta Nacional do Tapajós, Município de Belterra, Pará.

Em um estudo realizado por Ximenes et al. (2011) foi observado que a área manejada apresentou volumetria de 138,5 $m^3 \cdot ha^{-1}$ e 113,1 $m^3 \cdot ha^{-1}$ antes e após a colheita de madeira, respectivamente. Segundo os mesmos autores, após nove meses decorridos da atividade exploratória, houve uma redução de 11,1% do volume total em relação à floresta antes da colheita. No presente estudo esta redução foi um pouco menor.

A redução de área basal e volume nas classes de DAP acima de 50 cm (diâmetro mínimo de corte) já era esperada devido principalmente à extração de madeira, essa redução poderá ser maior ou menor dependendo da intensidade de corte, que na área estudada foi de 27,56 $m^3 \cdot ha^{-1}$. A redução de volume deste trabalho atende a Instrução Normativa SEMA n° 5 de 10/09/2015 (PARÁ 2015), onde o máximo da floresta manejada será de 30 $m^3 \cdot ha^{-1}$ por UPA. Nas menores classes de DAP a redução foi causada principalmente pela mortalidade devido as atividades de extração de madeira, além da mortalidade natural.

Mortalidade e ingresso

A taxa de mortalidade foi maior que o ingresso para a área tratada, fato já esperado, em função da colheita. A mortalidade foi de 39,3 árvores. $ha^{-1} \cdot ano^{-1}$, enquanto o ingresso 10,7 árvores. $ha^{-1} \cdot ano^{-1}$. O que contribuiu para essa taxa de ingresso foram as condições de luminosidades criadas pela abertura do dossel posterior a exploração. A tendência é que as taxas de mortalidade e ingresso sejam maiores logo após a exploração e depois ao longo dos anos essas taxas caíam com a fechamento do dossel, crescimento e equilíbrio da floresta (Souza et al. 2017; Sawczuk et al. 2014).

Analisando a mortalidade em relação as suas causas (natural e por exploração), observa-se a que um ano após a colheita a maior causa da mortalidade foi devido a exploração (Figura 3). Segundo Azevedo et al. (2008), isso ocorre em virtude do impacto causado pela colheita realizada, que mesmo adotando técnicas de impacto reduzido que prevê atividades para diminuir os danos à vegetação remanescentes com operadores qualificados e planejamento, característica do manejo florestal sustentável, é uma operação que causa efeitos, que dependerá da intensidade florestal. A mortalidade por exploração é relacionada às árvores remanescentes cuja quedas ou danos mecânicos são induzidas

pela derruba de árvores e arraste das toras que foram extraídas em decorrências da movimentação do tratador arrastador (“Skidder”) segundo Oliveira (2005).

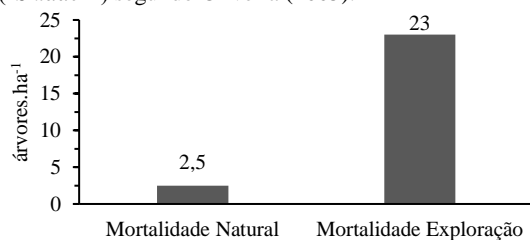


Figura 3. Número de árvores mortas por hectare devido a mortalidade natural e mortalidade por exploração madeireira em uma área manejada na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará.

Incremento Periódico Anual

A figura 4 apresenta os incrementos periódicos anuais em diâmetro (IPA), em toda a comunidade estudada por classe de dano, onde as árvores sem danos cresceram 59% a mais que as árvores com danos leves por causa natural e 91% a mais do que as com danos severos por causa natural. Estes valores tiveram diferenças significativas pelo teste T pareado (p-valor: 0,038) indicando que os danos sofridos no tronco ou na copa dificultam o crescimento em diâmetro das árvores. Os resultados encontrados nesse trabalho são semelhantes à Moraes et al. (2017), que obtiveram um IPA em diâmetro para árvores sem danos de 0,46 cm.ano⁻¹. Vidal et al. (2002) em estudo numa floresta com as mesmas características da FLONA Tapajós, também verificou que árvores sem danos crescem 50% mais do que árvores com algum tipo de dano.

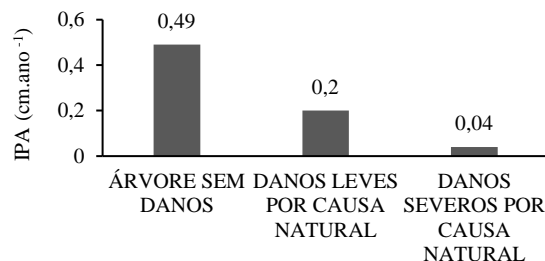


Figura 4. Incremento periódico anual (IPA, cm.ano⁻¹) em diâmetro por tipo de danos na Floresta Nacional do Tapajós, Município de Belterra, Pará.

Levando em consideração o período 2016-2017, o crescimento foi semelhante a Silva et al. (2001), que avaliando crescimento diamétrico por tipo de danos chegou a valores de 0,4 cm.ano⁻¹ para árvores sem danos. Também na FLONA Tapajós, mas em outra área de manejo, Costa et al. (2008) observou que após a colheita madeiras as árvores sem danos cresceram em média 0,32 cm.ano⁻¹, superiores àquelas com danos leves por causa natural (0,22 cm.ano⁻¹) e danos severos por causa natural (0,03 cm.ano⁻¹). Para Santos et al. (2012), as árvores sem danos possuem o crescimento cerca de 1,6 vezes maior que as árvores que apresentam algum tipo de danos

Conclusões

A extração de madeira reduziu os valores de área basal e volume da floresta remanescente em 7,9% e 7,4%, respectivamente, porém não interferiu na composição florística e na diversidade de espécies na área. Os danos provados pela colheita foram a maior causa da mortalidade na área.

Referências

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Andrade DF, Gama JRV, Melo LO, Ruschel AR (2015) Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. *Biota Amazônia*, 5(1): 109-115.
- Azevedo CP (2006) *Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação*. Tese, Universidade Federal do Paraná. 236p.
- Azevedo CP, Sanquetta CR, Silva JN.M, Machado SA (2008) Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. *Revista Floresta*, 38(1): 53 – 69. doi: 10.5380/rev.v38i1.11027
- Castro TC, Carvalho JOP (2014) Dinâmica da População de *Manilkara Huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após a Exploração Florestal em Uma Área de Terra Firme na Amazônia Brasileira. *Ciência Florestal*, 24(1): 161-169. doi: 10.5902/1980509813333.
- Costa DHM, Carvalho JOP, Silva JNM (2002) Dinâmica da composição florística após a colheita de madeira em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós (PA). *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, 38: 67-90.
- Costa DHM, Silva JNM, Carvalho JOP (2008) Crescimento de árvores em uma área de Terra Firme na Floresta Nacional do Tapajós após a colheita de madeira. *Revista Ciências Agrárias*, 50: 63-76.
- Embrapa Amazônia Oriental (2008) – MFT. *Ferramenta para monitoramento de Florestas Tropicais*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.
- Espirito-Santo FDB, Shimabukuro YE, Aragão LEOC, Machado LM (2005) Análise da composição florística e fitossociologia da floresta nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. *Acta Amazônia*, Manaus, 35(2): 155-173. doi: 10.1590/S0044-59672005000200006.
- Francez LMB, Carvalho JOP, Jardim FCS (2007) 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* 37(2): 219-228. doi:10.1590/S0044-59672007000200007
- Gama JRV, Bentes-Gama MM, Scolforo JRS (2005) Manejo sustentado para floresta de várzea na Amazônia Oriental. *Revista Árvore*, 29(5): 719-729. doi: 10.1590/S0100-67622005000500007.
- Gonçalves FG, Santos JR (2008) Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Acta Amazônia*, 38(2): 229-244. doi: 10.1590/S0044-59672008000200006.
- Henriques LMP, Wunderle JM, Oren DC, Willig MR (2008) Efeitos da exploração madeireira de baixo impacto sobre uma comunidade de aves de sub-bosque na floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 38(2): 267-290. doi: 10.1590/S0044-59672008000200010.

- IBGE. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. IBGE, 2 ed. ver. amp. Rio de Janeiro – RJ, 2012.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio) – Floresta Nacional do Tapajós – 2018. Acesso em: < <http://www.icmbio.gov.br/flonatapajos/>>. Acesso: 24 maio 2018.
- Ivanauskas NM, Assis MC (2012) *Formações Florestais Brasileiras*. In: MARTINS, S. V. *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. Viçosa: Editora UFV, 2012, Ed. 2. Ver. e amp., 261 p.
- Knight DH (1975) A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panamá. *Ecological Monographs*, 45(3): 259-284.
- Magurran AE (1988) *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press. 179p.
- Moraes GC, Schorr LPB, Melo LO, Aguiar JT, Cuchi T, Silveira AC, Rodrigues BL, Bezerra TG, Nascimento EM, Vendrusculo E, Pereira HML (2017) Increment, Ingrowth And Mortality After A Forest Management Activity In The Amazon Rainforest. *Australian journal of basic and applied sciences*, 11(12): 25-31.
- Oliveira FP, Souza AL, Fernandes Filho EI (2014) Caracterização da monodominância de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) no Município de Tumiritinga – MG. *Ciência Florestal*, 24(2): 299 – 311. doi: 10.5902/1980509814568
- Oliveira LC (2005) *Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na floresta nacional do Tapajós*. Dissertação, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 183p.
- PARÁ. Instrução Normativa Nº 5, de 10 de setembro de 2015. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. Instrução Normativa Nº 05 de 10 de setembro de 2015. Belém, PA, 2015.
- Pielou EC (1975) *Ecological diversity*. New York: John Wiley & Sons. 165p.
- Rêgo ABML, Souza PB, Silva RR, Rêgo PL (2015) Composição florística e estrutural de um componente arbóreo em área de cerrado, Paraná - TO. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 10(5): 108 – 114. doi: 10.18378/vrads.v10i5.3807
- Ribeiro RBS (2013) *Quantificação e valoração de resíduos da colheita florestal na Floresta Nacional do Tapajós, Pará*. Dissertação - Universidade Federal de Viçosa. 73p
- Santos VS, Batista APB, Aparício PS, Silva Aparício WC, Guedes AC (2012) Dinâmica florestal de espécies arbóreas em uma floresta de várzea na cidade de Macapá, AP, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(4): 207 – 213.
- Sawczuk AR, Figueiredo-Filho A, Dias AN, Watzlawick LF, Stepka TF (2014) Alterações na estrutura horizontal, no período de 2002-2008, em Floresta Ombrófila Mista no Centro-Sul do estado do Paraná. *Ciência florestal*, 24(1): 149-160.
- Silva JNM, Lopes JCA, Oliveira LC, Silva SMA, Carvalho JOP, Costa DHM, Melo MS, Tavares MJM (2005) *Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental.
- Silva JNM, Silva SMA, Costa DHM (2001) *Crescimento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jari*. In: Silva JNM, Carvalho JOP, Yared JAG. (Org.). *A silvicultura na Amazônia Oriental*. 1 ed. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental/ DIFID, 291-308.
- Souza MAS, Azevedo CP, Souza CR, França M, Neto M (2017) Dinâmica e produção de uma floresta sob regime de manejo sustentável na amazônia central. *Floresta*, 47(1): 55-63.
- Vidal E, Viana VM, Batista JLF (2002) Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia Oriental. *Scientia Forestalis*, 61(1): 133–143.
- Ximenes LC, Vieira DS, Gama JRV, Silva Ribeiro RB, Corrêa VV, Alves AF (2011) Estrutura de floresta manejada por comunitários na Flona Tapajós, In: *Simpósio Latino Americano sobre Manejo Florestal*, Santa Maria, Brasil.