



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS - PPGCF

STEPHANE HAYARA SILVA AGUIAR

**DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE QUATRO ESPÉCIES
COMERCIAIS NO PERÍODO DE 31 ANOS DE MONITORAMENTO NA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

BELÉM
2017

STEPHANE HAYARA SILVA AGUIAR

**DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE QUATRO ESPÉCIES
COMERCIAIS NO PERÍODO DE 31 ANOS DE MONITORAMENTO NA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais na área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: João Olegário Pereira de Carvalho.

BELÉM

2017

Aguiar, Stephane Hayara Silva

Dinâmica da regeneração natural de quatro espécies comerciais no período de 31 anos de monitoramento na floresta nacional do Tapajós / Stephane Hayara Silva Aguiar. – Belém, PA, 2017.
46 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais – Manejo de Ecossistemas Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia.
Orientador: João Olegário Pereira de Carvalho.

1. Exploração florestal 2. Dinâmica de florestas naturais 3. Espécies arbóreas comerciais I. Carvalho, João Olegário Pereira de, (orient.) II. Título

CDD – 634.9

STEPHANE HAYARA SILVA AGUIAR

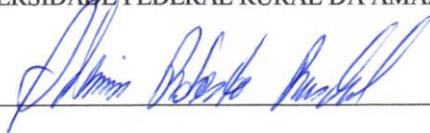
**DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE QUATRO ESPÉCIES
COMERCIAIS NO PERÍODO DE 31 ANOS DE MONITORAMENTO NA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais na área de concentração Manejo de Ecossistemas Florestais, para a obtenção do título de Mestre. Orientador João Olegário Pereira de Carvalho.

BANCA EXAMINADORA



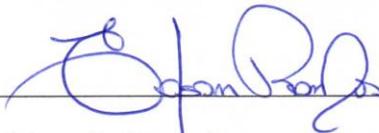
João Olegário Pereira de Carvalho – Presidente
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



Ademir Roberto Ruschel – 1º Examinador
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa



Eduardo Saraiva da Rocha – 2º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Edson Marcos Leal Soares Ramos – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA

Gustavo Schwartz – Suplente
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao meu Deus pelo dom da vida, pelo seu imenso amor e pela sua infinita bondade de ter me dado forças para chegar até aqui.

À minha mãe Célia Regina Silva Aguiar, meu padrasto Edvan da Silva Costa e toda minha família por todo o amor e paciência dedicados ao longo dessa jornada.

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, que é mais que uma instituição é o nosso refúgio, sempre nos acolhendo e proporcionado um incansável conhecimento.

Manifesto minha imensa gratidão ao meu querido e amado orientador que me recebeu de braços abertos, pela orientação competente, apoio e confiança dedicado ao longo destes dois anos. Agradeço imensamente por sua generosidade e lições de aprendizagem. Foi um prazer imenso tê-lo no meu dia-a-dia, com disponibilidade e atenção toda vez que precisava.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, do Instituto Ciências Agrárias pela oportunidade e o CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

À Embrapa por ter viabilizado grande parte deste trabalho.

Ao Dr. Ademir Roberto Ruschel pelos ensinamentos e colaboração para execução desta pesquisa.

Ao Dr. Edson Marcos Leal Soares Ramos, pelo o auxílio, paciência e tempo.

À Engenheira Florestal e Mestre Tatiana da Cunha Castro, que disponibilizou o seu tempo me ajudando da melhor forma possível.

À amiga e companheira de estudos Roseane de Siqueira Pinto, pela cumplicidade e incentivo ao longo do curso.

Aos membros da banca por todas as considerações e colaboração para este trabalho.

Ao Layo Almeida Moraes, pelo o apoio incondicional nos momentos de dificuldades, sempre me incentivando e me tratando com muita dedicação e carinho.

Aos meus amigos de curso de Pós-graduação, Marcelo de Oliveira, Mariana de Oliveira, Fábio Leão e Luiz Dionísio por todo companheirismo, e ao meu querido amigo Denison Lima Correa, pela importante convivência, que me fez crescer de forma pessoal e profissional.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram na realização desta pesquisa. Minha eterna gratidão, tudo só foi possível porque vocês estavam presentes, o meu muito obrigado.

“Agradecer sempre a generosidade de Deus e a oportunidade de Vida, pois ela nos proporciona recomeçar todos os dias.” (Mônica Christi)

“Por conhecer as árvores, compreendo o sentido da paciência. Por conhecer a grama, dou valor à persistência.”
(Harold Glen Borland)

RESUMO

A floresta é um valioso recurso natural renovável, que pode ser utilizado pelas gerações presentes e futuras, por meio do uso de técnicas de manejo florestal sustentável. O objetivo deste trabalho foi avaliar a dinâmica, durante 31 anos, do número de indivíduos na regeneração natural de quatro espécies comerciais: *Carapa guianensis* Aubl., *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach, *Astronium* spp. (*A. graveolens* Jacq. e *A. lecointei* Ducke) em área explorada e em outra não explorada, em Floresta Ombrófila Densa de terra firme na Amazônia brasileira. Os dados do inventário florestal contínuo nas parcelas permanentes foram utilizados na avaliação da regeneração natural das espécies estudadas em cinco ocasiões (1981, 1983, 1989, 1995 e 2012). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, com 60 repetições cada, totalizando 300 parcelas (0,75 ha de área amostral). Para monitorar a regeneração natural dos indivíduos de 2,5 - 5,0 cm DAP (varas), foram usadas parcelas (5m x 5m) e para monitorar os indivíduos ≥ 30 cm de altura e $< 2,5$ cm DAP (mudas) foram usadas parcelas triangulares de 6,25 m², (5m x 3,54m x 3,54m) estabelecidas aleatoriamente dentro de cada parcela (5m x 5m). Os resultados obtidos mostraram que as espécies tiveram acréscimo no número de indivíduos na área explorada em relação à área não explorada. *Carapa guianensis* teve maior número de indivíduos, tanto na junção das classes de mudas e varas quanto separadamente, por tratamento. A exploração florestal favoreceu o aumento da abundância de indivíduos na regeneração natural do gênero *Astronium* e *Carapa guianensis*, contudo não alterou significativamente a abundância da regeneração natural de *Manilkara elata*. Adicionalmente os tratamentos silviculturais não foram significativos no aumento da abundância das populações arbóreas avaliadas no presente estudo.

Palavras-chave: Exploração Florestal, Dinâmica de Florestas Naturais, Espécies Arbóreas Comerciais.

ABSTRACT

The forest is a valuable renewable natural resource that can be used by present and future generations, using sustainable forest management techniques. In the present study the dynamics of natural regeneration of the commercial species *Carapa guianensis* Aubl., *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach, *Astronium* spp. (*A. graveolens* Jacq. and *A. lecointei* Ducke) was evaluated during 31 years in a logged and in an unlogged areas, in a dense ombrophilous *terra firme* forest in the Brazilian Amazon. Data from continuous forest inventory in permanent sample plots were used to evaluate the natural regeneration of these species in five occasions (1981, 1983, 1989, 1995 and 2012). The experimental design was completely random, with five treatments, with 60 replications each, totaling 300 plots (0.75 ha sample area). In order to monitor the individuals of 2.5 - 5.0 cm DBH (saplings), plots of 5m x 5m were used and to monitor individuals of height ≥ 30 cm and DBH < 2.5 cm (seedlings) triangular plots of 6.25 m² (5m x 3.54m x 3.54m) randomly established within each 5m x 5m plot were used. The results showed that the species had an increase in the number of individuals in the logged area in relation to the unlogged area. *Carapa guianensis* had a greater number of individuals, both at the junction of the seedlings and saplings classes, and separately, by treatment. The logging favored the increase of the abundance of individuals in the natural regeneration of the genus *Astronium* and of the species *Carapa guianensis*, however it did not significantly alter the abundance of the natural regeneration of *Manilkara elata*. Additionally the results of the application of silvicultural treatments were not significant in the increase of the abundance of the tree populations evaluated in the present study.

Keywords: Logging, Dynamics of Natural Forests, Commercial Tree Species.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de <i>Astronium</i> spp., no período de 1981 a 2012, em uma amostra de 1500 m ² , na área explorada do km 144 na Floresta Nacional do Tapajós.....	24
Tabela 2 - Diferença do n° de indivíduos (cinza claro) e percentual de redução (verde claro) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de <i>Astronium</i> spp., no período de 31 anos (1981-2012) de monitoramento em uma amostra de 1500 m ² na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	25
Tabela 3 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de <i>Carapa guianensis</i> , no período de 1981 a 2012, em uma amostra de 1500 m ² , na área explorada do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	26
Tabela 4 - Diferença do n° de indivíduos (cinza claro) e percentual de redução (verde claro) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de <i>C. guianensis</i> , no período de 31 anos (1981-2012) de monitoramento em uma amostra de 1500 m ² na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	28
Tabela 5 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de <i>Manilkara elata</i> , no período de 1981 a 2012, em uma amostra de 1500 m ² , na área explorada do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	29
Tabela 6 - Diferença do n° de indivíduos (cinza claro) e percentual de redução (verde claro) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de <i>M. elata</i> , no período de 31 anos (1981-2012) de monitoramento em uma amostra de 1500 m ² na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	30
Tabela 7 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), avaliada por tratamento (T1, T2, T3, T4), no período de 31 anos, de <i>Astronium</i> spp., na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.	31
Tabela 8 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), avaliada por tratamento (T1, T2, T3, T4), no período de 31 anos, de <i>Carapa guianensis</i> , na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	34
Tabela 9 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), avaliada por tratamento (T1, T2, T3, T4), no período de 31 anos, de <i>Manilkara elata</i> , na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.....	36

Tabela 10 - Abundância da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), das quatro espécies avaliadas, em cinco períodos, na área testemunha do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós. 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área experimental - km 114 da BR 163, Flona do tapajós.....	18
Figura 2 - Croqui do experimento na área do km 114, BR 163, Santarém-Cuiabá (adaptado de CARVALHO, 1992)	21
Figura 3 - Parcela permanente com divisões em 25 subparcelas de (10m x 10m) para medições de árvores, 5 subparcelas (5m x 5m) para medição de varas e 5 subparcelas triangulares de 6,25 m ² para contagem de mudas.....	22
Figura 4 - Abundância de mudas (indivíduos \geq 30 cm de altura a 2,5 cm de diâmetro) e varas (indivíduos com DAP de 2,5 cm a 5 cm) de <i>Astronium</i> spp., de 1981 a 2012 em uma amostra de 1500 m ² (km 114 - Floresta Nacional do Tapajós).	26
Figura 5 - Abundância de mudas (indivíduos \geq 30 cm de altura a 2,5 cm de diâmetro) e varas (indivíduos com DAP de 2,5 cm a 5 cm) de <i>Carapa guianensis</i> , de 1981 a 2012 em uma amostra de 1500 m ² (km 114 - Floresta Nacional do Tapajós).	28
Figura 6 - Abundância de mudas (indivíduos \geq 30 cm de altura a 2,5 cm de diâmetro) e varas (indivíduos com DAP de 2,5 cm a 5 cm) de <i>Manilkara elata</i> , de 1981 a 2012 em uma amostra de 1500 m ² (km 114 - Floresta Nacional do Tapajós)..	30
Figura 7 - Abundância de mudas e varas (indivíduos \geq 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos avaliados, no período de 31 anos (1981-2012) de <i>Astronium</i> spp., na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.	33
Figura 8 - Abundância de mudas e varas (indivíduos \geq 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos avaliados, no período de 31 anos de <i>Carapa guianensis</i> , na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.	35
Figura 9 - Abundância de mudas e varas (indivíduos \geq 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos avaliados, no período de 31 anos de <i>Manilkara elata</i> , na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.	37

LISTA DE APÊNDICE

- Tabela 1** - Presença da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos, no período de 31 anos, das quatro espécies exploradas, na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós. X=presença de pelo menos um indivíduo da espécie na amostra46
- Tabela 2** - Números de mudas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos, no período de 31 anos, das quatro espécies exploradas, na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós46
- Tabela 3** - Números de varas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos, no período de 31 anos, das quatro espécies exploradas, na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 Área de estudo	18
3.2 Principais atividades realizadas na área.....	19
3.3 Coleta e obtenção dos dados	20
3.4 Seleção de espécies	22
3.5 Cálculos e Análises	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Avaliação das espécies por tratamentos	30
4.2 Área não-explorada.....	38
5. CONCLUSÃO	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
7. APÊNDICE	46

DINÂMICA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE QUATRO ESPÉCIES COMERCIAIS NO PERÍODO DE 31 ANOS DE MONITORAMENTO NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

1. INTRODUÇÃO

A exploração racional de qualquer ecossistema pode ser planejada a partir do conhecimento de sua dinâmica biológica. No que se refere à vegetação, é necessário conhecer como se dá o processo de regeneração natural diante das alterações antrópicas (PEREIRA et al., 2001).

A exploração madeireira pelo método convencional diminui a produtividade da floresta, resultando em maiores custos de oportunidade para o manejo florestal em longo prazo, com maior incentivo para a conversão de florestas para usos alternativos. As práticas de exploração de impacto reduzido compreendem planejamento de colheita, desenvolvimento de infraestrutura e técnicas operacionais que visam reduzir os impactos prejudiciais da colheita de madeira, ao mesmo tempo em que melhoram a eficiência de produção das operações madeireiras (BOLTZ et al., 2003).

Embora as técnicas de impacto reduzido não correspondam diretamente à viabilidade econômica em longo prazo das operações madeireiras, sua aplicação traz avanços significativos em direção a esse objetivo. As práticas que caem sob o impacto reduzido, tais como o inventário florestal prévio, o planejamento das estradas, trilhas de arraste, pátios de estocagem de toras, assim como a queda direcional das árvores e cortes de cipós, podem melhorar a gestão de concessões de madeira para motivar uma situação vantajosa para as empresas extratoras de madeira e para a conservação da floresta (EDWARDS et al., 2012).

A forma como a floresta se regenera vai depender de como seus mecanismos (banco de sementes e banco de plântulas) possibilitam a entrada e o estabelecimento de novos indivíduos e espécies. Por meio do banco de sementes do solo, da chuva de sementes, seus meios de dispersão, e do banco de plântulas, a regeneração natural das florestas tem a capacidade de se estabelecer após alterações naturais ou antrópicas. Assim como nos fragmentos florestais já estabelecidos, o processo de renovação da composição florística do local e a manutenção das espécies nativas de uma determinada região depende da regeneração natural (HÜLLER et al., 2011).

A regeneração natural é considerada um indicador para recuperação de áreas após alterações provocadas pela exploração ou por incêndios florestais, e outras naturais como tornados e avalanches. O processo de regeneração é contínuo com fluxo de entradas e saídas dos seres vivos no ecossistema, e parte do ciclo de crescimento da floresta corresponde às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento (GAMA et al., 2002).

Intervenções em áreas alteradas, por meio de técnicas de manejo, podem acelerar o processo de regeneração e permitir o processo de sucessão, o que evitará a perda de biodiversidade (VIEIRA e GANDOLFI, 2006). Entretanto, essas intervenções devem ser muito bem planejadas, com base no comportamento e nas características ecológicas e silviculturais de cada espécie. Em floresta manejada, cada espécie tem participação diferenciada no processo de regeneração. Existem espécies com muitos indivíduos adultos e elevada abundância na regeneração natural, porém há espécies que mesmo com muitos representantes adultos, possuem poucos ou não possuem indivíduos na regeneração natural.

Há literatura sobre dinâmica populacional da regeneração natural na região amazônica, porém são poucos os estudos que acompanham, em médio e longo prazo, a recuperação da floresta após alterações causadas pela exploração florestal. A presente pesquisa vem acrescentar informações importantes sobre o comportamento de quatro espécies comerciais, no que diz respeito à dinâmica da regeneração natural em floresta manejada no período de 31 anos.

Problema/Questão

Espécies arbóreas colhidas na primeira exploração de uma área de vegetação natural, utilizando-se técnicas de exploração florestal de impacto reduzido, possuem estoque em regeneração natural suficiente para garantir cortes futuros?

Hipótese

A exploração florestal de impacto reduzido, realizada de acordo com a legislação florestal, não afeta a abundância da regeneração natural das espécies exploradas.

Objetivo Geral

Avaliar a dinâmica, durante 31 anos, do número de indivíduos de regeneração natural de quatro espécies arbóreas comerciais em uma área explorada, assim como em área não explorada, em Floresta Ombrófila Densa de terra firme na Amazônia brasileira.

Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar a dinâmica, durante 31 anos, do número de indivíduos de regeneração natural de duas espécies do gênero *Astronium* (*A. graveolens* Jacq. e *A. lecointei* Ducke) exploradas em uma área de Floresta Ombrófila Densa de terra firme na Amazônia brasileira;
- ✓ Avaliar a dinâmica, durante 31 anos, do número de indivíduos de regeneração natural da espécie *Carapa guianensis* Aubl. explorada em uma área de Floresta Ombrófila Densa de terra firme na Amazônia brasileira;
- ✓ Avaliar a dinâmica, durante 31 anos, do número de indivíduos de regeneração natural da espécie *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach. explorada em uma área de Floresta Ombrófila Densa de terra firme na Amazônia brasileira; e
- ✓ Avaliar a dinâmica, durante 31 anos, do número de indivíduos de regeneração natural das quatro espécies em uma área não explorada de Floresta Ombrófila Densa de terra firme na Amazônia brasileira.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- *Astronium* spp.

O Gênero *Astronium*, pertencente à família Anacardiaceae, é exclusivamente neotropical, constituído por oito espécies, das quais sete ocorrem no Brasil. Todas as espécies tem hábito arbóreo e são dióicas (possuem flores masculinas e femininas em indivíduos separados). As árvores dessas espécies geralmente são altas, variando de 8 a 45 m de altura e as folhas são sempre alternas, compostas e imparipinadas. As flores são diclinas, pentâmeras, isostêmones e actinomorfas. Os frutos de todas as espécies são bagas cilíndricas elipsoides. Cada fruto contém somente uma semente de tegumento

membranáceo. *Astronium graveolens* Jacq. e *Astronium lecointei* Ducke possuem o mesmo padrão de germinação e suas plântulas são muito parecidas, não apresentando diferença morfológica que as identifiquem nesse estágio de desenvolvimento. As duas espécies ocorrem quase que exclusivamente em ambientes de mata (SANTIN, 1989).

A. graveolens possui ampla distribuição geográfica e sua dispersão é anemocórica. Sua madeira possui destaque no mercado (GUALBERTO et al., 2014) e suas mudas são usadas em processos de recuperação da vegetação da Mata Atlântica (SANTOS et al., 2011).

A. lecointei também tem sua polinização anemocórica, e é encontrada em floresta de terra firme (AMARAL et al., 2009) na Amazônia brasileira; com cerne e alborno distintos pela cor, cerne variável do bege-rosado ao castanho-escuro-avermelhado, com estrias mais escuras; brilho moderado; cheiro e gosto imperceptíveis; densidade alta; dura ao corte; grã irregular; textura média (ELEOTÉRIO, 2012).

- ***Carapa guianensis* Aubl.**

C. guianensis pertencente à família Meliaceae, é conhecida vulgarmente por andiroba. Possui árvores de médio porte (25-35 m), porém podem atingir até 55 m de altura. Sua casca é grossa e amarga, com coloração acinzentada, que se desprende facilmente do fuste em grandes placas. A folha é composta, alternada e paripinada. As flores são pequenas, com pétalas de no máximo 8 mm de comprimento e os frutos são cápsulas globosas e sub-globosas, que se separam com o impacto da queda ao solo (FERRAZ et al., 2003).

C. guianensis é uma espécie de uso múltiplo. Sua madeira é utilizada, principalmente, na fabricação de móveis, construção civil, lâminas e compensado. De suas sementes extrai-se um óleo utilizado de forma artesanal, assim como em vários setores da indústria, portanto com importante participação na economia regional, principalmente na medicina popular. Em comparação com a colheita da madeira, a coleta das sementes necessita de pouco investimento e, além de não ser destrutiva, a produção do óleo pode assegurar um retorno econômico anual para a população local (MENDONÇA & FERRAZ, 2007).

Suas árvores possuem sapopemas baixas com tronco reto e cilíndrico. É encontrada por toda a bacia amazônica nas matas de várzea, com valor ecológico e madeireiro para indústria. Gera benefícios para a comunidade, por meio do óleo

extraído da semente, por ter propriedades medicinais (COSTA e MARENCO, 2007). Na atualidade o óleo é usado principalmente como linimento (material menos viscoso que pomada) contra pancadas e anti-inflamatórios contra dores de garganta, sendo também usado para produção de repelente a inseto. No Brasil estima-se que são consumidos 30 mil litros de óleo por ano, e o preço de exportação em 2004 chegou a US\$ 7.00 (sete dólares) (NEVES et al., 2004).

- **Manilkara elata (Allemão ex Miq.) Monach.**

Conhecida popularmente como maçaranduba, *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach. pertence à família Sapotaceae, ocorrendo na América do Sul, principalmente em regiões de terra firme da Amazônia. Suas árvores possuem troncos retos e cilíndricos com ritidoma marrom-acinzentado a escuro ou avermelhado, com fissuras profundas, podendo atingir até 50 m de altura. É considerada monóica (flores masculinas e femininas no mesmo indivíduo), e algumas de suas populações florescem em intervalos de cinco anos, enquanto outras florescem anualmente (AZEVEDO, 2008).

Suas flores são polinizadas por aves, morcegos e macacos, com dispersão zoocórica. Sua madeira é dura e resistente, considerada pesada, com densidade variando de 0,90 a 1,04 g cm⁻³ (FERRAZ et al., 2004). Por apresentar alta durabilidade, principalmente em terra firme, é utilizada para cercas, assoalhos e postes, entre outros fins (GOMES et al., 2005). Algumas árvores de maçaranduba possuem troncos ocos, outras racham ou trincam na parte medular do tronco, reduzindo a produtividade, pois a parte central não é utilizada (DANIELLI, 2016).

- **Intensidade de Exploração**

A derrubada de florestas para a extração de madeira provoca alterações na composição florística das comunidades, na estrutura das populações de espécies e nas propriedades do ecossistema (CHAZDON, 2012). As proporções dessas mudanças estariam relacionadas principalmente à intensidade de exploração (SIST; NGUYEN-THÉ, 2002). Em nível federal, a Instrução Normativa nº5 (MMA), de dezembro 2006, é o referencial técnico para a elaboração, apresentação e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável. A norma federal estabelece que a intensidade de corte máxima autorizável em PMFS da Amazônia deve ser de 30 m³ ha⁻¹, para um ciclo de corte inicial de 35 anos (MMA, 2008).

O ciclo não pode ser o mesmo para todos os planos de manejo. Se existem extrações de 90 m³ por hectare (como por exemplo, no Pará. CARVALHO, 1987), significa que, para esta extração, no mínimo um ciclo de 45 anos seria necessário (BRAZ et al., 2005).

A insustentabilidade dos ciclos de corte depende de retiradas com altas densidades, assim como de retiradas que desconsideram a estrutura final da comunidade das árvores pós-corte, não somente das árvores de estoque de crescimento, como também a estrutura remanescente das árvores das classes comerciais. Tais observações reforçam a importância da definição de taxas de corte calculadas e distribuídas sobre estruturas previamente determinadas, buscando a regulação da floresta e direcionando a ação, no sentido de otimizar a estrutura remanescente com o incremento desejado (BRAZ et al., 2012).

Com base em dados de uma área de floresta de terra firme na Amazônia, Sist e Ferreira (2007) mencionaram que uma intensidade de exploração de três árvores por hectare, com um crescimento médio em diâmetro de 4 mm por ano, um intervalo de 40 anos poderia ser suficiente para uma nova intervenção. Acrescentaram que, quando considerado um ciclo de corte de 30 anos, a intensidade da segunda colheita deveria ser de 2 ou 3 árvores por hectare, sempre que as árvores da floresta atingissem crescimento de 3,5 a 5,0 mm por ano, respectivamente. Mas os autores comentam que há necessidade de aplicação de tratamentos silviculturais após a exploração para obter essa taxa de crescimento para indivíduos remanescentes.

No estudo de Bulfe et al., (2009) é relatado que uma média de 10,4 indivíduos foi extraída com técnicas de Exploração de Impacto Reduzido, que mais contribuiu para a redução dos danos causados pela exploração.

O limite máximo de colheita de madeira deveria ser composto, inicialmente, por espécie, avaliando a sua condição individual para ser extraída, com todas as informações possibilitadas pelo inventário a 100%. Para cada espécie, seria verificada a possibilidade de sua regeneração natural, de acordo com a estrutura da sua população, que sendo positiva a espécie poderia ser incluída na lista para compor os próximos cortes (BRAZ et al., 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em uma área experimental de 180 ha, à altura do km 114 da BR 163-Rodovia Santarém-Cuiabá, entre as coordenadas 03° 18' 31,84364''- 03° 19' 21,48821'' de latitude sul e 54° 56' 27,96367''- 54° 56' 15,13091 de longitude oeste na Floresta Nacional do Tapajós, Município de Belterra, Estado do Pará. A floresta nacional do tapajós limita-se ao norte com o paralelo que cruza o km 50 da Rodovia Santarém-Cuiabá, ao sul com a Rodovia Transamazônica e os rios Cupari e Cuparitinga ou Santa Cruz, a leste com a Rodovia Santarém-Cuiabá, e a oeste com o rio Tapajós (Figura 1).

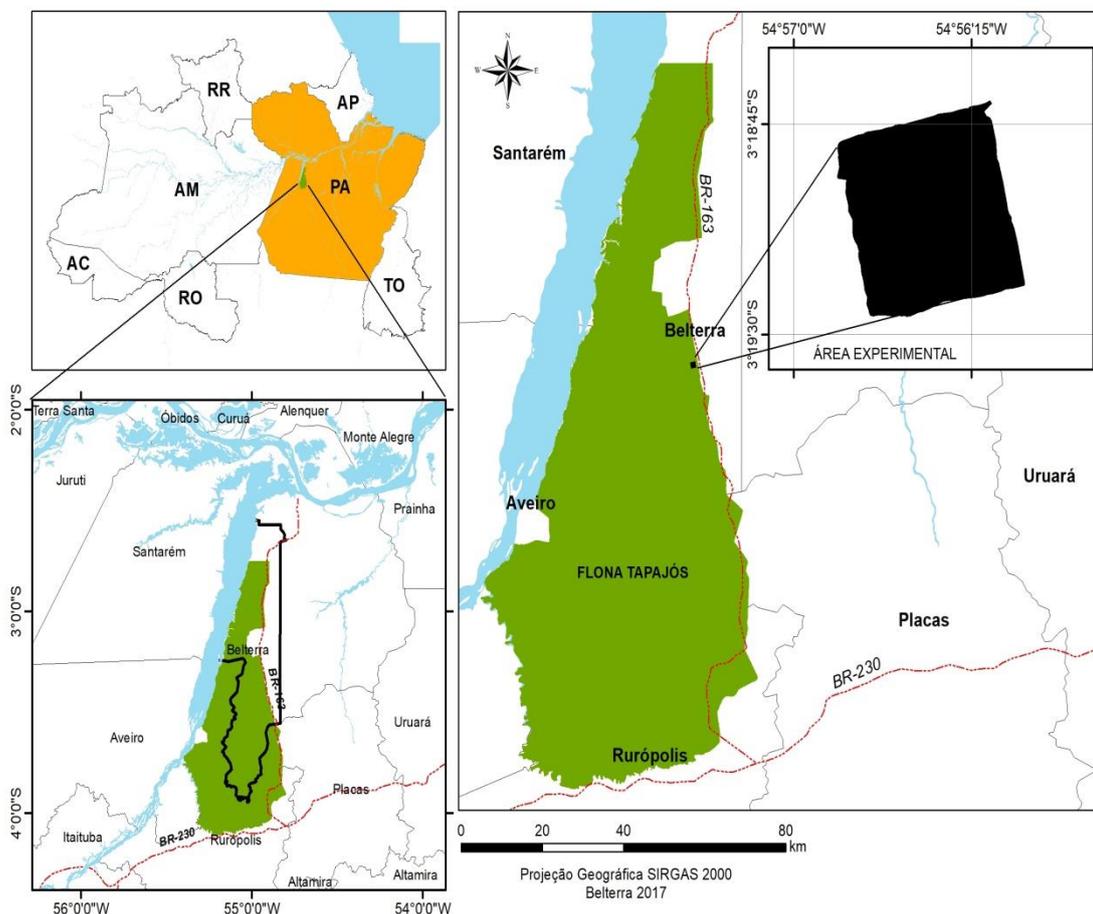


Figura 1- Localização da área experimental - km 114 da BR 163, Flona do Tapajós.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo “Am”, caracterizado como clima tropical, que possui uma estação seca de 2 a 3 meses por ano e precipitação anual acima de 2000 mm. A média anual de temperatura é de 25°C e umidade relativa de 86% (PARROTA et al., 1995).

O relevo é plano a levemente ondulado e a altitude situa-se em torno de 175 m acima do nível do mar (CARVALHO, 2002).

Nessa região existe uma predominância de solo Latossolo Amarelo Distrófico, com textura pesada (60- 94% de argila), com inclusão de Latossolo Amarelo Concrecionário, derivado de argilito (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1996), geralmente profundo, ácido, friável e revestido por florestas densas. Como variação desta unidade, ocorre o Latossolo Amarelo Distrófico Plíntico, de textura média e argilosa. Associados a estas classes são encontrados os solos Plintossolos Pétricos Concessionários, de textura indeterminada e Neossolo Quartzarênico Órtico. Os Argissolos Vermelho Amarelo também ocupam grande porção da Flona do Tapajós. Estes últimos são encontrados em relevo plano a fortemente ondulado (ESPÍRITO-SANTO et al., 2005). A vegetação da área experimental é do tipo floresta de terra firme, classificada de acordo com IBGE (2012) como Floresta Ombrófila Densa.

3.2 Principais atividades realizadas na área

O experimento foi instalado em 144 ha, no ano de 1981, pela Embrapa Amazônia Oriental. Nesse mesmo ano foram realizadas as atividades: inventário pré-exploratório a 100% de intensidade (censo florestal), medindo todas as árvores com DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) $\geq 45,0$ cm; inventário amostral para determinação da área basal, medindo árvores com DAP $\geq 5,0$ cm; corte de cipós; estabelecimento de 48 parcelas permanentes; e a primeira medição (antes da exploração) das 48 parcelas permanentes. Em 1982 foi realizada a exploração florestal planejada nos 144 ha, colhendo árvores de 38 espécies, escolhidas com base na abundância e volume presente na área e por serem comercializadas no mercado regional de Santarém (CARVALHO et al., 2004). Em média foram extraídas 12 árvores ha^{-1} , o equivalente a 90 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ (CARVALHO, 1987).

Em 1983, um ano após a exploração, ocorreu a segunda medição das 48 parcelas permanentes (144 ha). Nesse ano também foram estabelecidas 12 parcelas permanentes em 36 ha de floresta não explorada, a 200 m de distância da área explorada e a 500 m da rodovia BR 163 (Figura 2). Nessa ocasião (1983) ocorreu a primeira medição das parcelas da área não explorada (36 ha). Em 1987 e 1989 foram realizadas a terceira e quarta medições das parcelas na floresta explorada, respectivamente, e a segunda e terceira na floresta não explorada.

De 1993 a 1994, doze anos após a exploração florestal, foram aplicados os tratamentos silviculturais na floresta explorada, eliminando árvores preferencialmente de espécies consideradas não comerciais, tanto do ponto de vista madeireiro como não madeireiro. A finalidade dos tratamentos silviculturais foi reduzir a área basal do povoamento e, com isso, reduzir a competição entre indivíduos por luz, espaço e nutrientes, proporcionando o aumento da sobrevivência, crescimento e estabelecimento da regeneração natural das espécies de valor comercial (OLIVEIRA, 2005). Outras medições foram realizadas nas parcelas permanentes após a aplicação dos tratamentos silviculturais em: 1995, 2003, 2008 e 2012, perfazendo 31 anos de monitoramento. Em 1997, a área experimental foi atingida por um incêndio acidental, que afetou 19 parcelas permanentes da área explorada.

3.3 Coleta e obtenção de dados

Na presente pesquisa foi utilizado o banco de dados do monitoramento de parcelas permanentes de inventário contínuo da Área Experimental Km 114, com 180 ha (144 ha explorados e 36 ha não explorados). São 60 parcelas permanentes (amostra de 15 ha), monitoradas desde 1981 a 2012 pela Embrapa Amazônia Oriental com apoio de projetos de cooperação internacional por meio da ABC (Agência Brasileira de Cooperação), – FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) – PPG7 (Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil) – DFID (Departamento do Governo Britânico para Desenvolvimento Internacional) – ITTO (Organização Internacional de Madeiras Tropicais), entre outros.

Para facilitar o planejamento e a coleta de dados, a área de 144 ha foi dividida em 4 blocos, e cada bloco (300 m x 1200 m) foi subdividido em quatro quadrados de 9 ha cada. Essa disposição foi feita de forma aleatória dentro de cada bloco. Na área de cada tratamento (9 ha) foram sorteadas três parcelas permanentes de 50 m x 50 m (Figura 2). Cada parcela permanente de 50 m x 50 m foi subdividida em 25 subparcelas de 10 m x 10 m, sendo estas numeradas de 01 a 25. Um quinto bloco foi instalado em área não explorada, cerca de 200 m próximo à área explorada. Nesse bloco também foram instaladas aleatoriamente 12 parcelas permanentes. Assim, considerou-se um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, com 12 repetições cada.

Os tratamentos foram assim definidos:

- T0: Área não explorada;
- T1: Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 45 cm de 38 espécies de madeira comercial;
- T2: Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 55 cm de 38 espécies de madeira comercial + tratamento silvicultural, consistindo em anelagem de árvores de espécies de madeira não comercial e aplicação de produto químico, para reduzir a área basal em 20% da original;
- T3: Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 55 cm de 38 espécies de madeira comercial + tratamento silvicultural, consistindo em anelagem de árvores de espécies de madeira não comercial e aplicação de produto químico, para reduzir a área basal em 40% da original;
- T4: Colheita de fustes comerciais de árvores com DAP ≥ 55 cm de 38 espécies de madeira comercial + tratamento silvicultural, consistindo em anelagem de árvores de espécies de madeira não comercial e aplicação de produto químico, para reduzir a área basal em 60% da original.

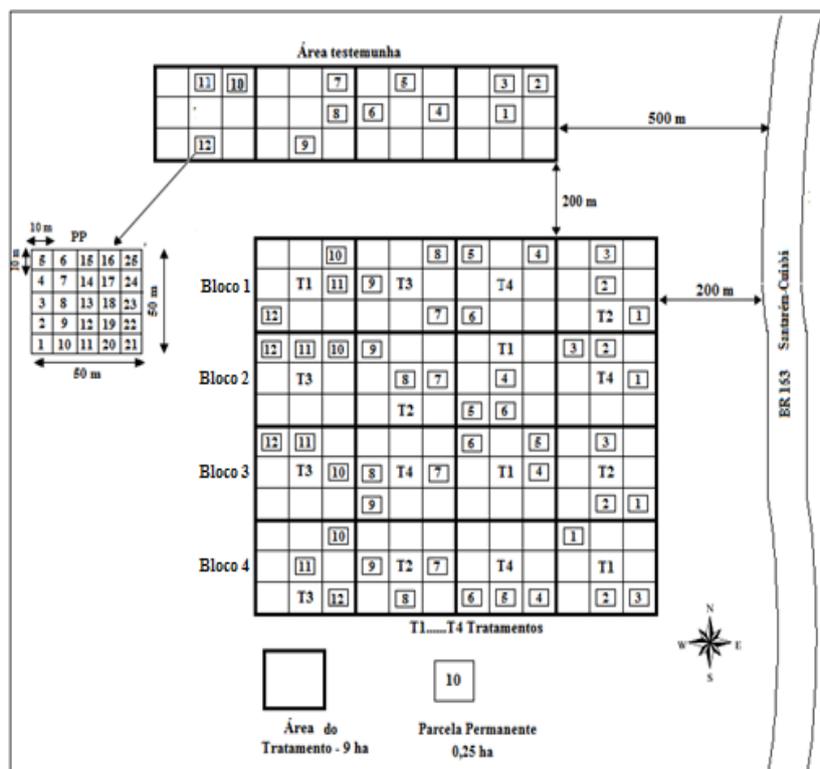


Figura 2 – Croqui do experimento na área do km 114, BR 163, Santarém-Cuiabá (adaptado de CARVALHO, 1992).

Para monitorar a regeneração natural, em cada parcela permanente (50m x50m) foram aleatoriamente sorteadas cinco subparcelas (10 m x 10 m). Pequenas parcelas (5m x 5m) foram alocadas no centro das subparcelas de 10 m x10 m, onde os indivíduos de 2,5 - 5,0 cm DAP (varas) foram medidos. Indivíduos ≥ 30 cm de altura e $< 2,5$ cm DAP (mudas) foram contados em parcelas triangulares (5m x 3,54m x 3,54m) de 6,25 m², estabelecidas aleatoriamente dentro de cada pequena parcela de 5m x 5m (Figura 3).

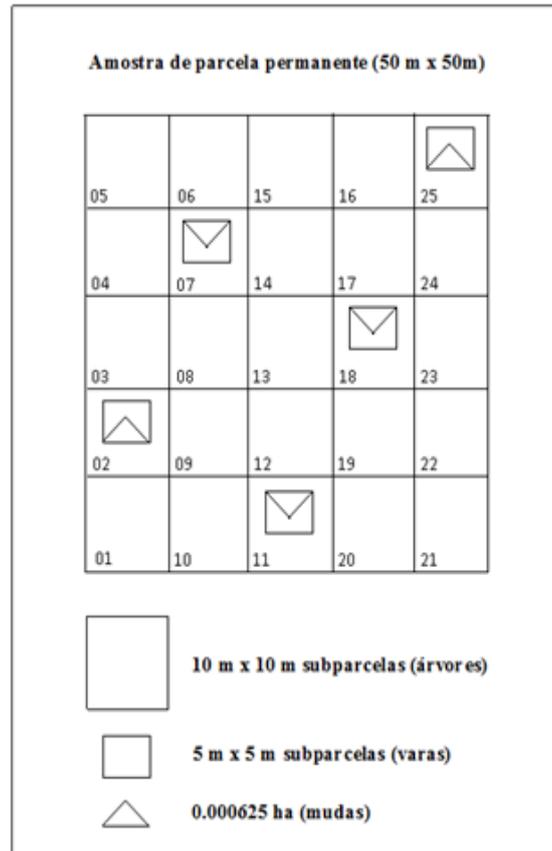


Figura 3: Parcela permanente com divisões em 25 subparcelas de 10m x 10m para medição de árvores, 5 subparcelas de 5m x 5m para medição de varas e 5 subparcelas triangulares de 6,25 m² para contagem de mudas.

3.4 Seleção de espécies

Das 38 espécies colhidas em 1982, foram selecionadas as 10 com maior volume colhido. Dentre essas 10 espécies, foram selecionadas quatro com maior número de indivíduos na regeneração natural: *Astronium* spp (*A. graveolens* Jacq. e *A. lecointei* Ducke), *Carapa guianensis* Aubl., e *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach.

3.5 Cálculos e Análises

A Abundância (A) foi considerada como sendo o número total de indivíduos pertencentes a uma determinada espécie, relacionado com a área. Utilizou-se hectare (ha) como unidade de área.

$$A = \frac{N^{\circ} \text{ de indivíduos de cada espécie}}{\text{Unidade de área (ha)}}$$

Considerando que as mudas (indivíduos com altura igual ou maior que 30 cm e diâmetro menor que 2,5 cm) foram monitoradas em 60 parcelas de 6,25 m² em cada tratamento. A abundância foi calculada por meio da fórmula:

$$\text{Número de MUDAS} = \frac{n^{\circ} \text{ total de indivíduos avaliados nas parcelas de cada tratamento} \times 10.000 \text{ m}^2}{60 \times 6,25 \text{ m}^2}$$

As varas (indivíduos com DAP de 2,5 a 4,9 cm) foram monitoradas em 60 Parcelas de 25 m², em cada tratamento, portanto a abundância foi calculada pela fórmula:

$$\text{Número de VARAS} = \frac{n^{\circ} \text{ total de indivíduos avaliados nas parcelas de cada tratamento} \times 10.000 \text{ m}^2}{60 \times 25 \text{ m}^2}$$

Devido ao reduzido número de indivíduos na classe de varas, juntou-se essa classe à classe de mudas, formando o que é tratado aqui por regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm). Os dados avaliados foram obtidos em cinco das oito medições realizadas nas parcelas permanentes na área explorada no período de 31 anos, sendo em 1981 – um ano antes da exploração; 1983 – um ano após a exploração; 1989 – sete anos após a exploração; 1995 – um ano após os tratamentos silviculturais; e 2012 – 31 anos após a exploração e 18 anos após a aplicação dos tratamentos silviculturais. Na área não-explorada, não houve medição em 1981, portanto os dados foram obtidos em 1983, 1989, 1995 e 2012.

Os dados foram analisados por meio do Teste Exato de Fisher, que considera duas amostras, onde o *p*-valor tem que ser menor que 0,05 para ser diferente ($0,000 < 0,05$). Este teste é usado para criar intervalos de confiança para todas as diferenças de pares entre médias de níveis de fatores controlando a taxa de erro individual para um nível de significância especificado. O método usa a taxa de erro

individual e o número de comparações para calcular o nível de confiança simultâneo para todos os intervalos de confiança. Esse nível de confiança simultâneo é a probabilidade de que todos os intervalos de confiança contenham a diferença real. O método resulta um p -valor que indica se as médias obtidas por tratamento apresentam diferenças estatísticas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das avaliações e análises feitas para abundância das espécies considerando T1, T2, T3 e T4 são apresentados nas Tabelas 1, 3, 5 e 6, para cada ano e ou período de medição.

Tabela 1 – Abundância (número de indivíduos por hectare- $N\ ha^{-1}$) da regeneração natural de *Astronium* spp. (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), no período de 1981 a 2012, em uma amostra de $1500\ m^2$, na área experimental do km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

Espécie	Anos de medição	1ª medição ($N\ ha^{-1}$)	2ª medição ($N\ ha^{-1}$)	p -valor
<i>Astronium</i> spp.	1981-1983	30,0	98,3	0,000*
	1981-1989	30,0	41,7	0,066
	1981-1995	30,0	35,0	0,483
	1981-2012	30,0	7,3	0,000*
	1983-1989	98,3	41,7	0,000*
	1989-1995	41,7	35,0	0,334
	1995-2012	35,0	7,3	0,000*

* Existe diferença estatística entre os dois anos pelo Teste Exato de Fisher ($p < 0,05$).

Em 1983 foi registrado o maior número de indivíduos ($98,3$ indivíduos/ ha^{-1}) (Tabela 1). O aumento da radiação solar na floresta, causado pela exploração, possibilitou o surgimento de mudas de regeneração natural. No entanto, as espécies tiveram taxas de regeneração mais baixas a partir do segundo período pós-colheita, provavelmente devido a quantidades reduzidas de luz disponível, com a passagem do tempo. Os efeitos desejáveis da colheita da madeira podem não ser suficientes para aumentar a regeneração, necessitando de tratamentos silviculturais para garantir um número de indivíduos com tamanhos desejáveis para futuras colheitas. Apesar de não ter diferença significativa depois dos tratamentos silviculturais, *Astronium* spp. não perderam indivíduos, sugerindo que as duas espécies podem necessitar de tratamentos em períodos curtos para aumentar a abundância, conforme se verificou logo depois da

exploração. Em 1995 teve um aumento de 16,7%, ou seja, entrada de mais 5 indivíduos na área (Tabela 2).

Os tratamentos silviculturais parecem ser fundamentais para aumentar a produção de madeira, pois através da aplicação de técnicas silviculturais pode-se elevar o potencial produtivo da floresta e, ao mesmo tempo, garantir sua sustentabilidade. Em 2012 *Astronium* spp. teve o menor número de indivíduos (7,3 indivíduos por hectare), equivalendo a uma redução de 75,6% da população (Tabela 2). Aos sete anos após a exploração o número de indivíduos não foi diferente estatisticamente (p -valor de 0,066) com um acréscimo de 11 indivíduos por hectare, que foi reduzido após o tratamento silvicultural, mostrando que as duas espécies foram favorecidas mais pela exploração do que pelo tratamento silvicultural, pois foi em 1983 que ocorreu o maior número de indivíduos (Tabela 1).

Quadros et al. (2013) em outra área de pesquisa (Projeto SPC), mostraram que as mudas de regeneração natural de *A. graveolens* se beneficiaram com a abertura do dossel da floresta, causada pela exploração florestal, principalmente nas clareiras médias (401-600m²) e grandes (área >600m²), onde cresceram mais em altura e tiveram maior taxa de sobrevivência, demonstrando potencial para uso em sistemas silviculturais e aumento no valor comercial da floresta. De 1983 a 1989, houve a redução de 56 indivíduos, o que equivale a 57% de redução da abundância. De 1995 a 2012 houve redução de 27 indivíduos (79%), contudo no período antes dos tratamentos, ou seja, de 1981 a 1995 houve um pequeno aumento (Tabela 2).

Tabela 2 – Diferença do número de indivíduos (cinza claro) e percentual de redução (verde claro) na regeneração natural (indivíduos \geq 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Astronium* spp, no período de 31 anos (1981-2012) de monitoramento, em uma amostra de 1500 m² na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.

Ano da Avaliação	1981	1983	1989	1995	2012
1981	n: 30	227,8	38,9	16,7	-75,6
1983	68,3	n: 98,3	-57,6	-64,4	-92,5
1989	11,7	-56,7	n: 41,7	-15,0	-82,4
1995	5,0	-63,3	-6,7	n: 35	-79,1
2012	-22,7	-91,0	-34,3	-27,7	n: 7,3

n: número de indivíduos por hectare.

Embora, para efeitos de cálculos e análises o número de varas tenha sido somado ao número de mudas, devido à reduzida quantidade de indivíduos, como já dito na metodologia, as figuras de 4 a 9 apresentam o número total de indivíduos da regeneração natural (varas+mudas) e, apenas para ilustração, apresentam também os números de indivíduos separadamente na classe de varas e na classe de mudas. Observe-se que sempre o número de varas é muito inferior.

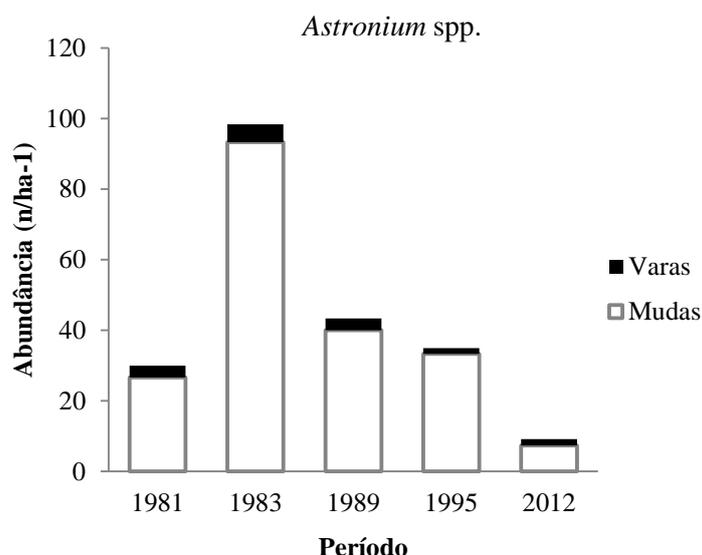


Figura 4 - Abundância de mudas (indivíduos ≥ 30 cm de altura a 2,5 cm de diâmetro) e varas (indivíduos com DAP de 2,5 cm a 5 cm) de *Astronium spp.*, de 1981 a 2012 em uma amostra de 1500 m² (km 114 - Floresta Nacional do Tapajós).

Tabela 3 - Abundância (número de indivíduos por hectare-N ha⁻¹) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm) de *Carapa guianensis* no período de 1981 a 2012, em uma amostra de 1500 m², na área experimental do km 114 - BR 163 Floresta Nacional do Tapajós.

Espécie	Anos de medição	1ª medição (N ha ⁻¹)	2ª medição (N ha ⁻¹)	p-valor
<i>Carapa guianensis</i>	1981-1983	313,3	235,0	0,000*
	1981-1989	313,3	251,7	0,000*
	1981-1995	313,3	291,7	0,250
	1981-2012	313,3	502,7	0,000*
	1983-1989	235,0	251,7	0,305
	1989-1995	251,7	291,7	0,018
	1995-2012	291,7	502,7	0,000*

* Existe diferença estatística entre os dois anos pelo Teste Exato de Fisher ($p < 0,05$).

Foi significativa (61%) a diferença entre o número de indivíduos de *Carapa guianensis* em 1981 (313,3 indivíduos ha⁻¹), um ano antes da exploração, e em 2012 (502,7), aos 30 anos após a exploração (Tabela 3). Depois de 1981 houve redução no número de indivíduos, porém houve aumento significativo em 2012. Não houve diferença significativa entre 1981 e 1995; 1983 e 1989; 1989 e 1995, pois apresentaram $p > 0,05$ (Tabela 3). Observa-se que na segunda medição (1983) foi registrado o menor número de indivíduos, mas com o passar dos anos a quantidade foi aumentando (Tabela 3). *Carapa guianensis* teve altas taxas de mortalidade, reduzindo sua abundância nos indivíduos superiores, porém por manter esta estrutura populacional com alta abundância na regeneração natural, pode-se considerar uma espécie promissora.

No estudo de Schwartz et al., (2012) também na Amazônia oriental, *C. guianensis* foi a espécie mais abundante, com 1,63 indivíduo por 100 m², mas no primeiro ano após a exploração a sua taxa de ingresso foi reduzida, como ocorreu também no presente estudo, aos dois anos após a exploração. No estudo de Tonini et al., (2009) no estado de Roraima, *C. guianensis* apresentou alta abundância em todo o período monitorado, com elevada agregação, em sua população (Tonini et al., 2009), altas densidades de indivíduos jovens e regeneração natural, mas com alta mortalidade devido, segundo Castilho et al., (2011), à predação das sementes por roedores ou invertebrados e ataque por patógenos que podem afetar a probabilidade de uma semente germinar e originar uma plântula, pois com base em estimativa preliminar, são necessárias de 2 a 7 sementes para originar uma plântula da espécie.

A maior abundância de regeneração natural da espécie deve estar relacionada com a maior ocorrência de árvores reprodutivamente maduras na área. Para Pereira & Tonini (2012), a produção e a queda dos frutos na estação úmida seriam vantajosas, pois aumentam a possibilidade de germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas. Em 1983 depois da exploração florestal, a espécie sofreu uma redução de 25% dos indivíduos (Tabela 4), mas em seguida começou a recuperar a sua abundância, que mesmo com o impacto dos tratamentos silviculturais, continuou crescendo e aumentou a população em 16% (Tabela 3). E foi de 1983 a 2012 que a espécie apresentou o maior registro, com um saldo a mais de 267,7 indivíduos/ha⁻¹, equivalendo 113,90% (Tabela 4).

Tabela 4 – Diferença do número de indivíduos (cinza claro) e percentual de redução (verde claro) na regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Carapa guianensis*, no período de 31 anos (1981-2012) de monitoramento, em uma amostra de 1500 m² na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.

Ano de Avaliação	1981	1983	1989	1995	2012
1981	n: 313,3	-25,0	-19,7	-6,9	60,4
1983	-78,3	n: 235	7,1	24,1	113,9
1989	-61,7	16,7	n: 251,7	15,9	99,7
1995	-21,7	56,7	40,0	n: 291,7	72,3
2012	189,3	267,7	251,0	211,0	n: 502,7

n: número de indivíduos por hectare.

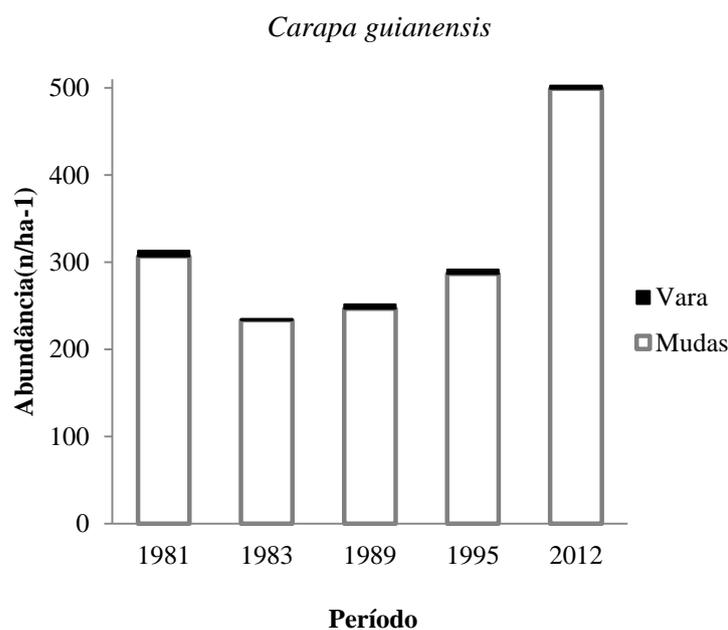


Figura 5 – Abundância de mudas (indivíduos ≥ 30 cm de altura a 2,5 cm de diâmetro) e varas (indivíduos com DAP de 2,5 cm a 5 cm) de *Carapa guianensis*, de 1981 a 2012 em uma amostra de 1500 m² (km 114 - Floresta Nacional do Tapajós).

Tabela 5 - Abundância (número de indivíduos por hectare-N ha⁻¹) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Manilkara elata* no período de 1981 a 2012, em uma amostra de 1500 m², na área experimental do km 114 - BR 163 Floresta Nacional do Tapajós.

Espécie	Períodos medidos	1ª medição	2ª medição	p-valor
<i>Manilkara elata</i>	1981-1983	36,7	28,3	0,160
	1981-1989	36,7	46,7	0,217
	1981-1995	36,7	46,7	0,217
	1981-2012	36,7	20,1	0,003*
	1983-1989	28,3	46,7	0,003*
	1989-1995	46,7	46,7	1,000
	1995-2012	46,7	20,1	0,000*

* Existe diferença estatística entre os dois anos pelo Teste Exato de Fisher ($p < 0,05$).

A redução na taxa de regeneração natural de *M. elata* no último período pode ter sido pelo o fechamento do dossel e diminuição da radiação solar. Os resultados do estudo de Castro e Carvalho (2014) em outra área experimental km 67, também na floresta Nacional do Tapajós, mostraram que a dinâmica da população de *Manilkara elata* em relação à densidade, frequência e área basal na floresta foi pouca, indicando que a espécie necessita de manejo específico e de aplicação de tratamentos silviculturais que venha favorecer o aumento da sua regeneração natural e o crescimento de plantas mais jovens na floresta. A constatação é que a exploração foi benéfica para o estabelecimento da regeneração natural desta espécie, pois houve aumento em 1989, que se manteve em 1995.

Contudo as atividades de exploração, por serem mais impactantes, causaram maior abertura no dossel do que as atividades dos tratamentos silviculturais, que permitiram menor entrada de luz, o que pode ter influenciado a abundância da regeneração natural (Tabela 5 e 6). Jardim et al. (2007), em uma área de pesquisa no município de Moju-PA, observaram que o ambiente com pequenas aberturas foi mais propício para o estabelecimento da regeneração natural de *M. elata*. Para esses autores, as mudas da maioria das espécies, que ocorreram naquela área, no início da fase de vida, requerem ambientes com radiação solar menos intensa, como condição ideal para seu estabelecimento, mas para Gonçalves et al. (2010), a luminosidade exerce influência sobre todos os estágios de crescimento das plantas, existindo diferentes respostas dos indivíduos para cada fase.

Tabela 6 – Balanço do nº de indivíduos (cinza claro) e percentual de redução (verde claro) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Manilkara elata*, no período de 31 anos (1981-2012) de monitoramento, em uma amostra de 1500 m² na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.

Ano de Avaliação	1981	1983	1989	1995	2012
1981	n: 36,7	-22,7	27,3	27,3	-45,3
1983	-8,3	n: 28,3	64,7	64,7	-29,2
1989	10,0	18,3	n: 46,7	0,0	-57,0
1995	10,0	18,3	0,0	n: 46,7	-57,0
2012	-16,6	-8,3	-26,6	-26,6	n: 20,1

n: número de indivíduos por hectare.

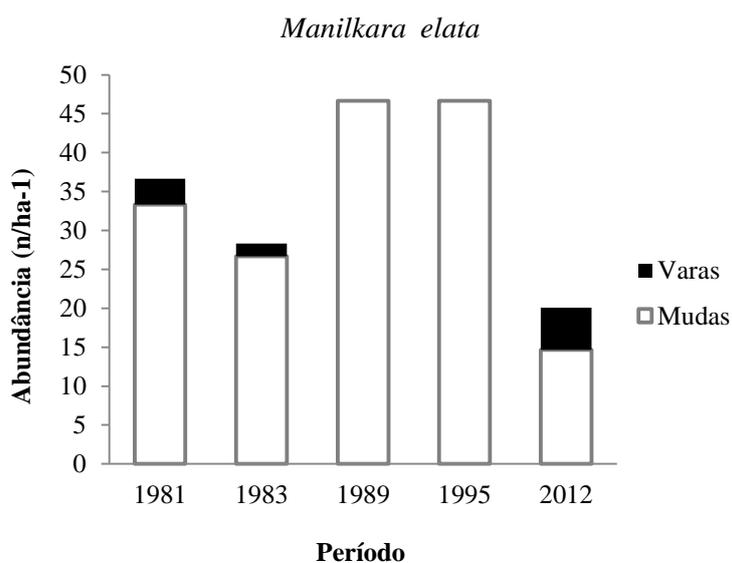


Figura 6 – Abundância de mudas (indivíduos ≥ 30 cm de altura a 2,5 cm de diâmetro) e varas (indivíduos com DAP de 2,5 cm a 5 cm) de *Carapa guianensis*, de 1981 a 2012 em uma amostra de 1500 m² (km 114 - Floresta Nacional do Tapajós).

4.1 Avaliação das espécies por tratamentos

Das espécies estudadas, apenas *Carapa guianensis* ocorreu nos quatro tratamentos e em todas as medições realizadas na área.

Tabela 7 - Abundância (número de indivíduos por hectare-N ha⁻¹) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Astronium* spp, avaliada por Tratamento (T1, T2, T3, T4), no período de 31 anos, na área experimental do km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

<i>Astronium</i> spp.								
Ano	T1 (N ha ⁻¹)	p-valor	T2 (N ha ⁻¹)	p-valor	T3 (N ha ⁻¹)	p-valor	T4 (N ha ⁻¹)	p-valor
1981	60,0	0,000*	26,7	0,000*	26,7	0,361	6,7	0,000*
1983	193,3		133,3		33,3		33,3	
1981	60,0	0,002*	26,7	0,000*	26,7	0,000*	6,7	0,000*
1989	86,7		53,3		0,0		33,3	
1981	60,0	0,000*	26,7	0,000*	26,7	1,000	6,7	1,000
1995	106,7		0,0		26,7		6,7	
1981	60,0	0,000*	26,7	0,000*	26,7	0,000*	6,7	0,000*
2012	0,0		6,7		0,0		28,1	
1983	193,3	0,000*	133,3	0,000*	33,3	0,000*	33,3	1,000
1989	86,7		53,3		0,0		33,3	
1989	86,7	0,053	53,3	0,000*	0,0	0,000*	33,3	0,000*
1995	106,7		0,0		26,7		6,7	
1995	106,7	0,000*	0,0	0,000*	26,7	0,000*	6,7	0,000*
2012	0,0		6,7		0,0		28,1	

* Existe diferença estatística entre os dois anos em teste a partir do Teste Exato de Fisher ($p < 0,05$).

Astronium spp. (Tabela 7).

Tratamento 1: Em 1983, a abundância de *Astronium* spp. foi 222% superior a 1981. Esse grande aumento (133,3 árvores) pode ser decorrente da abertura das clareiras causadas pela exploração de 1982, que permitiu entrada de luz na floresta e o crescimento dos indivíduos jovens. Em relação ao ano de 1989, houve um aumento de 86,7 plantas por hectares, ou seja, 44% indivíduos a mais, num período de 8 anos. Nos anos 1995 e 2012, a diferença, em relação a 1981, foi significativa, pois em 1995 a espécie teve acréscimo de 77% na população e em 2012 nenhum indivíduo foi registrado. De 1983 a 1989 houve redução de 55% da população e de 1989 a 1995 houve um aumento de 23%.

Tratamento 2: Em 1983 houve um aumento de 400% na população, ou seja, em 1981 encontrava-se 26,7 com a entrada de 106,7 indivíduos, passou a ter um total de 133,3 ha⁻¹, porém em 1995 nenhum indivíduo foi registrado na população da regeneração

natural. Nesse tratamento houve o anelamento de árvores para reduzir a área basal da floresta em 20%, portanto esperava-se que o número de indivíduos aumentasse, devido a maior entrada de luz na floresta. No entanto, somente em 2012, houve novamente o registro de 6,7 indivíduos por hectare. Nesse tratamento houve alternância entre a entrada e saída de indivíduos, enquanto nos outros houve a redução progressiva, embora no T1 e T3 houvesse indivíduos na população em 2012. De 1983 a 1989 a população diminuiu em 60%, e de 1989 a 1995 houve redução em 100%, mas voltou a ter regeneração em 2012 (6,7 indivíduos), certamente devido aos tratamentos silviculturais.

Tratamento 3: Em 1983 foram registradas 6,7 indivíduos, ou seja, entrada de 25%, após a colheita de madeira, mas em 1989 houve mortalidade total. Em 1995 a população voltou a ter o mesmo número de indivíduos de 1981, antes da exploração. De 1983 a 1989 a espécie não teve representante na regeneração natural e de 1989 a 1995 ingressaram 26,7 por hectare, mas no último período, a população foi mais uma vez completamente reduzida. A redução de 40% da área basal também foi benéfica para a espécie.

Tratamento 4: Nesse tratamento foram registrados 6,7 indivíduos em 1981. Após a colheita houve um aumento de 400%. Em 1989 essa população se manteve constante, mas em 1995 voltou para o mesmo número de indivíduos encontrados em 1981. Porém, em 2012 houve novamente um aumento expressivo de 320% no número de indivíduos. Em qualquer caso, a dinâmica de ocupação destas duas espécies não pode ser atribuída exclusivamente à exploração florestal e ao tratamento silvicultural, mas pode ser influenciada pela interação de componentes bióticos e abióticos do ecossistema florestal.

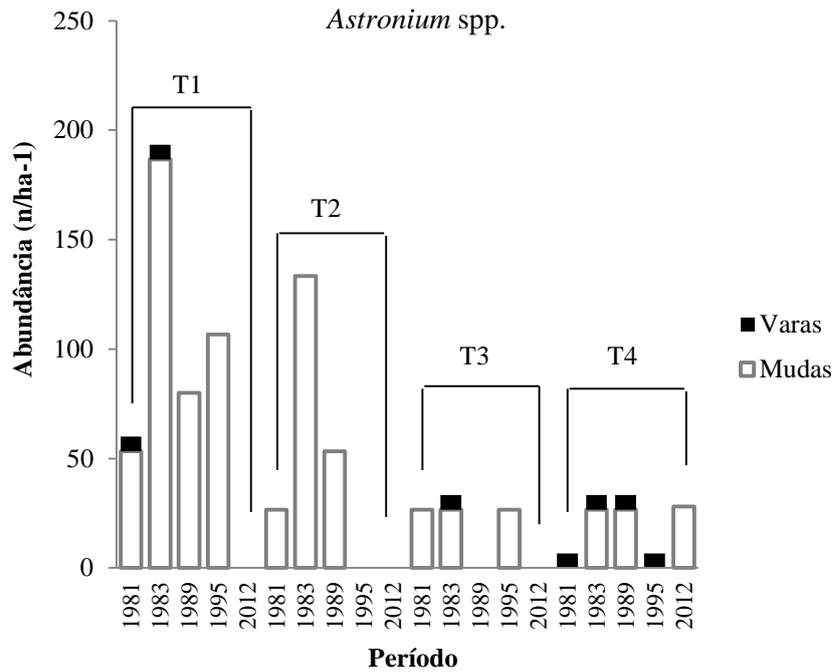


Figura 7 – Abundância de mudas e varas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), *Astronium* spp, nos quatro tratamentos avaliados, no período de 31 anos (1981-2012) de na área experimental do km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

Na Figura 7 observa-se que o maior número de mudas foi encontrado em 1983 no T1. Varas apresentou o mesmo número de indivíduos no T1 e T3 em 1983, e no T4 em 1981; 1983; 1989 e 1995. Isso mostra que *Astronium* spp. foi mais beneficiada pelo o T1 no número de mudas, somente com a exploração, sem aplicação de produto químico e redução de área basal, contudo para varas foram encontrados mais indivíduos no tratamento com maior redução de área basal.

Tabela 8 – Abundância (número de indivíduos por hectare-N ha⁻¹) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Carapa guianensis* Aubl., avaliada por Tratamento (T1, T2, T3, T4), no período de 31 anos, na área experimental do km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

<i>Carapa guianensis</i>								
Ano	T1 (N ha ⁻¹)	p-valor	T2 (N ha ⁻¹)	p-valor	T3 (N ha ⁻¹)	p-valor	T4 (N ha ⁻¹)	p-valor
1981	153,3	0,000*	246,7	0,000*	240,0	0,000*	613,3	0,000*
1983	220,0		186,7		293,3		240,0	
1981	153,3	0,000*	246,7	0,000*	240,0	0,102	613,3	0,000*
1989	280,0		140,0		266,7		320,0	
1981	153,3	0,000*	246,7	0,000*	240,0	1,000	613,3	0,000*
1995	326,7		326,7		240,0		273,3	
1981	153,3	0,000*	246,7	0,000*	240,0	0,000*	613,3	0,000*
2012	435,3		488,1		640,0		477,2	
1983	220,0	0,000*	186,7	0,000*	293,3	0,135	240,0	0,000*
1989	280,0		140,0		266,7		320,0	
1989	280,0	0,000*	140,0	0,000*	266,7	0,102	320,0	0,008
1995	326,7		326,7		240,0		273,3	
1995	326,7	0,000*	326,7	0,000*	240,0	0,000*	273,3	0,000*
2012	435,3		488,1		640,0		477,2	

* Existe diferença estatística entre os dois anos em teste a partir do Teste Exato de Fisher (p < 0,05).

Carapa guianensis Aubl. (Tabela 8).

Tratamento 1: De 1981 a 1983, houve aumento em 43% na população de *C. guianensis*, favorecido pela exploração. Em 1989, a população aumentou 83% e em 1995 o acréscimo foi de 113%. Os tratamentos silviculturais aumentaram a radiação solar na floresta, com a abertura do dossel, favorecendo a entrada de mais indivíduos na área e o crescimento da espécie. Fredericksen & Putz (2003) comentam que é importante minimizar os impactos feitos pela a exploração madeireira em florestas tropicais, porém às vezes é preciso causar grandes alterações para promover o estabelecimento de mudas e aumentar o crescimento de espécies comerciais. De 1981 a 2012, ou seja, em 31 anos, houve um aumento de 26% na população da espécie.

Tratamento 2: No primeiro período (1981-1983), houve redução de 24% na população. Em 1989, a redução foi de 43%, e até 2012, a população teve acréscimo de 98%. Como

ocorreu no T1, a abertura do dossel favoreceu o ingresso de mais indivíduos da espécie na área.

Tratamento 3: Neste tratamento, de 1981 a 1983 houve um aumento em 22% na regeneração, favorecido pela colheita da madeira. De 1981 a 1989 houve aumento de 11% e em 1995, 14 anos depois, a espécie rerepresentou número de indivíduos igual a 1981. De 1981 a 2012, período total de monitoramento, houve um aumento de 167% na regeneração natural.

Tratamento 4: De 1981 a 1983, houve redução de 61% no número de indivíduos indicando que a exploração não favoreceu a regeneração natural da espécie. Em 1989, o número de indivíduos continuou a decrescer, porém com uma redução menor (48%) quando comparado a 1981. Em 1995 houve novamente uma redução de 55%. E após 31 anos (1981 a 2012), considerando a dinâmica geral no período, a população de *C. guianensis* teve redução de 22%.

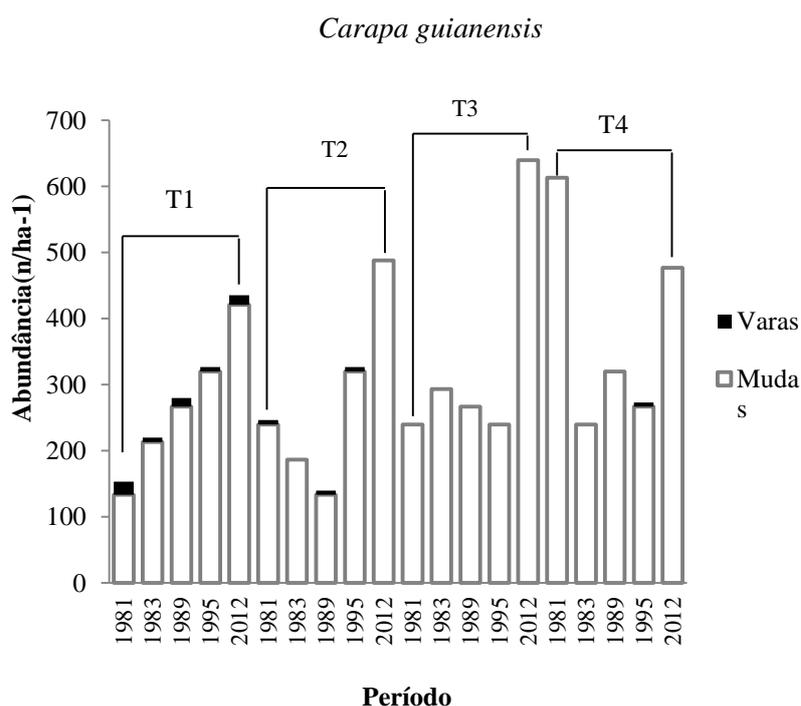


Figura 8 – Abundância de mudas e varas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Carapa guianensis*, nos quatro tratamentos avaliados, no período de 31 anos (1981-2012), na área experimental do km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

O maior número de mudas foi encontrado no T3 no ano de 2012, 31 anos após a exploração, e para varas o maior número foi encontrado no ano de 1981 no T1.

Diferentemente de *Astronium* spp., esta espécie apresentou os maiores números de indivíduos nos T3 e T4, mostrando que a redução da área basal com 40 e 60% beneficiou a abundância da regeneração natural para mudas, já em varas esses tratamentos não foram tão favoráveis, pois maiores quantidades de indivíduos foram encontrados no T1 (Figura 8).

Tabela 9 - Abundância (número de indivíduos por hectare-N ha⁻¹) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach., avaliada por Tratamento (T1, T2, T3, T4), no período de 31 anos, na área experimental do km 114 - BR 163 Floresta Nacional do Tapajós.

<i>Manilkara elata</i>								
Ano	T1 (N ha ⁻¹)	p-valor	T2 (N ha ⁻¹)	p-valor	T3 (N ha ⁻¹)	p-valor	T4 (N ha ⁻¹)	p-valor
1981	6,7	1,000	106,7	0,007*	6,7	0,000*	26,7	1,000
1983	6,7		80,0		0,0		26,7	
1981	6,7	0,000*	106,7	0,000*	6,7	0,000*	26,7	1,000
1989	0,0		160,0		0,0		26,7	
1981	6,7	0,000*	106,7	0,007*	6,7	0,000*	26,7	0,000*
1995	0,0		80,0		26,7		80,0	
1981	6,7	1,000	106,7	0,000*	6,7	0,000*	26,7	0,000*
2012	6,7		33,8		35,6		6,7	
1983	6,7	0,000*	80,0	0,000*	0,0	1,000	26,7	1,000
1989	0,0		160,0		0,0		26,7	
1989	0,0	1,000	160,0	0,000*	0,0	0,000*	26,7	0,000*
1995	0,0		80,0		26,7		80,0	
1995	0,0	0,000*	80,0	0,000*	26,7	0,150	80,0	0,000*
2012	6,7		33,8		35,6		6,7	

* Existe diferença estatística entre os dois anos em teste a partir do Teste Exato de Fisher ($p < 0,05$).

Manilkara elata (Allemão ex Miq.) Monach (Tabela 9).

Tratamento 1: De 1981 a 1983, o número de indivíduos não foi alterado, portanto não teve influência imediata da exploração florestal sobre a regeneração natural da espécie, porém em 1989 toda a população existente (6,7 indivíduos ha⁻¹) morreu, sugerindo que, certamente, a colheita pode ter provocado essa redução, durante esses 6 anos. E mesmo com os tratamentos silviculturais realizados em 1994, a espécie só chegou a recuperar em 2012, com o mesmo número de indivíduos de 1981 e 1983.

Tratamento 2: A abundância foi reduzida em 25% em 1983 e até 50% em 1989. Em 1995 voltou a apresentar o mesmo número de indivíduos de 1983, mas em 2012 ocorreu a maior redução na abundância (68%). De 1983 a 1989 houve aumento de 100%. Na medida em que o processo de recuperação pós-colheita da floresta avançou, houve fechamento do dossel e as taxas de regeneração conseqüentemente diminuíram.

Tratamento 3: No primeiro período (1981-1983) houve mortalidade de todos os indivíduos e somente em 1995 houve ingresso de 20 indivíduos na população. Em 2012, 30 anos após a exploração, o número de indivíduos chegou a 29, portanto diferente dos demais tratamentos, que reduziram ou estagnaram a abundância no final do período.

Tratamento 4: Nesse tratamento, o número de mudas permaneceu igual após a exploração, até 1989, porém teve aumento de 200% em 1995, portanto logo após a aplicação dos tratamentos silviculturais, mas com o progressivo fechamento do dossel, em 2012 houve uma drástica redução de 75% no número de indivíduos.

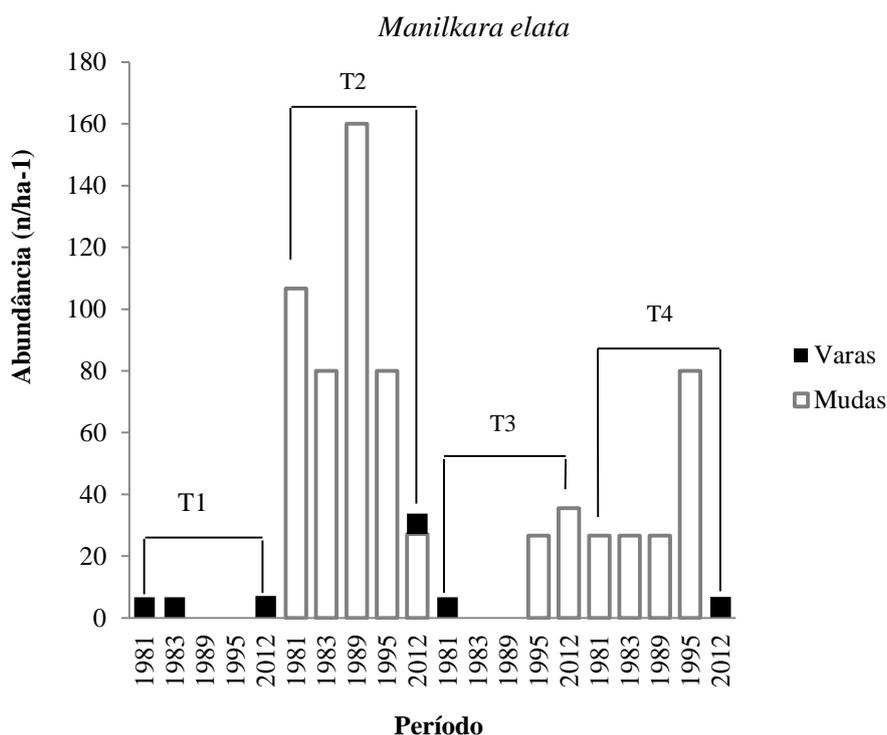


Figura 9 – Abundância de mudas e varas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), *Manilkara elata*, nos quatro tratamentos avaliados, no período de 31 anos (1981-2012) de na área experimental do km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

4.2 Área não-explorada

Tabela 10 - Abundância (número de indivíduos por hectare-N ha⁻¹) da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), de quatro espécies avaliadas, em cinco períodos, em área não-explorada no km 114 - BR 163, Floresta Nacional do Tapajós.

Ano	<i>Astronium</i> spp. (N ha ⁻¹)	<i>p</i> -valor	<i>Carapa guianensis</i> (N ha ⁻¹)	<i>p</i> -valor	<i>Manilkara elata</i> (N ha ⁻¹)	<i>p</i> -valor
1983	0,0	0,000*	53,0	0,000*	27,0	1,000
1989	27,0		133,0		27,0	
1983	0,0	0,000*	53,0	0,000*	27,0	0,000*
1995	33,0		160,0		0,0	
1983	0,0	0,000*	53,0	0,000*	27,0	0,000*
2012	13,0		453,0		0,0	
1989	27,0	0,361	133,0	0,032*	27,0	0,000*
1995	33,0		160,0		0,0	
1995	33,0	0,000*	160,0	0,000*	0,0	1,000
2012	13,0		453,0		0,0	

* Existe diferença estatística entre os dois anos em teste a partir do Teste Exato de Fisher ($p < 0,05$)

Indivíduos de regeneração natural de *Astronium* spp. foram registrados na área não-explorada a partir de 1989 (27,0 indivíduos ha⁻¹). Sua maior abundância foi em 1995 (33,0 indivíduos ha⁻¹). De acordo com Gómez (2011), a extração e intensidades moderadas não comprometem o potencial da regeneração natural de *A. lecointei*. Contudo, no presente estudo o gênero *Astronium* apresentou mais indivíduos depois da exploração florestal, porém aos 31 anos após a exploração, o número de indivíduos voltou ao seu padrão original. Nas avaliações após a exploração a abundância de indivíduos do gênero foi significativa em relação à área-não explorada (Tabela 10), concordando com Karsten et al. (2013) em que a regeneração nas aberturas do dossel é presumivelmente o evento mais importante que define a composição e a estrutura espacial da floresta. Na área não-explorada a abundância do gênero foi muito baixa.

Carapa guianensis foi a espécie mais abundante em todo o período monitorado na área não-explorada (Tabela 10). No estudo de Schwartz et al. (2008), em uma área de floresta primária no sudeste do Pará, *Carapa guianensis* foi a oitava espécie mais abundante entre as inventariadas e, na opinião desse autor, tendo uma distribuição diamétrica decrescente e contínua, espera-se que sua população esteja em equilíbrio, incluindo a regeneração natural, que normalmente apresenta altas densidades nos

estágios de plântulas e jovens. O número de indivíduos de *Manilkara elata* ficou praticamente entre os números de *Astronium* spp. e *Carapa guianensis* (Tabela 10).

5. CONCLUSÃO

As alterações na dinâmica da regeneração natural ocorrem de forma diferente para cada espécie. A regeneração natural de *Astronium* spp. foi muito dinâmica após grandes aberturas de dossel, pois seu número de indivíduos chegou a triplicar logo após a exploração florestal, que foi de alta intensidade ($90\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$), porém aos seis anos após a exploração, esse número voltou ao original, ou seja, semelhante ao de antes da exploração, enquanto que o fechamento do dossel aos 31 anos após a exploração e 18 anos após a aplicação dos tratamentos silviculturais reduziu a abundância da regeneração natural em cinco vezes. Os tratamentos silviculturais por si só não alteraram a dinâmica da regeneração natural do gênero *Astronium*.

A dinâmica da regeneração natural de *Carapa guianensis* Aubl. foi significativa na floresta manejada, o que deve ser observado por ocasião da elaboração de planos de manejo para a área. A exploração reduziu em 25% o número de seus indivíduos que, entretanto, foi aumentando gradativamente e, ao final do período avaliado, aos 31 anos após a exploração, havia 60% mais indivíduos de regeneração natural do que antes da exploração. O efeito dos tratamentos silviculturais não foi significativo sobre a regeneração natural da espécie.

A exploração florestal não alterou significativamente a abundância da regeneração natural de *Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach, mesmo reduzindo 23% de seus indivíduos, pois em seguida esse número aumentou em 20% e assim permaneceu até 13 anos após a exploração. No entanto, o fechamento do dossel aos 31 anos após a exploração o fez reduzir para 45% da abundância original, indicando que a espécie não sobrevive à alta intensidade de radiação solar, nem ao fechamento do dossel, ou seja, com pouca intensidade de luz. Essa característica deve ser observada nas atividades de manejo florestal em áreas de ocorrência da espécie.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, D. D.; VIEIRA, I. C. G.; ALMEIDA, S. S.; SALOMÃO, R. P.; SILVA, A. S. L.; JARDIM, M. A. G. Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Cienc. Nat.**, Belém, v. 4, n. 3, p. 231-289, set.- dez. 2009.

AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; SEBASTIÃO DO AMARAL MACHADO, S DO A. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, jan./mar. 2008.

BOLTZ, F.; HOLMES, T. P.; CARTER, D. R. Economic and environmental impacts of conventional and reduced-impact logging in Tropical South America: a comparative review. **Forest Policy and Economics** 5: 69–81, 2003.

BRAZ, E. M.; AHRENS. S.; THAINES, F.; RIBAS, L. A.; OLIVEIRA, M. V. N. Critérios para o Estabelecimento de Limites da Intensidade de Corte em Florestas Naturais Tropicais. Colombo PR, Embrapa. (Circular Técnica, 101). Dezembro, 2005.

BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. N.; SELLE, G. L.; THAINES, F.; RIBAS, L. A.; VUADEN, E. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 137-145, jan.-mar., 2012.

BULFE, N. M. L.; GALVÃO, F.; FILHO, A. F.; DONAGH, P. M. Efeitos da exploração convencional e de impacto reduzido em uma floresta estacional semidecidual na província de misiones, nordeste da argentina. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 2, p. 365-379, abr./jun. 2009.

CARVALHO, J. O. P. de. **Subsídios para o manejo de florestas naturais na Amazônia brasileira**: resultados de pesquisa da EMBRAPA/IBDF-PNPF. Belém, Embrapa-CPATU, 1987. 35p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 43).

CARVALHO, J. O. P. de. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rain forest**.1992, 215p. D.Phil. Thesis (Thesis in Forestry) - University of Oxiford, Oxiford, 1992.

CARVALHO, J. O. P. Changes in the floristic composition of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonian over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, p. 277-291, 2002.

CARVALHO, J. O. P. de; SILVA, J.N.M.; LOPES, J.C.A. Growth rate of a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia over an eight-year period in response to logging. **Acta Amazônica**, v.34, n.2, p. 209-217, 2004.

CASTILHO, C. V.; TONINI, H.; SOUZA, J. C. **Regeneração Natural de Andiroba (*Carapa guianensis*) em uma Floresta no Sul de Roraima**. Boa vista. Embrapa. 2011. p.1-3. (Embrapa - Comunicado Técnico 69).

CASTRO, T. da C.; CARVALHO, J. O. P. de. Dinâmica da população de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após exploração florestal em uma área de terra firme na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v.24, n.1, p.161-169, 2014.

CHAZDON, R. Regeneração de florestas tropicais. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Cienc. Nat.**, Belém, v. 7, n. 3, p. 195-218, set.-dez. 2012.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*) **Acta Amazonica**. VOL. 37(2): 229 – 234, 2007.

DANIELLI, F. E.; GIMENEZ, B. O.; OLIVEIRA, C. K. A.; SANTOS, J.; NIRO HIGUCHI, N. Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (Sapotaceae) em serraria do estado de Roraima, Brasil. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 641-651, set. 2016.

EDWARDS, D. P.; WOODCOCK, P.; EDWARDS, F. A.; LARSEN, T. H.; HSU, W. W.; BENEDICK, S.; WILCOVE, A. S. Reduced-impact logging and biodiversity conservation: a case study from Borneo. **Ecological Applications**, 22(2):pp. 561–571, 2012.

ELEOTÉRIO, J. R.; SILVA, C. M. K. Comparação de programas de secagem para Cumaru (*Dipteryx odorata*), Jatobá (*Hymenaea* spp.) e Muiracatiara (*Astronium lecointei*) obtidos por diferentes métodos. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 537-545, dez. 2012.

ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; OLIVEIRA, L. E.; ARAGÃO, C. MACHADO, E. L. M. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta amazonica**, Lavras-MG, v. 35(2): 155 – 173, 2005.

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Andiroba. *Carapa guianensis* Aubl., *Carapa procera* D. C. Meliaceae. MANUAL DE SEMENTES DA AMAZÔNIA. FASCÍCULO, 2003.

FERRAZ, I. D. K.; LEAL FILHO, N.; IMAKAWA, A. M.; VARELA, V. P.; PIÑA-RODRIGUES F. C. M. Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazônica**. VOL. 34(4): 621 – 633, 2004.

FREDERICKSEN, T.S., PUTZ, F.E. Silvicultural intensification for tropical forest conservation. **Biodiversity and Conservation** 12: 1445–1453, 2003.

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ (Curitiba, PR). Relações entre solos e a vegetação natural em área da Floresta Nacional do Tapajós. Curitiba, 1996.

GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M de M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Rev. Árvore**, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.559-566, 2002.

GOMES, J. I.; SILVA E. M. A.; MELO, A. T. S. Durabilidade de 15 espécies de madeiras amazônica em contato com o solo em ambiente sombreado. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 148).

GÓMEZ, J.W.L. Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. **Acta Amazonica** 41: 135–142, 2011.

GONÇALVES, D DE A.; SCHWARTZ, G.; POKORNY, B.; ELDIK, T. V. O uso da classificação de copa de dawkins como indicador do comportamento ecológico de espécies arbóreas tropicais. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, p. 175-182, jan./mar. 2010.

GUALBERTO, M. L. C.; RIBEIRO, R. B DA S.; GAMA, J. R.V.; VIEIRA, D dos S. Fitossociologia e potencial de espécies arbóreas em ecossistema sucessional na floresta nacional do tapajós, Pará. **Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 42-57, 2014.

HÜLLER, A.; RAUBER, A.; WOLSKI, M.S.; ALMEIDA, N.L.; WOLSK, S.R.S. Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque natural municipal de santo ângelo-rs. **Rev. SBAU**, Piracicaba – SP, v.6, n.1, p.25-35, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>>. Acesso em: 12 Out. 2016.

JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 37-48, 2007.

KARSTEN, R. J.; JOVANOVIC, M.; MEILBY, H.; PERALES, E.; REYNEL, C. Regeneration in canopy gaps of tierra-firme forest in the Peruvian Amazon: Comparing reduced impact logging and natural, unmanaged forests. **Forest Ecology and Management** 310: 663–671, 2013.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Nota Técnica: Regulamentação de parâmetros técnicos em PMFS no âmbito do CONAMA, 2008.

MENDONÇA, A. P.; FERRAZ, K. I. D. Óleo de andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**. vol. 37(3): 353 – 364, 2007.

NEVES, O. S. C.; BENEDITO, D DA S. MACHADO, R. V.; CARVALHO, J. G. V. Crescimento, produção de matéria seca e acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea de mudas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) cultivadas em solo de várzea, em função de diferentes doses de fósforo. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 343-349, 2004.

OLIVEIRA, L.C. **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**. 2005. 196 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PARROTA, J. A.; FRANCIS, J.K.; ALMEIDA, R.R. Trees of the tapajós. A Photographic Field guide. Rio Piedras-Puerto Rico. IITF-1, 1995.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta bot. bras.** 15(3): 413-426. 2001.

PEREIRA, M. R. N.; TONINI, H. Fenologia da andiroba (*Carapa guianensis*, Aubl., Meliaceae) no sul do estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 47-58, jan.-mar., 2012.

QUADROS, L. C. L.; CARVALHO, J. O. P.; GOMES, J.M.; TAFFAREL. M.; SILVA, J. C. F. Sobrevivência e crescimento de mudas de regeneração natural de *Astronium gracile* Engl. em clareiras causadas por exploração florestal na amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 411-416, jul.-set., 2013.

SANTIN, D. A. Revisão taxonômica do gênero *Astronium* Jacq. e revalidação do gênero *Myracrodruon* fr allen (anacardiaceae). Tese-Universidade Estadual de Campinas. São-Paulo, 1989.

SANTOS, C. M.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; ROMEIRO, D.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; ZANATA, M.; FLORSHEIM, S. M. B. A densidade básica e características anatômicas variam radialmente na madeira de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). **Rev. Inst. Flor.** v. 23 n. 2 p. 191-201 dez. 2011.

SCHWARTZ, G.; NASCIMENTO, N. A.; MENEZES, A. J. E. A.. Estrutura populacional de espécies de interesse florestal não-madeireiro no sudeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.4, n.7, p.117-128. 2008.

SCHWARTZ, G.; PEÑA-CLAROSA, M.; LOPES, J. C.A.; MOHRENA, G. M. J.; KANASHIRO, M. Mid-term effects of reduced-impact logging on the regeneration of seven tree commercial species in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management** 274: 116–125, 2012.

SIST, P.; NGUYEN-THÉ, N. Logging damage and the subsequent dynamics of a dipterocarp forest in East Kalimantan (1990-1996). **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 165, p. 85-103, 2002.

SIST, P.; FERREIRA, F. N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**. Amsterdam, v. 243, p. 199-209, 2007.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMISKI, P.E. Estrutura, distribuição espacial e produção de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) no sul do estado de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 247-255, jul.-set., 2009.

VIEIRA, D. C. M; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Rev. Brasil. Bot.**, V.29, n.4, p.541-554, out-dez. 2006.

7. APÊNDICE

Tabela 1 – Presença da regeneração natural (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos, no período de 31 anos, das quatro espécies colhidas, na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós. X= presença de pelo menos um indivíduo da espécie na amostra.

Espécie	TRATAMENTOS																			
	T1					T2					T3					T4				
	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012
<i>Astronium spp</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-
<i>Carapa guianensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Manilkara elata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 2 – Números de mudas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos, no período de 31 anos, das quatro espécies colhidas, na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.

Espécies / Mudas	TRATAMENTOS																			
	T1					T2					T3					T4				
	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012
<i>Astronium graveolens</i>	2	7	3	4	1	1	5	2	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0
<i>Astronium lecointei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carapa guianensis</i>	5	8	10	12	15	9	7	5	12	18	9	11	10	9	18	23	9	12	10	17
<i>Manilkara elata</i>	0	0	0	0	0	4	3	6	3	1	0	0	1	1	1	1	1	0	3	0

Tabela 3 – Números de varas (indivíduos ≥ 30 cm de altura e DAP < 5 cm), nos quatro tratamentos, no período de 31 anos, das quatro espécies colhidas, na área experimental do km 114 na Floresta Nacional do Tapajós.

Espécies / Varas	TRATAMENTOS																			
	T1					T2					T3					T4				
	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012	1981	1983	1989	1995	2012
<i>Astronium graveolens</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Astronium lecointei</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carapa guianensis</i>	3	1	2	1	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Manilkara elata</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1