



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS – PPGCA**

SABRINA BENMUYAL VIEIRA

**SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO MADEIREIRA DE *Goupia glabra* Aubl.
(CUPIÚBA) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**Belém - PA
2019**

SABRINA BENMUYAL VIEIRA

**SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO MADEIREIRA DE *Goupia glabra* Aubl.
(CUPIÚBA) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Orientadora: Dra. Joice Nunes Ferreira.

Coorientador: Dr. Ademir Roberto Ruschel.

**Belém - Pará
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

V657s Vieira, Sabrina Benmuyal
 Sustentabilidade da produção madeireira de *Goupia glabra* Aubl.
 (cupiúba) na Amazônia brasileira / Sabrina Benmuyal Vieira. — 2019.
 67 f. : il.

Orientador(a): Profª. Dra. Joice Nunes Ferreira
Coorientador(a): Prof. Dr. Ademir Roberto Rsuchel
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Cupiúba. 2. Dinâmica populacional. 3. Recuperação pós
manejo. I. Título.

CDD 577.3

SABRINA BENMUYAL VIEIRA

**SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO MADEIREIRA DE *Goupia glabra* Aubl.
(CUPIÚBA) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

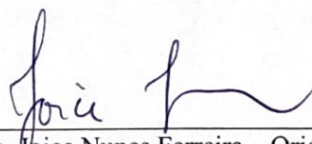
Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Clima e Dinâmica Sócio-Ambiental na Amazônia.

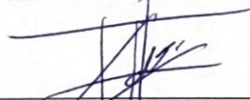
Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socio-Ambiental.

Data de aprovação: 08 / 03 / 2019

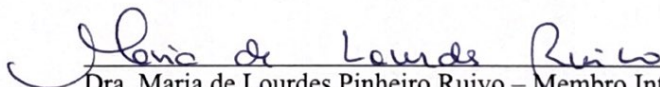
Banca Examinadora:



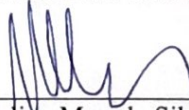
Dra. Joice Nunes Ferreira – Orientadora
Doutora em Ecologia
Embrapa Amazônia Oriental



Dr. José Henrique Cattanio – Membro Interno
Doutor em Agronomia
Universidade Federal do Pará



Dra. Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo – Membro Interno
Doutora em Agronomia
Museu Paraense Emílio Goeldi



Dr. José Natalino Macedo Silva – Membro Externo
Doutor em Ciências Florestais
Universidade Federal Rural da Amazônia

*À minha mãe (Rubida Evangelista Benmuyal) por
ser o maior símbolo de resiliência e fé.*



AGRADECIMENTOS

Tenho enorme gratidão por todas as oportunidades e pessoas que conheci para chegar a concluir esta pesquisa. A construção deste estudo é marcada pelo aprendizado que tive ao longo da minha vida, que sempre foi movida por muitos desejos e as melhores expectativas (sonhos). Desta forma, meus agradecimentos vêm de uma base aos dias atuais, tendo participação de pessoas direta e indiretamente:

À Deus por permitir viver essa experiência, aos meus pais (Rubida Benmuyal e Altmir Vieira) e irmãos (Alzerina e Junior) pelo amor, apoio, confiança, parceria e amizade, e a todas as pessoas da minha família que acompanham minha caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e FAPESPA (Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas) pela concessão de bolsa e auxílio de material para desenvolver o estudo, e a todos os professores do curso que contribuíram nessa formação.

Aos meus orientadores Dra. Joice Ferreira e Dr. Ademir Ruschel por terem aceitado formar parceria para desenvolver este estudo. Ao Dr. Lucas Mazzei pelas contribuições valiosas no decorrer deste processo. Meu total respeito e admiração aos meus mentores.

Aos meus incríveis amigos Annícia Ferreira e Rodrigo Almeida por todo apoio durante a minha vida acadêmica, desde o curso de Eng. Florestal. Não menos importante, nesse processo, conheci pessoas maravilhosas que estarão comigo sempre, destas, em especial, a Gisele Saraiva e recentemente a Rita Maria Kanai.

A Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Amazônia Ocidental (especialmente a Dra. Cintia Rodrigues) por disponibilizarem dados de monitoramento contínuo, de uma série histórica com mais de 30 anos, de diferentes áreas experimentais localizadas na Amazônia. E também todo o suporte técnico do Laboratório Bom Manejo (Embrapa Amazônia Oriental), de pesquisadores e da equipe de estagiários/estudantes/servidores desta renomada instituição de pesquisa, em especial o Eng. Marcio Hoffman, Dra. Michelliny, Carol Castro e Nathalia.

Aos amigos pesquisadores florestais em formação Caio Rodrigues, Jéssica Santos, Kenia Santos, Jeise Sousa, Talita Godinho e Fabiano Coelho pelas inúmeras discussões sobre diferentes temáticas da área e pelas palavras e abraço de conforto.

Aos mestres que se dedicam ao manejo de floresta nativa Paulo Pereira, Fabiano Emmert, Ulisses Silva e Rodrigo Pereira, sou muito grata pelas contribuições pontuais e valiosas na construção desta pesquisa.

Ao Eng. Marco Siviero por instigar o meu pensamento sobre manejo florestal, pelo incentivo e confiança. O Eng. Agust Sales pelos questionamentos diretos, claros e objetivos.

Deixo aqui registrado também minha gratidão aos meus orientadores e mestres nessa caminhada acadêmica: Dra Regina Célia Martins-da-Silva, Dr. João Olegário de Carvalho, Prof. Dr. Fernando da Silva Jardim (*in memoriam*), Dr. Osmar Aguiar e Dra. Lucieta Martorano.

Meus sinceros agradecimentos.

“Somos aprendizes de uma arte na qual ninguém se torna mestre”.

Ernest Hemingway, 1981-19961.

RESUMO

A sustentabilidade da produção de madeira de florestas naturais é um assunto de grande debate. A preocupação em ter disponível continuamente os recursos naturais, principalmente, madeiras de espécies de valor no mercado, tornou-se um desafio para o manejo. Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de analisar a dinâmica de crescimento em seis áreas experimentais de manejo florestal monitoradas na Amazônia brasileira e discutir sobre a capacidade de recuperação da espécie, em 35 anos, de maneira a subsidiar estratégias para um manejo florestal sustentável da espécie. Para compor este estudo, foram utilizados dados de inventário florestal contínuo, de seis áreas experimentais, da Rede de Monitoramento da Dinâmica de Florestas na Amazônia – Redeflor, monitoradas pela Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Amazônia Ocidental, localizadas em três estados da Amazônia brasileira: Pará ($n = 4$), Amapá ($n = 1$) e Amazonas ($n = 2$). No estudo, foram analisados os seguintes parâmetros: densidade de árvores (arv.ha^{-1}), área basal ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$), mortalidade (arv.ha^{-1} e $\%.\text{ano}^{-1}$), recrutamento (arv.ha^{-1} e $\%.\text{ano}^{-1}$) e incremento periódico anual em diâmetro (IPAd). A partir dos parâmetros de dinâmica analisados foi obtida a taxa de recuperação das árvores ($\%.\text{arv}$) com $\text{DAP} \geq 20$ cm capazes de alcançar o diâmetro permitido pela norma de manejo ($\text{DAP} \geq 50$ cm), em 35 anos. As árvores de *G. glabra* com $\text{DAP} \geq 20$ cm apresentaram densidade natural distinta entre as áreas, com variação de 0,8 a 5,5 arv.ha^{-1} , ocupando uma área basal de 0,343 a 1,814 $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. A dinâmica de mortalidade e recrutamento, mesmo após 31 anos de monitoramento, evidenciou que a espécie não recuperou a densidade e dominância após a colheita. O IPAd, entre os sítios monitorados, variou de $0,19 \pm 0,27$ a $0,93 \pm 0,55$ cm.ano^{-1} , na qual as árvores de menor diâmetro ($\text{DAP} 20\text{--}49,9$ cm) apresentaram as maiores taxas de crescimento. A recuperação do estoque de árvores com $\text{DAP} \geq 50$ cm foi em média 28%, embora constatada uma alta variação entre as áreas manejadas. A estimativa de uma árvore com diâmetro de 20 cm para atingir o diâmetro de corte ($\text{DAP} \geq 50$ cm) necessita de aproximadamente 83 anos. A constatação da não recuperação do estoque original de árvores de *G. glabra*, em 35 anos, requer um manejo diferenciado do modelo vigente, com maior intervalo de tempo entre colheitas, considerando a dinâmica de crescimento da espécie na área manejada.

Palavras-chave: Cupiúba. Dinâmica populacional. Recuperação pós-manejo.

ABSTRACT

The sustainability of the production of timber in natural forests is a subject matter of great discussion. The concern to have perpetuity in the forest production, mainly of species of value in the market, is a challenge for the management of natural forests. This research was developed with the objective of analyzing the dynamics of growth in six experimental areas of forest management monitored in the Brazilian Amazon and discuss the ability of the species to recover in 35 years, in order to subsidize strategies for sustainable forest management. To compose this study, we used data from a continuous forest inventory of six experimental areas of the Network of Monitoring of the Dynamics of Forest in the Amazon. – Redeflor, monitored by Embrapa Amazônia Oriental and Embrapa Amazônia Ocidental, located in three states of the Brazilian Amazon: State of Pará ($n = 4$), State of Amapá ($n = 1$) and State of Amazonas ($n = 2$). In the study, the parameters were analyzed: density of trees (arv.ha^{-1}), basal area ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$), mortality (arv.ha^{-1} and $\%.\text{year}^{-1}$), recruitment (arv.ha^{-1} and $\%.\text{year}^{-1}$) and periodic annual increment in diameter (IPAd). With the parameters of dynamics analyzed, obtained the rate of recovery of the trees ($\%.\text{arv}$) with $\text{DBH} \geq 20$ cm capable of reaching the minimum diameter allowed by the current law ($\text{DBH} \geq 50$ cm), in 35 years. The trees of *G. glabra* with $\text{DBH} \geq 20$ cm presented a natural density distinct between the areas, with variation of 0,8 to 5,5 arv.ha^{-1} , occupying a basal area of 0,343 to 1,814 $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$. The dynamics of mortality and recruitment, after 31 years of monitoring, evidenced that the species did not recover the density and dominance after the harvest. The IPAd, between monitored sites, varied of $0,19 \pm 0,27$ to $0,93 \pm 0,55$ cm.ano^{-1} , in which the smaller diameter trees ($\text{DBH } 20\text{-}49,9$ cm) presented the rates highest of growth. The recovery of the stock of trees with $\text{DBH} \geq 50$ cm was on average 28%, although was observed a high variation among the managed areas. The estimate of a tree with a diameter of 20 cm to reach the cutting diameter ($\text{DBH} \geq 50$ cm) needs approximately 83 years. The verification of the non-recovery of the original stock of trees of *G. glabra*, in 35 years, requires a different management of the pattern, with a longer interval between harvests, considering the dynamics of growth of the species in the managed area.

Key words: Cupiúba. Population dynamics. Post-management recovery.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Quadro 1- Exemplos de estudos desenvolvidos para auxiliar no planejamento do manejo florestal sustentável.....18
- Figura 1- Localização das áreas experimentais de manejo florestal: Área hachurada em cinza representa o Bioma Amazônia; quadrados pretos são as áreas experimentais em estudo; linhas pontilhadas são as delimitações dos estados do Pará, Amapá e Amazonas.....27
- Quadro 2- Principais características da Instrução Normativa número 05 do Ministério do Meio Ambiente (IN MMA) de maio de 2006 e da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) número 406 de 2009 que orientam a promoção do manejo de florestas nativas na Amazônia.....21
- Figura 2- Densidade arbórea (arv.ha^{-1})-(a) e dominância ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$)-(b) de *G. glabra* para as árvores com DAP de 20 a 49,9 cm e $\text{DAP} \geq 50$ cm, na sequência temporal de monitoramento, nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2 (APÊNDICE B). (N): número absoluto de árvores em cada ano de monitoramento; *não ocorreu colheita da espécie *G. glabra* na área.....37
- Quadro 3- Características das áreas experimentais em estudo: Identificação, área experimental, localização, número de parcelas permanentes (PP), dimensões da área amostral, ano de instalação, ano de colheita, anos de monitoramento, tempo de monitoramento..29
- Figura 3- Mortalidade e recrutamento (arv.ha^{-1}) de *G. glabra* das árvores com $\text{DAP} \geq 20$ cm, na sequência temporal de monitoramento nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2.....39
- Quadro 4- Taxas de mortalidade e recrutamento ($\%\text{ano}^{-1}$), número absoluto de árvores mortas e recrutadas, da população total ($\text{DAP} \geq 20$ cm) de *G. glabra* e taxa de mortalidade ($\%\text{ano}^{-1}$) para as árvores com DAP de 20 a 49,9 cm e $\text{DAP} \geq 50$ cm, durante o período total.....39
- Figura 4- Incremento Periódico Anual, em diâmetro (cm.ano^{-1}) de *G. glabra* para as árvores com $\text{DAP} \geq 20$ cm, em períodos de monitoramento contínuos, nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI)

AM-Mil 2 (APÊNDICE B). (N): número absoluto de árvores em cada período de monitoramento; Médias por sítio seguidas por letras minúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey ($P < 0,05$).....40

Figura 5- Incremento Periódico Anual, em diâmetro (cm.ano^{-1}), de *G. glabra* para as árvores com $\text{DAP} \geq 50$ e DAP de 20 a 49,9 cm, em períodos de monitoramento contínuos, nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel (APÊNDICE B). Médias por sítio seguidas por letras minúsculas e maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey ($P < 0,05$).....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Incremento Periódico Anual, em diâmetro, de todas as árvores de *G. glabra* com $\text{DAP} \geq 20$ cm, $\text{DAP} \geq 50$ cm e DAP de 20 a 49,9 cm das áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2.41

Tabela 2- Taxa de recuperação do número de árvores ($\text{TR \%} \cdot \text{árv}$) de *G. glabra*, após 35 anos da colheita florestal, a partir da média ponderada dos IPA_d e taxa de mortalidade ($\text{M \%} \cdot \text{ano}^{-1}$) pós-colheita, das árvores remanescentes ($\text{DAP} < 50$ cm), e diâmetro das árvores que atingiram o DMC (diâmetro mínimo de colheita), nas áreas em estudo..41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	14
1.1 Contextualização.....	14
1.2 Hipótese.....	16
1.3 Questões científicas.....	16
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 Objetivo geral.....	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
1.5 Referencial Teórico.....	17
1.5.1 Manejo Florestal Sustentável.....	17
1.5.2 Estrutura e Dinâmica de Florestas Tropicais.....	19
1.4.3 Legislação sobre Manejo Florestal no Brasil.....	20
2 DINÂMICA DE CRESCIMENTO E TAXA DE RECUPERAÇÃO DE <i>Goupia glabra</i> Aubl. (CUPIÚBA) APÓS MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA..	23
2.1 Inrodução.....	25
2.2 Material e Métodos.....	26
2.2.1 Espécie em estudo.....	26
2.2.2 Área de estudo.....	27
2.2.4 Análise dos dados.....	34
2.3 Resultados.....	36
2.3.1 Dinâmica da estrutura arbórea.....	36
2.3.2 Mortalidade e recrutamento.....	38
2.3.3 Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _d).....	38
2.3.4 Taxa de recuperação de árvores.....	41
2.4 Discussão.....	42
2.5 Conclusão.....	44
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICES.....	59
APÊNDICE A – DENSIDADE ARBÓREA E ÁREA BASAL DE <i>G. glabra</i> PARA AS ÁRVORES COM DAP ≥ 20 cm, DAP ≥ 50 cm E DAP DE 20 A 49,9 cm, NA SEQUÊNCIA TEMPORAL DE MONITORAMENTO NAS ÁREAS (I) AP-JARI, (II) PA-FN TAPAJÓS, (III) PA-MOJU, (IV) PA-CIKEL, (V) AM-MIL 1 E (VI) AM-MIL 2.....	60
APÊNDICE B – INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO IPA_D DE <i>G. glabra</i> PARA AS ÁRVORES COM DAP ≥ 20 cm, DAP DE 20 A 49,9 cm, DAP ≥ 50 cm	62
APÊNDICE C – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE <i>G. glabra</i>, EM NÚMERO ABSOLUTO DE ÁRVORES, NO ANO DE MONITORAMENTO PÓS-COLHEITA, NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DA (I) AP-JARI, (II) PA-FN TAPAJÓS, (III) PA-MOJU, (IV) PA-CIKEL, (V) AM-MIL 1 E (VI) AM-MIL 2.....	67

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Contextualização

A Amazônia brasileira tem extensão de aproximadamente 5.020.000 km² (BRASIL, 1953). Atualmente, apresenta em torno de 63% de floresta natural (INPE, 2017), com 14 diferentes tipos de regiões fitoecológicas (MMA, 2006a). Sua efetiva importância ambiental, social e potencial econômico são objetos de maior interesse pela região. Por isso, é assegurada pelo Código Florestal (BRASIL, 1934, 1965, 2012) e por normas, decretos e portarias (BRASIL, 2006, 2014, 2009; SEMAS, 2016) que tentam proteger a biodiversidade, serviços e recursos provenientes desse ecossistema dentro do âmbito da sustentabilidade.

Atualmente, há um grande debate sobre a sustentabilidade dos recursos naturais madeireiros sob a ótica do manejo florestal. Os padrões técnicos definidos pela legislação são frequentemente considerados inapropriados, quanto as formalidades burocráticas, e questionáveis, quanto as regras de manejo padronizadas igualmente para todas as espécies (ANDRADE *et al.*, 2017; BRAZ *et al.*, 2012a; GROGAN *et al.*, 2014). Alguns autores defendem que o regime de manejo florestal vigente na legislação florestal brasileira permite a recuperação do estoque de madeira colhido, dependendo da estrutura florestal e intensidade de colheita (CUNHA; FINGER; HASENAUER, 2016; SOUZA *et al.*, 2017), enquanto outros mostram que no tempo estabelecido pela norma vigente (25-35 anos) a floresta pode recuperar, aproximadamente, 50% do estoque colhido (SIST; FERREIRA, 2007).

O manejo das florestas no Brasil é orientado por instruções normativas a partir de critérios pré-estabelecidos, como: diâmetro mínimo de corte (árvores com diâmetro ≥ 50 cm), ciclo de corte (tempo de 25 a 35 anos, conforme estimativa de produtividade da floresta de 0,86 m³.ha.ano⁻¹) e manutenção de um número mínimo de árvores aptas a colheita por espécie (10% das árvores com DAP ≥ 50 cm) (BRASIL, 2006, 2009). Entretanto, estas regulamentações também permitem o manejo fora dos padrões preconizados, desde que haja justificativa técnica e científica que correspondam as especificidades locais. Deste modo, o conhecimento sobre a dinâmica de crescimento das espécies é essencial para prescrever as regulações de colheita (FREE *et al.*, 2017), para realizar o manejo das florestas (BRAZ *et al.*, 2012b) e garantir a sustentabilidade da produção florestal (ALDER; SILVA, 2001).

Atualmente, a preocupação em conservar a diversidade de espécies da flora e fauna, manter o potencial madeireiro e os níveis de estoques de carbono das florestas submetidas a exploração seletiva são as iniciativas de maior atenção de pesquisadores (PUTZ *et al.*, 2012). Dado este fato, estudos científicos têm avançado no manejo de florestas, buscando manter as funções e serviços do ecossistema (EDWARDS *et al.*, 2014).

A atividade madeireira foi um importante promotor para o desenvolvimento da Amazônia brasileira. Os estados do Pará (45%) e Mato Grosso (33%) são os maiores produtores de madeira oriunda de florestas naturais (PEREIRA, 2010). No Pará, 50% da comercialização se concentrou em 19 espécies, no período 2006 a 2016 (SEMAS, 2016). No Mato Grosso, 50% da comercialização foi representada por três espécies no período de 2004 a 2010 (RIBEIRO *et al.*, 2016). Estes cenários mostram que a demanda do mercado ainda está centralizada em um número reduzido de espécies, apesar das estratégias de substituição por outras espécies consoante a disponibilidade natural e as necessidades do mercado (ALMEIDA *et al.*, 2010).

A floresta amazônica apresenta uma elevada diversidade de espécies potenciais para produção de madeira (CARDOSO, *et al.*, 2017; MARTINI; ROSA; UHL, 1998; TER STEEG *et al.*, 2013). No entanto, o manejo florestal é realizado com aproximadamente 1% das espécies (REIS, *et al.*, 2010b). Tal fato, tem repercutido no aumento de espécies na categoria de ameaçadas de extinção (BRASIL, 2014). Por este motivo, há um grande interesse em promover a conservação e sustentabilidade da produção de madeira. Com isso, tem sido estudado o comportamento de espécies individualmente a partir de: modelos de crescimento em diâmetro, mortalidade e produção de frutos do mogno (*Swietenia macrophylla*), na qual encontrou que os estoques comerciais de madeira desta espécie se esgotariam depois de 2-3 ciclos de exploração madeireira (GROGAN *et al.*, 2014); avaliação do crescimento e tempo de passagem entre classes diamétricas de acariquara (*Minquartia guianenses*) ao qual mostrou que somente as árvores com diâmetro na classe de 35-45 alcançariam o diâmetro mínimo permitido para atender o ciclo de corte vigente (ANDRADE *et al.*, 2017).

Percebe-se, portanto, que a viabilidade do manejo madeireiro na Amazônia é um tema de muitas discussões e controvérsias, demandando, portanto, grandes esforços de pesquisa. Diante do exposto, o presente estudo selecionou a espécie *Goupia glabra* Aubl. para analisar a dinâmica de crescimento em seis áreas experimentais de manejo florestal monitoradas na Amazônia brasileira e discutir sobre a capacidade de recuperação da espécie, em 35 anos, de maneira a subsidiar estratégias para um manejo florestal madeireiro da espécie mais sustentável.

G. glabra é uma espécie que pertence à família Goupiaceae e é conhecida popularmente por cupiúba (LORENZI, 1998). Foi escolhida para estudo por estar entre as primeiras espécies

mais comercializadas nos estados de maior produção de madeira na Amazônia e pelo fato da mesma ainda não está enquadrada na lista de espécies ameaçadas (BRASIL, 2014; PEREIRA, 2010; SEMAS, 2016).

O trabalho foi dividido em três capítulos. No presente capítulo, há uma introdução geral sobre as controvérsias no manejo das florestas e as necessidades de estudos que o promovam efetivamente, onde também são apresentadas as questões científicas, a hipótese do estudo, os objetivos da pesquisa e o referencial teórico. No segundo capítulo, é apresentado a dinâmica de crescimento da espécie para avaliar e discutir sobre a sua capacidade de recuperação, em 35 anos, após a primeira exploração. Nesse capítulo, busca-se mostrar o comportamento de *G. glabra* em diferentes áreas de manejo florestal na tentativa de relacionar aos parâmetros de tempo necessário para recuperação do potencial comercial e o crescimento definidos nas normas de manejo florestal vigentes. Essa seção está organizada em formato de artigo constituindo-se de resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados, discussão e conclusão. E, por fim, o terceiro capítulo, traz como considerações finais uma abordagem sobre o comportamento de *G. glabra* e suas implicações para o manejo florestal.

1.2 Hipótese

A recuperação do número de árvores de *G. glabra* varia nas diferentes áreas de manejo florestal e ocorre em tempo superior ao ciclo de colheita de 35 anos definido pela norma de manejo florestal vigente.

1.3 Questões científicas

- Como a dinâmica populacional (densidade de árvores, crescimento, ingresso, mortalidade) de *G. glabra* se comporta em diferentes áreas de manejo florestal?
- O número de árvores remanescentes, na classe de DAP de 20 a 49,9 cm, de *G. glabra*, após exploração madeireira, recupera, em 35 anos, o número de árvores iniciais anteriores à colheita (DAP $\geq$ 50 cm) em áreas manejadas na Amazônia brasileira?
- O tempo definido nas instruções normativas vigente está de acordo com as características de dinâmica natural de crescimento e taxa de recuperação da espécie *G. glabra*?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

Analisar a dinâmica de crescimento de *Goupia glabra* Aubl. como subsídios para o manejo florestal sustentável na Amazônia brasileira.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analisar a dinâmica de crescimento de *G. glabra* em seis áreas florestais na Amazônia brasileira;
- Avaliar a capacidade de recuperação, do estoque anterior à colheita, do número de árvores de *G. glabra* nas diferentes áreas, em 35 anos;
- Discutir os resultados da taxa de recuperação da espécie com a normativa de manejo florestal vigente.

1.5 REFERENCIAL TEÓRICO

1.5.1 Manejo Florestal Sustentável

O manejo florestal sustentável é definido como a “administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal” (BRASIL, 2012).

O conceito de desenvolvimento sustentável se difundiu diante da preocupação e conscientização do crescimento econômico sobre os recursos naturais (BRUNDTLAND, 1987). Com isso, tornou-se crescente o interesse em desenvolver um sistema de manejo capaz de equilibrar o uso com a conservação da natureza (FAO, 1989). Embora diante de discussões e críticas a respeito do manejo de florestas naturais, muitos autores defendem que esta é a prática que mantém a biodiversidade, garante a perpetuação dos recursos genéticos e suas funções no ecossistema (BAWA; SEIDLER, 1998; BRAZ *et al.*, 2013; WEST *et al.*, 2014).

Inicialmente, o manejo de florestas tropicais foi constituído de uma adaptação do manejo utilizado em florestas temperadas, de menor diversidade de espécies, para florestas tropicais. Dessa forma, apesar da existência de alguns sistemas silviculturais de manejo

(Uniforme Malaio, Tropical Shelterwood e o Sistema de Corte Seletivo), há argumentos de que os existentes não apresentam subsídios técnicos e silviculturais suficientes para manejar a complexa região tropical amazônica de maneira a garantir a continuidade dos recursos e serviços florestais (BRAZ, 2010; HIGUCHI, 1994). Atualmente, o manejo madeireiro tem sido realizado com base em parâmetros técnicos de intensidade de colheita, ciclo de corte, diâmetro mínimo de corte para a floresta (BRASIL, 2009), na tentativa de usar continuamente os recursos e serviços provenientes dessa cobertura florestal na terra.

O manejo florestal busca compatibilizar os interesses de crescimento econômico e social ao uso racional da floresta (CASTELO, 2015). Autores concordam que tal prática tem sido uma das alternativas para redução dos impactos da exploração sobre a composição de espécies e a biodiversidade na floresta (AVILA *et al.*, 2015), já que uma das principais atividades do manejo é a exploração madeireira (SILVA *et al.*, 1999).

Na prática, a maioria dos operadores e empresários florestais tem o entendimento que o manejo florestal é uma contribuição para manter a floresta em pé, reduzir os acidentes nas operações de exploração e por final, atender as normas legais (SABOGAL, 2006). No entanto, o manejo florestal é a gestão, planejamento das operações antes, durante e após a colheita das árvores que inclui as relações econômicas, sociais e ambientais (SILVA, 1996). Por esse motivo, diversos estudos têm sido desenvolvidos para tornar as ações do manejo florestal mais sustentáveis, embora a influência da pesquisa sobre os setores e órgãos responsáveis pela orientação, aplicação e controle destas técnicas ainda não tenha atingido padrões satisfatórios para realizar manejo adequadamente (Quadro 1).

Quadro 1- Exemplos de estudos desenvolvidos para auxiliar no planejamento do manejo florestal sustentável.

Operações	Estudo	Autor
Antes da colheita	Ferramentas de sistema de informação geográfica (modelo digital de exploração) para auxiliar o planejamento das operações de exploração (construção de estradas, pátios, colheita localizada) e evitar danos, desperdício, custos, aumentar o estoque de madeira e manter as funções do ecossistema.	BRAZ <i>et al.</i> , 2013a
	Estudos sobre a dinâmica e silvicultura das espécies que possibilitem informações técnico-científicas básicas sobre a estrutura e o comportamento das espécies.	CARVALHO, 1999; AVILA <i>et al.</i> , 2015
	Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais na Amazônia	BRAZ, 2010
	Taxa de corte sustentável para o manejo de florestas tropicais	BRAZ <i>et al.</i> , 2012
	Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira	SABOGAL <i>et al.</i> , 2009
Durante a colheita	Uso das técnicas de exploração de impacto reduzido como estratégia para recuperação da biomassa.	WEST <i>et al.</i> , 2014
	Uso das técnicas de exploração de impacto reduzido como estratégia para recuperação do volume de madeira colhido.	VIDAL; WEST; PUTZ, 2016

Pós-colheita	Modelo de simulação para avaliar os impactos, em longo prazo, da exploração e recuperação das espécies.	VINSON <i>et al.</i> , 2015
	Tratamentos silviculturais para acelerar o crescimento das árvores e fornecer madeiras de espécies comerciais em menor tempo.	SCHWARTZ <i>et al.</i> , 2016
	Projeção da produção de madeira de espécie arbóreas manejadas para futuras colheitas na África.	GROENENDIJK; BONGERS; ZUIDEMA, 2017
	Avaliação da recuperação das árvores após colheita na Finlândia	VALKONEN <i>et al.</i> , 2017

1.5.2 Estrutura e Dinâmica de Florestas Tropicais

O conhecimento dos parâmetros de estrutura e dinâmica florestal são elementos preliminares para o manejo das espécies (ANDRADE *et al.*, 2017; FREE *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2017). A estrutura da floresta é compreendida pela ocupação espacial e distribuição das espécies (densidade, frequência, dominância, composição florística, diversidade, posição social, distribuição diamétrica) e a dinâmica da floresta pelas mudanças que ocorrem no decorrer do tempo a partir de distúrbios no dossel florestal (mortalidade, recrutamento, taxa de crescimento) (CARVALHO, 1999).

O comportamento estrutural e dinâmico das populações florestais são elementos básicos nas relações ecológicas entre espécies da flora, fauna com as mudanças naturais ou antrópicas. O entendimento dessa complexa interação no macro sistema contribui para a tomada de decisão sobre o manejo de florestas tropicais, apesar da dificuldade em balancear os interesses da silvicultura de produção com a manutenção dos bens e serviços florestais, cabendo aos manejadores a responsabilidade de usar e conservar as florestas naturais (SHEIL; VAN HEIST, 2000).

A estrutura das florestas de terra firme da Amazônia é caracterizada pela ocorrência de alto número de indivíduos nas classes de diâmetro menores e pela elevada ocorrência de espécies raras (AVILA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2016; TER STEEGE *et al.*, 2013). O conhecimento sobre as características ecológicas e as tendências do futuro desenvolvimento das comunidades florestais são informações chaves para promover o manejo (D'OLIVEIRA *et al.*, 2017).

A dinâmica florestal está relacionada aos distúrbios causados, por exemplo, pela influência de eventos naturais, tempestades, secas, inundações, incêndios (AVILA *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2017; ROOPSIND *et al.*, 2017) ou antrópicos, como a exploração florestal, incêndios, desmatamento que alteram os padrões ecológicos reprodutivos e populacionais, e pela fragmentação florestal (SOUZA *et al.*, 2017). Tais alterações também podem funcionar

como estímulo para iniciar o processo de regeneração e sucessão das espécies (FERNANDEZ-VEGA; COVEY; ASHTON, 2017; HARTSHORN, 1980) e variam de acordo com a intensidade de intervenção silvicultural (AVILA *et al.*, 2017). Apesar de não ter controle sobre a influência dessas alterações na dinâmica, é importante conhecê-la para auxiliar na implantação de um sistema de manejo silvicultural e projetar sua sustentação (SOUZA *et al.*, 2012).

O efeito da intensidade de colheita sobre a estrutura, composição florística, diversidade e dinâmica das florestas é um dos elementos que tem se destacado nas discussões científicas relacionadas ao manejo de florestas naturais (FRANCEZ *et al.*, 2009, 2013; PIPONIOT *et al.*, 2016; RUTISHAUSER *et al.*, 2015). São alterações em menor ou maior intensidade que mudam a forma natural, mas nem sempre causam impactos negativos nas suas características (GOUVEIA, 2015; SOUZA *et al.*, 2015). Admitir e conhecer essas eventuais alterações provocadas pela exploração florestal é uma medida preventiva para garantir intervenções seguras ao longo do tempo (JARDIM; QUADROS, 2016).

1.4.3 Legislação sobre Manejo Florestal no Brasil

Segundo o Art. 225 da Constituição Federal de 1988 “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Com isso, políticas públicas e leis florestais como o Código Florestal (Lei 12.651 de 2012) foram criadas para tentar proteger o meio ambiente. Contudo, o manejo florestal tornou-se a atividade que permite o uso sem destruir os bens e serviços proveniente da floresta. Tal prática é realizada a partir das exigências estabelecidas no código florestal brasileiro para licenciamento do Plano de Manejo Florestal Sustentável-PMFS (BRASIL, 2012); e por meio da orientação técnica definida pela Resolução 406 de 2009 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), juntamente com a Instrução Normativa (IN) número 05 de 2006 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2006, 2009).

As normas que estabelecem diretrizes para o manejo florestal sustentável na Amazônia, em nível federal, são: a Instrução Normativa 05 de 2006 do MMA e a Resolução 406 do CONAMA 2009 (BRASIL, 2006, 2009). Elas instruem os procedimentos para elaboração, apresentação, avaliação e execução do plano de manejo florestal sustentável, instituindo os princípios e técnicas básicas para uso e conservação das florestas da Amazônia. A norma

apresenta como principal característica o diâmetro mínimo de corte, ciclo de corte, número mínimo de árvores a serem mantidas por espécie e produtividade da floresta. No entanto, também permite o manejo fora dos parâmetros definidos, desde que haja justificativa técnico-científica aceitável sobre as especificidades locais e ecológicas das espécies. Embora, na prática, poucos são os casos de Plano de Manejo Florestal Sustentável aprovado pelos órgãos ambientais competentes que aceitem justificativa técnica científica. Normalmente, são seguidos estritamente, os parâmetros estabelecidos pela norma.

Além das normas federais, há regulamentações específicas sobre o manejo florestal para os estados, como por exemplo: a IN 05, SEMAS¹/2015 no Pará; o Decreto 3325/2013 no Amapá; a Resolução conjunta 03 CEMACT²/CFE³ de 2008, no Acre; e a Resolução CEMAAM⁴/09/2011 no Amazonas, contudo todas estão em conformidade com os critérios técnicos (produtividade, ciclo de corte, intensidade de corte, conservação das espécies, diâmetro mínimo de corte) estabelecidos na norma em nível federal (QUADRO 2).

Quadro 2- Principais características da Instrução Normativa número 05 do Ministério do Meio Ambiente (IN MMA) de maio de 2006 e da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) número 406 de 2009 que orientam a promoção do manejo de florestas nativas na Amazônia.

Nome	Nível	Procedimentos	Característica
IN MMA 05/2006	Federal	Procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica PMFS nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal.	<u>Produtividade</u> : para o grupo de espécies comerciais, com base em estudos disponíveis na região; <u>Ciclo de corte</u> : 25 a 35 anos; <u>Intensidade de colheita máxima</u> : 30 m ³ .ha ⁻¹ ; <u>Manutenção das árvores aptas a colheita</u> : 10% ou 0,03 arv.ha ⁻¹ das espécies de baixa densidade; <u>*DMC</u> : 50 cm de DAP
Resolução CONAMA 406/ 2009	Federal	Estabelece os critérios técnicos para elaboração, apresentação, avaliação e execução do plano de manejo florestal para Amazônia.	<u>Produtividade</u> : 0,86 m ³ .ha.ano ⁻¹ ; <u>Ciclo de corte</u> : 25 a 35 anos; <u>Intensidade de colheita máxima</u> : 30 m ³ .ha ⁻¹ ; <u>Manutenção das árvores aptas a colheita</u> : 10% ou 0,03 arv.ha ⁻¹ das espécies de baixa densidade; <u>DMC</u> : 50 cm de DAP

¹ SEMAS: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade.

² CEMACT: Conselho Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia.

³ CFE: Conselho Florestal Estadual

⁴ CEMAAM: Conselho Estadual de Meio Ambiente.

Resolução conjunta CEMACT/CFE N° 003, de 12 de agosto de 2008 do estado do Acre	Estadual	Institui a Comissão Temporária de Normatização das Atividades de Manejo Florestal Sustentável, para a elaboração de uma proposta normativa referente ao procedimento de licenciamento para Plano de Manejo Florestal no Estado do Acre.	<u>Produtividade:</u> 1,2 m ³ .ha.ano ⁻¹ <u>Ciclo de corte:</u> 25 anos <u>Intensidade de colheita máxima:</u> 30 m ³ .ha ⁻¹ <u>Manutenção das árvores aptas a colheita:</u> 10% ou 0,03 arv.ha ⁻¹ das espécies de baixa densidade; <u>DMC</u> de 50 cm
Resolução SDS ⁵ 17 de 20/08/2013 do estado do Amazonas	Estadual	Estabelece procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de PMFS de Maior impacto de exploração e PMFS de Menor impacto de exploração nas florestas nativas e formações sucessoras no Estado do Amazonas.	<u>Produtividade:</u> 0,86 m ³ .ha.ano ⁻¹ <u>Ciclo de Corte:</u> 25 anos <u>Intensidade de colheita máxima:</u> 25 m ³ .ha ⁻¹ <u>Manutenção das árvores aptas a colheita:</u> 10% ou 0,03 arv.ha ⁻¹ das espécies de baixa densidade; <u>DMC</u> de 50 cm.
Decreto 3325/2013 do estado do Amapá	Estadual	Regulamenta a exploração de florestas nativas e formações sucessoras de domínio público e privado, inclusive em reserva florestal legal no Estado do Amapá.	<u>Produtividade:</u> 1,0 m ³ .ha.ano ⁻¹ <u>Ciclo de corte:</u> definido em função da intensidade de exploração planejada e da produtividade da floresta <u>Intensidade de colheita máxima:</u> 30 m ³ .ha ⁻¹ <u>Manutenção das árvores aptas a colheita:</u> 10% ou 0,03 arv.ha ⁻¹ das espécies de baixa densidade; <u>DMC</u> de 50 cm.
IN SEMA 05/2015 do estado do Pará	Estadual	Estabelece os critérios técnicos para elaboração, apresentação, avaliação e execução do plano de manejo florestal para o Estado do Pará.	<u>Produtividade:</u> 0,86 m ³ .ha.ano ⁻¹ <u>Ciclo de corte:</u> 10 a 35 anos <u>Intensidade de colheita máxima:</u> 30 m ³ .ha ⁻¹ <u>Manutenção das árvores aptas a colheita:</u> 10% ou 0,03 arv.ha ⁻¹ das espécies de baixa densidade; <u>DMC</u> de 50 cm.

*DMC: Diâmetro mínimo de corte; DAP: Diâmetro a 1,30 m do solo; PMFS: Plano de Manejo Florestal Sustentável

2 – DINÂMICA DE CRESCIMENTO E TAXA DE RECUPERAÇÃO DE *Goupia glabra* Aubl. (CUPIÚBA) APÓS MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Resumo

O manejo florestal tem sido apontado como uma alternativa econômica que permite o uso racional dos recursos madeireiros e conservação dos serviços ambientais. No entanto, há limitações no conhecimento sobre a capacidade de recuperação individual das inúmeras espécies manejadas. Para preencher essa lacuna, analisou-se a dinâmica de crescimento de *Goupia glabra* Aubl. (Cupiúba) em diferentes áreas manejadas na Amazônia brasileira e discutiu-se sobre a sua capacidade de recuperação em 35 anos. Foram utilizados dados de inventário florestal contínuo de seis áreas experimentais, localizadas nos municípios de Vitória do Jari-AP, Belterra-PA, Moju-PA, Paragominas-PA e Itacoatiara-AM. O inventário constituiu-se de 157 parcelas permanentes (92 ha), de todas as árvores de *G. glabra* com DAP ≥ 20 cm, em Floresta de Terra Firme, submetidas a colheita florestal. Foram determinados os parâmetros de densidade de árvores (arv.ha⁻¹), área basal (m².ha⁻¹), mortalidade (arv.ha⁻¹ e %.ano⁻¹), recrutamento (arv.ha⁻¹ e %.ano⁻¹), Incremento Periódico Anual, em diâmetro (cm.ano⁻¹) e taxa de recuperação (%.árvores) das árvores na classe de DAP de 20-50 cm, em 35 anos. *G. glabra* apresentou densidade natural que variou de 0,8 a 5,5 arv.ha⁻¹ entre as áreas experimentais, ocupando uma área basal entre 0,343 a 1,814 m².ha⁻¹. A mortalidade da espécie foi de 0,0-3,6 arv.ha⁻¹ e o recrutamento foi de 0,0-0,22 arv.ha⁻¹ com taxa de mortalidade e recrutamento entre 0,0-3,38% e 0,0-2,74 %.ano⁻¹, respectivamente. O IPA_d foi de 0,19±0,27 a 0,93±0,55 cm.ano⁻¹, com maior crescimento de árvores com diâmetros menores (DAP < 50 cm). O comportamento de *G. glabra* nas diferentes áreas identificou um tempo de aproximadamente 83 anos das árvores com DAP de 20 cm alcançarem diâmetro permitido para colheita. A taxa de recuperação das árvores diferiu entre as áreas de estudo, com uma estimativa média de aproximadamente 28%. A variação no comportamento da espécie requer um manejo diferenciado do modelo vigente, com maior tempo entre intervalos de colheita e consoante a dinâmica de crescimento na área manejada.

Palavras-chave: Cupiúba, dinâmica populacional, recuperação pós-manejo.

2 - DINAMIC OF GROWTH AND RECOVERY RATE OF *Goupia glabra* Aubl. (CUPIÚBA) AFTER FOREST MANAGEMENT IN THE BRAZILIAN AMAZON

Abstract

Forest management has been pointed out as an economic alternative that allows the rational use of wood resources and conservation of environmental services. However, there are limitations in the knowledge about the individual recovery capacity of the numerous species managed. To fill this gap, we analyzed the growth dynamics of *Goupia glabra* Aubl. (Cupiúba) in different areas managed in the Brazilian Amazon and discussed its capacity for recovery in 35 years. Continuous forest inventory data from six experimental areas located in the municipalities of Vitória do Jari-AP, Belterra-PA, Moju-PA, Paragominas-PA and Itacoatiara-AM were used. The inventory consists of 157 permanent plots (92 ha) of all *G. glabra* trees with DBH ≥ 20 cm in the Forest, submitted to forest harvesting. Tree density (arv.ha⁻¹), basal area (m².ha⁻¹), mortality (arv.ha⁻¹ and %.ano⁻¹), recruitment (arv.ha⁻¹ and %.year⁻¹), annual increment in diameter (cm.year⁻¹) and recovery rate (%. trees) of trees in the DBH class of 20-50 cm in 35 years. *G. glabra* presented a natural density ranging from 0.8 to 5.5 arv.ha⁻¹ between the experimental areas, occupying a basal area between 0.343 and 1.814 m².ha⁻¹. Mortality of the species was 0.0-3.6 arv.ha⁻¹ and recruitment was 0.0-0.22 arv.ha⁻¹ with mortality rate and recruitment between 0.0-3.38 and 0.0-2.74 %.ano⁻¹, respectively. The IPAD was 0.19 ± 0.27 to 0.93 ± 0.55 cm.year⁻¹, with higher growth of trees with smaller diameters (DBH <50 cm). The behavior of *G. glabra* in the different areas identified a time of approximately 83 years of the trees with DBH of 20 cm to reach allowed diameter for harvest. Tree recovery rates differed among study areas, with an average estimate of approximately 28%. The variation in the behavior of the species requires a different management of the current model, with longer time between harvest intervals and depending on the growth dynamics in the managed area.

Key-words: Cupiúba, population dynamics, post-management recovery.

2.1 Introdução

O manejo de florestas naturais é a atividade que tem por finalidade garantir a produção continuada de madeira, ao mesmo tempo que protege a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e os benefícios sociais (AVILA *et al.*, 2015; ROOPSIND *et al.*, 2017; RUSLANDI; CROPPER; PUTZ, 2017). No Brasil, a legislação sobre manejo florestal prevê a manutenção de 10% das árvores potenciais para colheita, o intervalo de tempo entre intervenções de 25-35 anos e diâmetro mínimo de colheita ≥ 50 cm (BRASIL, 2009). Todavia, há inúmeras discussões a respeito da capacidade de recuperação desse recurso natural em conformidade com o comportamento ecológico da espécie, viabilidade econômica e com a legislação do país (ANDRADE *et al.*, 2017; FREE *et al.*, 2014; SEBBENN *et al.*, 2008; SIST; FERREIRA, 2007; SOUZA *et al.*, 2004; VINSON *et al.*, 2014).

O crescimento e as projeções futuras da floresta, de grupos de espécies e de espécie são formas de verificar a capacidade de sustentação de acordo com a produtividade e dinâmica florestal, apresentando-se como um dos principais componentes de planejamento para produção contínua de uma área manejada (BRAZ e MATTOS, 2015; NASCIMENTO *et al.*, 2014; ROZENDAAL; SOLIZ-GAMBOA; ZUIDEMA, 2010).

Estudos sobre a capacidade de recuperação da estrutura remanescente da espécie são iniciativas para adequar a intensidade de corte conforme as características de dinâmica da espécie (BRAZ *et al.*, 2015; CARVALHO; CUNHA, 2014). Visto que, cada espécie, individualmente, apresenta um comportamento particular dentro da floresta (FREE *et al.*, 2014), em resposta aos distúrbios (FERNANDEZ-VEGA; COVEY; ASHTON, 2017) e às diferentes condições naturais formadas (ROZENDAAL; HURTADO; POORTER, 2006). Tal fato, implica na necessidade de sincronizar as práticas silviculturais à estrutura e dinâmica da espécie (PUTZ; DYKSTRA; HEINRICH, 2000).

O manejo definido por ciclos de 25-35 anos não sustenta a produção de espécies de crescimento lento, mesmo com a utilização das técnicas de exploração de impacto reduzido (VINSON *et al.*, 2015). Simulações realizadas para *Dipteryx odorata* mostram que sua recuperação não ocorre em tempo inferior a 160 anos (VINSON *et al.*, 2014). Entretanto, espécies de rápido crescimento como as do gênero *Cecropia* sp. e *Duguetia* spp. apresentam características ecológicas que possibilitam a reconstituição no tempo previsto (DIONISIO *et al.*, 2018a; PEREIRA, 2015).

Desta forma, conhecer o crescimento e as interdependências entre a intensidade de remoção e tempo para nova colheita (VALKONEN *et al.*, 2017); identificar a capacidade de recuperação da estrutura remanescente (BRAZ *et al.*, 2012b); entender o funcionamento e

importância dos processos ecológicos, são estratégias de manejo que visam a sustentabilidade das espécies e das florestas na Amazônia (LAPOLA *et al.*, 2018). No entanto, pouco se sabe sobre o comportamento individual das inúmeras espécies e como se pode adotar práticas que promovam o uso racional e contínuo de inúmeras delas, uma vez que são seguidos, prioritariamente, apenas os instrumentos burocráticos.

G. glabra é uma espécie que pertence à família Goupiaceae e é conhecida na Amazônia, principalmente, por cupiúba (CAMARGOS *et al.*, 1996; LORENZI, 1998). Esta espécie apresenta densidade básica média da madeira de $0,87 \text{ g.cm}^{-3}$ (LORENZI, 1998), fácil trabalhabilidade, resistência natural à fungos deterioradores e à cupins avaliada como média-bom (CHICHIGNOUD *et al.*, 1990), rendimento médio de 50,4% a 58% em madeira serrada (LIRA, 2017; MENDOZA; BORGES; PIERIN, 2017; TONINI e FERREIRA, 2004). Tais especificidades são condicionantes que justificam o uso da espécie como a terceira mais comercializada no estado do Pará (SEMAS, 2016) e a segunda mais comercializada no Mato Grosso (RIBEIRO *et al.*, 2016). Com essas prerrogativas, *G. glabra* foi selecionada para o presente estudo com o objetivo de criar estratégias que deem subsídios no manejo da espécie e não permita que se enquadre na lista de espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2014).

Neste contexto, este estudo, teve por objetivo analisar as mudanças na estrutura e no crescimento de *G. glabra* (cupiúba), em diferentes áreas experimentais de florestas submetidas a exploração madeireira na Amazônia brasileira, e discutir sobre a capacidade de recuperação das árvores da espécie, em 35 anos, pós-colheita. A pesquisa admitiu o diâmetro mínimo de colheita de 50 cm e o tempo máximo previsto para uma nova colheita, consoante as orientações técnicas da norma, de modo a inferir sobre a sustentabilidade da produção da mesma em diferentes áreas de manejo. Testou-se a seguinte hipótese: as árvores remanescentes de *G. glabra* necessita de tempo superior ao preconizado pela norma de manejo florestal vigente (25 a 35 anos) para recuperação da população natural para futuras intervenções de colheita.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Espécie em estudo

Na floresta natural, *Goupia glabra* Aubl. é classificada como espécie oportunista ou heliófila, ou seja, demandantes de luz (JARDIM *et al.*, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 2017). Floresce durante um longo período do ano, predominando, durante os meses chuvosos de abril-julho (FREITAS *et al.*, 2015), frutifica na transição entre seco/chuvoso, predominando nos meses de junho-novembro, e amadurece preferencialmente no final da seca, nos meses de outubro-janeiro (SANTOS; FREITAS; SANTOS, 2018). É uma espécie com distribuição espacial agregada

(JESUS *et al.*, 2014), atinge geralmente 40 m de altura, até 1,2 m de diâmetro e ocorre na Amazônia brasileira, Peru, Suriname, Colômbia, Guiana Francesa, Panamá e Venezuela (COMVALIUS, 2001; FERREIRA e TONINI, 2004). Embora seja mais encontrada em floresta de terra firme, há registros da espécie em habitats de florestas úmidas da Amazônia ou temporariamente encharcados (LUIZE *et al.*, 2018), mas não em floresta de várzea (ASSIS; WITTMANN, 2011). Em condições de viveiro, *G. glabra* apresenta germinação em média 22 dias após a semeadura, sem tratamento para quebrar a dormência (GURGEL, *et al.*, 2015).

2.2.2 Área de estudo

O estudo foi realizado em seis áreas experimentais na Amazônia brasileira: (I) AP- Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2, localizadas nos municípios de Vitória do Jari-Amapá (n=1), Belterra-Pará (n=1), Moju-Pará (n=1), Paragominas-Pará (n=1) e Itacoatiara-Amazonas (n=2), respectivamente (FIGURA 1).

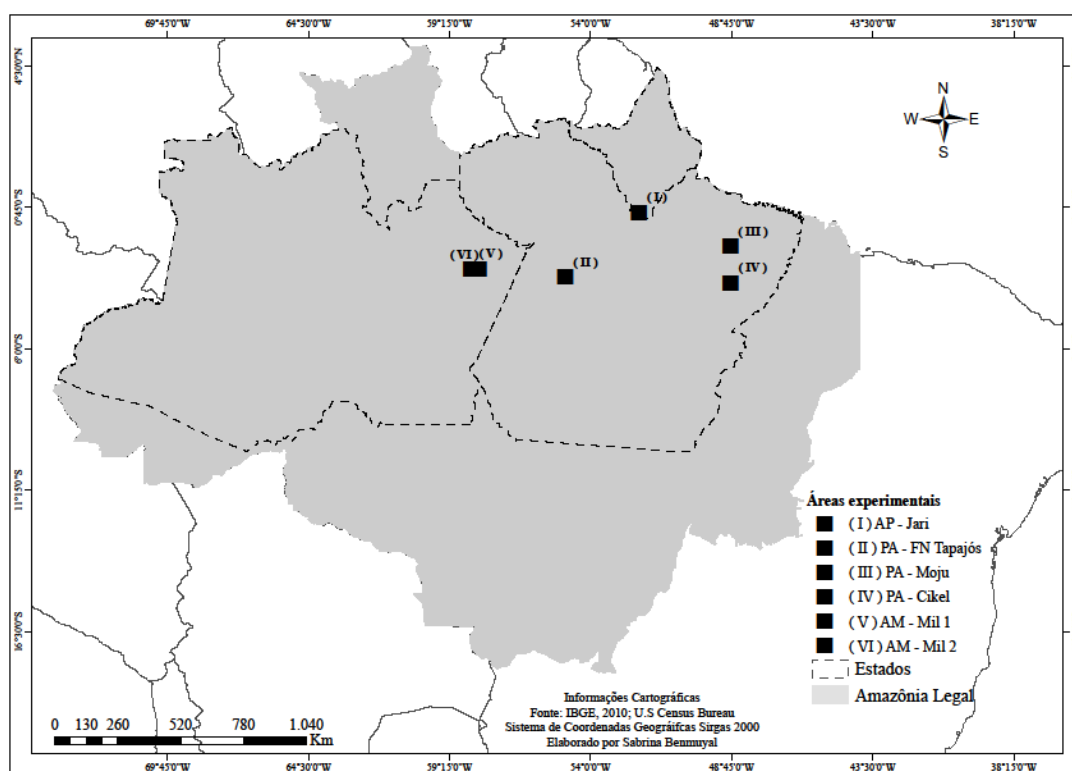


Figura 1: Localização das áreas experimentais de manejo florestal: Área hachurada em cinza representa o Bioma Amazônia; quadrados pretos são as áreas experimentais em estudo; linhas pontilhadas são as delimitações dos estados do Pará, Amapá e Amazonas.

Os dados são provenientes de parcelas permanentes monitoradas pela Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Amazônia Ocidental, participantes da Rede de monitoramento de dinâmica de florestas da Amazônia Redeflor (Portaria 337, 2006)⁶. Esses dados estão armazenados no *software* MFT (Monitoramento Floresta Tropical) os quais foram exportados para planilhas do *software* Excel. Constitui-se de 185 parcelas permanentes com dimensões variadas (96 de 50 m x 50 m; 22 de 50 m x 100 m; 67 de 100 m x 100 m), que acumulam uma área amostral de 102 ha em Floresta de Terra Firme. Foram utilizadas 157 parcelas (92 ha) sujeitas a exploração florestal, as demais 28 parcelas (sem exploração) não foram incluídas no presente estudo. Estas parcelas apresentam diferentes diâmetro de inclusão (5 cm, 10 cm, 15 cm e 20 cm), mas neste estudo, foram utilizadas todas as árvores com $DAP \geq 20$ cm. O monitoramento das árvores nessas parcelas consistiu da medição do diâmetro a altura do peito (DAP), identificação botânica e classificação quanto ao nível de dano, forma da copa, iluminação e presença de cipó conforme diretrizes descritas por Silva e Lopes (1989) e Silva *et al.*, (2005) (QUADRO 3).

⁶ A Redeflor (Rede de monitoramento de dinâmicas de florestas da Amazônia) foi instituída pela Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente, com o objetivo de contribuir para a definição de normas técnicas e sugerir a elaboração de políticas públicas que promovam o manejo florestal sustentável na Amazônia.

Quadro 3- Características das áreas experimentais em estudo: Identificação, área experimental, localização, número de parcelas permanentes (PP), dimensões da área amostral, ano de instalação, ano de colheita, anos de monitoramento, tempo de monitoramento.

Identificação	(I) AP-Jari	(II) PA-FN Tapajós	(III) PA-Moju	(IV) PA-Cikel	(V) AM-Mil 1	(VI) AM-Mil 2	
Área experimental	Jari Florestal	Flona Tapajós	Campo Moju	Grupo Cikel	Mil Madeiras UPA ¹ -B	Mil Madeiras UPA-C	Total
Município	Vitória do Jari	Belterra	Moju	Paragominas	Itacoatiara	Itacoatiara	6
Estado	Amapá	Pará	Pará	Pará	Amazonas	Amazonas	3
Nº PP total	40	60	22	36	14	13	185
Nº PP controle	4	12	0	12	0	0	28
Dimensão (m x m)	100 x 100	50 x 50	50 x 100	50 x 50	100 x 100	100 x 100	
Área PP total (ha)	40	15	11	9	14	13	102
Área PP controle (ha)	4	3	0	3	0	0	10
DAP mínimo ⁷	20	20	20	20	20	20	
Ano de instalação	1984	1981	1995	2003	1996	1997	
Ano da exploração	1985	1982	1995	2003	1996/1997	1997	
Ano de monitoramento	1984; 1986; 1988; 1990; 1994; 1996 2004; 2011	1981; 1983; 1987; 1989; 1995; 2003 2008; 2012	1995; 1998; 2004 2010; 2015	2003; 2004; 2005; 2007; 2008; 2011; 2018	1996; 1998; 2001; 2014	1997; 2001; 2014	
Tempo de monitoramento (anos) ⁸	26 anos e 7 meses	31 anos e 2 meses	20 anos e 2 meses	14 anos e 9 meses	17 anos e 3 meses	16 anos e 8 meses	
Densidade da floresta (arv.ha ⁻¹)*	175,13	145,33	179,27	180,78	206,21	216,31	
Área basal da floresta (m ² .ha ⁻¹)*	22,79	18,47	20,10	22,04	24,71	23,08	
V (m ³ .ha ⁻¹)	218,15	224,08	199,32	284,15	305,00	311,31	
DMC (cm) ⁹	50	45	50	50	50	50	
IE (nº arv.ha ⁻¹) ¹⁰	4,89	11,83	2,91	4,17	6,93	3,00	
IE (m ² .ha ⁻¹)	2,64	4,87	1,53	1,14	2,65	0,145	
IE (m ³ .ha ⁻¹)	43,43	66,60	15,99	15,57	35,09	2,123	
IE <i>G. glabra</i> (arv.ha ⁻¹)	1,47	0,67	0,09	0,00	0,29	0,07	

⁷ DAP_{mínimo}: diâmetro a altura do peito considerado para análise nesse estudo (DAP ≥ 20 cm).

⁸ É a relação entre o último monitoramento e o primeiro monitoramento, a partir da conversão dos meses em anos.

⁹ DMC (cm): diâmetro mínimo de corte em centímetro.

¹⁰ IE (nº arv.ha⁻¹):

IE <i>G. glabra</i> (m².ha⁻¹)	0,696	0,327	0,055	0,000	0,123	0,007
IE <i>G. glabra</i> (m³.ha⁻¹)	11,351	4,506	0,577	0,000	1,631	0,08
% colheita volume <i>G. glabra</i>	26,14	6,77	3,61	0,00	4,65	3,77
% colheita volume <i>G. glabra</i> (áptas a colheita¹¹)	43,16	97,98	17,10	0,00	24,54	2,64
<i>Continuação Quadro 3</i>						
Clima	Am	Am	Af	Aw	Af	Af
Temperatura °C	20,9 a 35,2	20,9 a 34,8	21,8 a 36,8	19,1 a 36,5	21,6 a 36,6	21,6 a 36,6
Precipitação (mm)	1.850 a 2.550	948 a 3.511	1.500 a 3.300	1.693	1.159	1.159
Umidade (%)	37 a 86	36 a 96	34 a 95	28 a 95	33 a 96	33 a 96
Altitude (m)	21	137	21	113	20	20
Vegetação	Floresta Ombrófila Densa Aluvial	Floresta Ombrófila Densa Aluvia	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	Floresta Ombrófila Densa Submontana	Floresta Ombrófila Densa aluvial	Floresta Ombrófila Densa Aluvial
Solo predominante	Latossolo Vermelho-amarelo distrófico	Latossolo Amarelo distrófico e Neossolo quartizarênico órtico	Latossolo Amarelo distrófico com textura argilosa	Latossolo Amarelo distrófico	Latossolo Amarelo distrófico	Latossolo Amarelo distrófico

1. UPA: Unidade de Produção Anual; IE: Intensidade de Exploração; *árvores com DAP $\geq$ 20 cm; DMC: Diâmetro mínimo de corte.

¹¹ DAP $\geq$ 50 cm (BRASIL, 2009)

(I) AP-Jari

Área experimental da empresa Jari Florestal S.A, localizada na localidade Morro do Felipe, no município de Vitória do Jari, estado do Amapá, sob as coordenadas geográficas 0°53' a 55' S e 52° 10' a 11' W, a uma altitude de aproximadamente 150 m. O experimento é conduzido em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental em uma área de 500 ha, na qual foram instaladas 40 parcelas permanentes de 1 ha (100 x 100 m), somando uma área amostral de 40 ha (36 ha submetida a colheita e 4 ha são parcelas controles). Nestas parcelas, foram monitoradas todas as árvores com DAP $\geq$ 20 cm em oito ocasiões (1984, 1986, 1988, 1990, 1994, 1996, 2004 e 2011), apresentando um período de monitoramento de 26 anos e 7 meses, sendo que em 1985 ocorreu a colheita florestal. A floresta em estudo apresenta naturalmente, aproximadamente, 175,13 arv.ha⁻¹, 22,79 m².ha⁻¹ e 218,15 m³.ha⁻¹ com intensidade de exploração de 2,8%, 11,6% e 20,0%, respectivamente, somente das árvores com DAP $\geq$ 50 cm.

De acordo com a classificação de Koppen o clima na região é do tipo Am, tropical de monção (ALVARES *et al.*, 2014), com temperatura média anual de 20,9 a 35,2° C, umidade relativa média do ar de 37 a 86%, obtidas da estação meteorológica de Itaubal-A251, a uma altitude de 21 m (INMET, 2018), e precipitação média anual de 1.850 a 2.550 mm, com o mês mais chuvoso em abril e o mês menos chuvoso em setembro (SILVEIRA, 2014). O solo predominante é o Latossolo Vermelho-amarelo distrófico (IBGE, 2004), característicos de solos muito intemperizados (SANTOS *et al.*, 2014) e valores intermediários de acidez, saturação por base, e alumínio trocável (MELÉM JÚNIOR *et al.*, 2008). A vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Densa Aluvial (IBGE, 2012; MMA, 2006).

(II) PA-FN Tapajós

Área experimental de manejo florestal na Floresta Nacional do Tapajó, localizada no km 114 da Rodovia Cuiabá-Santarém na BR 163, no município de Belterra, estado do Pará, situada entre as coordenadas 2°40' a 4°10' S e 54°45' a 55°30' W e 2° 45' S e 55°00' W. O experimento é realizado em uma área de 144 ha, onde foram alocadas 60 parcelas permanentes de 0,25 ha (50 x 50 m), totalizando uma área amostral de 15 ha (12 ha sujeito a intervenção silvicultural e 3 ha de área controle). Nestas parcelas, foram monitoradas todas as árvores com DAP $\geq$ 5 cm, em oito ocasiões (1981, 1983, 1987, 1989, 1995, 2003, 2008 e 2012), apresentando um período de avaliação de 31 anos e 2 meses, uma vez que ocorreu colheita em 1982. Esta floresta apresenta naturalmente, aproximadamente, 145,33 arv.ha⁻¹, 18,47 m².ha⁻¹, 224,08 m³.ha⁻¹, dos

indivíduos com $DAP \geq 20$ cm, com intensidade de exploração de 8,1%, 26,3% e 29,7%, respectivamente, de todas as árvores com $DAP \geq 45$ cm.

Segundo a classificação de Köppen a região apresenta clima do tipo Am, tropical de monção (ALVARES *et al.*, 2014), com temperatura média anual de 20,9 a 34,8 °C, umidade relativa do ar média de 36 a 96%, obtidas da estação meteorológica de Santarém-A250, a uma altitude de 127 m (INMET, 2018), e precipitação média anual de 948,1 a 3.511,3 mm, com chuvas predominando de janeiro a junho e menos chuvas entre agosto a novembro (SILVA; MITSUYA; SILVA, 2013). O solo predominante é o Latossolo Amarelo distrófico e o Neossolo Quartzarênico órtico (IBGE, 2008). A vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Densa Aluvial (IBGE, 2012; MMA, 2006).

(III) PA-Moju

Área experimental de manejo florestal localizada no km 30 da Rodovia PA-150, no município de Moju, estado do Pará, situada entre as coordenadas geográficas 02° 08' e 02° 12' S e 48° 47' e 48° 48' W. O experimento é conduzido em 200 ha, onde estão alocadas 22 parcelas permanentes de 0,5 ha (50 x 100 m), totalizando uma área amostral de 11 ha, sujeitas a intervenção silvicultural, em 1995. Nestas parcelas, foram monitoradas todas as árvores com $DAP \geq 10$ cm, em cinco ocasiões (1995, 1998, 2004, 2010 e 2015), apresentando um período de avaliação de 20 anos e 2 meses. A floresta em estudo apresenta, aproximadamente, 179,27 arv.ha⁻¹, 20,10 m².ha⁻¹ e 199,32 m³.ha⁻¹, das árvores com $DAP \geq 20$ cm, com intervenção para colheita de 1,6%, 7,6%, 8,0%, respectivamente, das árvores com $DAP \geq 50$ cm.

Segundo Köppen o clima da região é do tipo Af, tropical de monção (ALVARES *et al.*, 2014), com temperatura média anual de 21,8 a 36,8°C, umidade relativa do ar média de 34 a 95%, obtidas da estação meteorológica de Belém-201, a uma altitude de 21 m (INMET, 2018), e precipitação média anual de 1.500 a 3.300 mm (BARRETO, 2012). O solo predominante é do tipo Latossolo Amarelo distrófico com textura argilosa (IBGE, 2008) e a vegetação é Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE, 2012; MMA, 2006).

(IV) PA-Cikel

Área experimental de manejo florestal da empresa CKBV Florestal Ltda., pertencente ao Grupo Cikel, localizada na Fazenda Rio Capim, no município de Paragominas, estado do Pará, sob as coordenadas 03°39'28,16" S e 48°49'59,73" W. Nela estão alocadas 36 parcelas permanentes de 0,25 ha (50 x 50 m), totalizando uma área amostral de 9 ha (6 ha submetidas a

colheita e 3 ha de área controle). Nestas parcelas, foram monitoradas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm, em sete ocasiões (2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2011 e 2018), com 14 anos e 9 meses, na qual ocorreu colheita em 2003. Esta área apresenta, aproximadamente, 180,78 arv.ha⁻¹, 22,04 m².ha⁻¹ e 284,15 m³.ha⁻¹, de todos os indivíduos com DAP ≥ 20 cm, com intensidade de colheita de 2,3%, 5,2%, 5,4%, respectivamente, das árvores com DAP ≥ 50 cm.

Segundo Koppen o clima da região é classificado como Aw, tropical de monção (ALVARES *et al.*, 2014), com temperatura média anual de 19,1 a 36,5°C, umidade relativa do ar média de 28 a 95%, obtidas da estação meteorológica de Paragominas-A212, à 113 m de altitude (INMET, 2018), e precipitação média anual de 1.693,5 mm, com período mais chuvoso de dezembro a maio e o mais seco de junho a novembro (ANDRADE, 2011). O solo predominante é o Latossolo Amarelo distrófico (IBGE, 2008) A vegetação é Floresta Ombrófila Densa Submontana (IBGE, 2012; MMA, 2006).

(V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2

Área experimental de manejo florestal da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda., localizadas no município de Itacoatiara-AM, situadas entre as coordenadas de latitudes 2°43' e 3°04' S e longitudes 58°31' e 58°57' W. Nessa área, foram instaladas 27 parcelas permanentes de 1ha (100 x 100 m), das quais 14 estão alocadas na UPA-B e 13 na UPA-C, totalizando uma área amostral de 27 ha, onde ocorreu colheita florestal em 1996/1997. Nestas parcelas, foram monitoradas todos as árvores com DAP ≥ 15 cm em quatro ocasiões na UPA-B (1996, 1998, 2001 e 2014) e em três ocasiões na UPA-C (1997, 2001 e 2014). A UPA-B apresenta, aproximadamente, 206,21 arv.ha⁻¹, 24,71 m².ha⁻¹ e 305,00 m³.ha⁻¹, dos indivíduos com DAP ≥ 20 cm, com intensidade de colheita de 3,3%, 10,7%, 11,5%, respectivamente, das árvores com DAP ≥ 50 cm. A UPA-C apresenta 216,31 arv.ha⁻¹, 23,08 m².ha⁻¹, 311,31 m³.ha⁻¹, dos indivíduos com DAP ≥ 20 cm, com intensidade de exploração de 1,4%, 0,6%, 0,7%, respectivamente, das árvores com DAP ≥ 50 cm.

Na classificação de Koppen o clima da área é do tipo Af, tropical úmido (ALVARES *et al.*, 2014), com temperatura média anual de 21,6 a 36,6°C, umidade relativa do ar média de 33 a 96%, obtidas na estação meteorológica de Altazes-A120, a uma altitude de 20 m (INMET, 2018), e precipitação média anual de 1.159,2 mm, com predomínio das chuvas entre dezembro a março e menor índice de junho a setembro (NASCIMENTO e SARAIVA, 2009). O solo predominante é o Latossolo Amarelo distrófico (IBGE, 2010). A vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Densa Aluvial (IBGE, 2012; MMA, 2006).

2.2.4 Análise Dos Dados

Os dados foram processados e analisados em planilhas do *software Excel plus 2016*, utilizando todas as árvores de *G. glabra* com $DAP \geq 20$ cm, identificadas botanicamente, de seis áreas experimentais, a partir dos seguintes parâmetros:

- i. Densidade arbórea (arv.ha^{-1}) e dominância ($\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$) avaliada para todas as árvores vivas na classe de DAP de 20 a 49,9 cm e $DAP \geq 50$ cm, em cada monitoramento. A densidade obtida pela relação entre o número de árvores e a área em hectare. A dominância representada pela área basal obtida pela somatória das áreas transversais obtida pela fórmula $g = \pi \cdot DAP^2/4$;
- ii. Mortalidade e recrutamento (arv.ha^{-1}) avaliada para todas as árvores com $DAP \geq 20$ cm, observada a cada intervalo de monitoramento;
- iii. Taxa de Mortalidade ($\%.\text{ano}^{-1}$) calculada pela equação: $M = 1 - ((N_0 - m)/N_0)^{1/t} \times 100$, onde M é a taxa de mortalidade anual em porcentagem; N_0 é número de árvores inventariado na primeira medição; m é o número de árvores mortas; t é o intervalo de tempo total em anos do monitoramento em cada área, avaliado para todas as árvores ($DAP \geq 20$ cm) e nas classes de DAP de 20 a 49,9 cm e $DAP \geq 50$ cm (SHEIL; MAY, 1996);
- iv. Taxa de recrutamento ($\%.\text{ano}^{-1}$) obtida pela equação: $R = (1 - (1 - r/S_t)^{1/t}) \times 100$, em que R é a taxa de recrutamento anual em porcentagem; r é o número de árvores que atingiram ou ultrapassaram o diâmetro mínimo de 20 cm; S_t é o número final de árvores sobreviventes no monitoramento final; e t é o intervalo de tempo total em anos do monitoramento de cada área (SHEIL; MAY, 1996);
- v. Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA_d), calculado a partir da relação da variação do diâmetro em determinado período: $\text{IPA}_d = \Delta y/t$ (cm.ano^{-1}), em que IPA_d é o incremento periódico anual em diâmetro; Δy é a diferença entre as medições do diâmetro em um determinado período; t é o intervalo de tempo em anos entre as medições do período analisado. O IPA_d foi avaliado para todas as árvores vivas em pé com copa, excluídas todas as árvores vivas sem copa e/ou caídas por considerar a influência da estrutura da copa e a idade das árvores no crescimento (ROZENDAAL; SOLIZ-GAMBOA; ZUIDEMA, 2010; SILVA *et al.*, 1996). A avaliação foi realizada de três formas: (a) em uma sequência temporal contínua de monitoramento de cada área, para todas as árvores ($DAP \geq 20$ cm; (b) em duas classes de tamanho de diâmetro: DAP de 20 a 49,9 cm e $DAP \geq 50$ cm; e (c) média ponderada por classe de tamanho de diâmetro ($DAP \geq 20$ cm; DAP de 20 a 49,9 cm; e $DAP \geq 50$ cm) de todas as árvores das áreas experimentais em estudo. A comparação entre as médias de

IPA_d ocorreu a partir da análise de variância (ANOVA), utilizando o teste de Tukey, realizado no *software* SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2008).

- vi. Taxa de Recuperação proposta por Durrieu de Madron e Forni, (1997), e adaptada por Sist e Ferreira, (2007): $TR \% = ((N_a * (1 - M)^T) / N_i) * 100$, onde $TR\%$ é a taxa de recuperação em porcentagem do número de árvores vivas em pé com copa (%.árvores), excluídas todas as árvores vivas sem copa e/ou caídas; N_a são as árvores remanescentes da classe de DAP de 20 a 49,9 cm que alcançaram $DAP \geq 50$ cm em 35 anos a partir da média ponderada do IPA nos períodos pós-colheita desta classe; M é a taxa de mortalidade das árvores com DAP de 20 a 49,9 cm após a colheita; N_i é o número de árvores com $DAP \geq 50$ cm na primeira medição antes da exploração; T é o tempo de 35 anos utilizado para calcular a taxa de recuperação de *G. glabra*.

2.3 Resultados

2.3.1 Dinâmica da estrutura arbórea

A densidade e a dominância de todos os indivíduos de *G. glabra* (árvores com DAP ≥ 20 cm), antes da colheita, foi naturalmente diferente entre as áreas experimentais. A densidade variou de 0,8 a 5,5 arv.ha⁻¹, com dominância de 0,343 a 1,819 m².ha⁻¹, para os sítios AP-Jari e PA-Moju, respectivamente. Sob esse aspecto, o número de árvores a partir do DAP ≥ 50 cm foi predominantemente maior nas áreas estudadas, com exceção da AM-Mil 2, em comparação ao número de árvores na classe de DAP de 20 a 49,9 cm (FIGURA 2; APÊNDICE A).

Quatro áreas (AP-Jari, PA-FN Tapajós, PA-Moju, AM-Mil 1), onde ocorreu colheita de *G. glabra*, não houve recuperação do número de árvores colhidas e dominância durante o tempo de monitoramento de 26, 31, 20 e 17 anos. Nessas áreas, ocorreu redução de 5,5 para 3,6 arv.ha⁻¹; 1,1 para 0,3 arv.ha⁻¹; 0,82 a 0,64 arv.ha⁻¹; 1,93 para 1,36 arv.ha⁻¹, respectivamente; e redução em dominância de 1,819 para 1,088 m².ha⁻¹; 0,376 para 0,071 m².ha⁻¹; 0,343 para 0,148 m².ha⁻¹; 0,573 para 0,344 m².ha⁻¹. Por outro lado, na área experimentais que a espécie não foi colhida (PA-Cikel) ocorreu aumento no número de árvores durante o período monitorado (FIGURA 2; APÊNDICE A).

Nos períodos monitorados após-colheita a espécie apresentou pequenas alterações em densidade e dominância nas diferentes áreas. Nas áreas AP-Jari, PA-Moju, AM-Mil 1 ocorreu diminuição de árvores, enquanto que nas áreas PA-Cikel e AM-Mil 2 aumentou. O resultado observado em dominância foi independente do evento de colheita, com aumento nas áreas da AP-Jari, PA-FN Flona, PA-Cikel, AM-Mil 2 e diminuição nas áreas de PA-Moju e AM-Mil 1 (FIGURA 2; APÊNDICE A).

No decorrer do tempo o maior número de árvores grandes (DAP ≥ 50 cm) se manteve nas áreas da AP-Jari e PA-Cikel, enquanto ocorreu perda nas áreas de PA-Moju e AM-Mil 1. Na PA-FN Tapajós ocorreu ingresso de árvores com DAP ≥ 50 cm. Na AM-Mil 2 o número de árvores foi maior na classe de tamanho de DAP de 20 a 49,9 cm (FIGURA 2; APÊNDICE A).

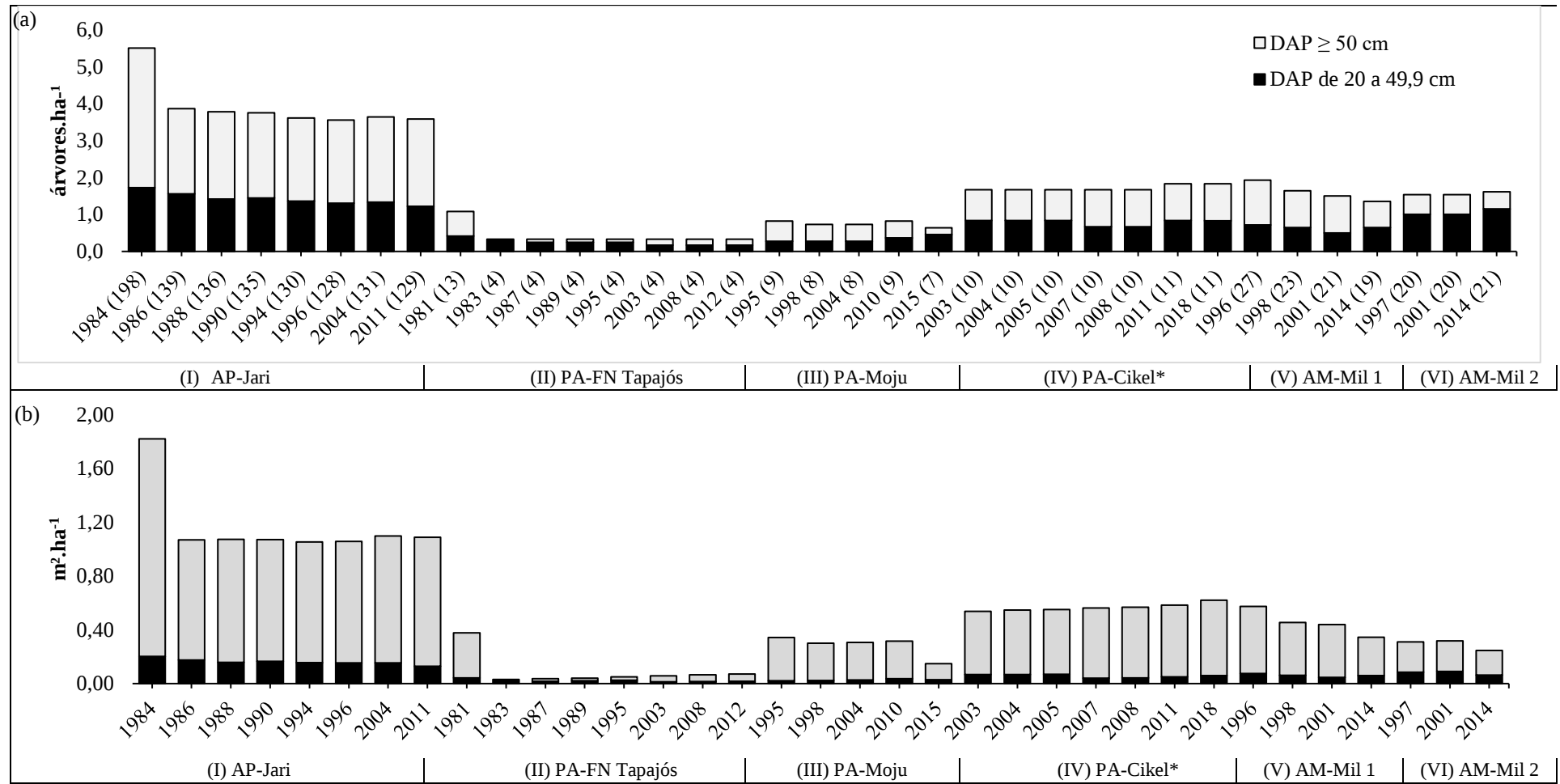


Figura 2: Densidade arbórea (árvores.ha⁻¹)-(a) e dominância (m².ha⁻¹)-(b) de *G. glabra* para as árvores com DAP de 20 a 49,9 cm e DAP ≥ 50 cm, na sequência temporal de monitoramento, nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2 (APÊNDICE B). (N): número absoluto de árvores em cada ano de monitoramento; *não ocorreu colheita da espécie *G. glabra* na área.

2.3.2 Mortalidade e recrutamento

Na dinâmica de entrada e saída de indivíduos, nas áreas experimentais, ocorreu maior recrutamento ($0,0-0,38 \text{ arv.ha}^{-1}$) que mortalidade ($0,0-0,36 \text{ arv.ha}^{-1}$). As áreas que se destacaram em mortalidade foram: (III) PA-Moju: 2015, (V) AM-Mil 1: 2014 e (VI) AM-Mil 2: 2015 com $0,36$, $0,29$ e $0,31 \text{ arv.ha}^{-1}$, respectivamente; em recrutamento foram (I) AP-Jari e (VI) AM-Mil 2 com $0,22$ e $0,38 \text{ arv.ha}^{-1}$, respectivamente (FIGURA 3).

A taxa de mortalidade anual do período total de estudo de todas as árvores foi de $0,0-3,38 \text{ \%.ano}^{-1}$ e a taxa de recrutamento ficou entre $0,0-2,74 \text{ \%.ano}^{-1}$, com maior taxa de mortalidade na classe de $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$ nas áreas da (III) PA-Moju e (VI) AM-Mil 2 (QUADRO 4).

2.3.3 Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA_d)

G. glabra apresentou IPA_d distinto entre as áreas, períodos e classes diamétricas, com diferença significativa observada nas áreas da AP-Jari e AM-Mil-2. Entre as áreas, para toda comunidade ($\text{DAP} \geq 20 \text{ cm}$), o IPA_d foi de $0,19 \pm 0,27$ a $0,93 \pm 0,55 \text{ cm.ano}^{-1}$, com média anual de $0,29 \text{ cm.ano}^{-1}$. O maior IPA_d foi observado após cinco e 17 anos da colheita nas áreas (I) AP-Jari, e (VI) AM-Mil 2, com aumento de $0,19 \pm 0,27$ para $0,33 \pm 0,62 \text{ cm.ano}^{-1}$ e $0,24 \pm 0,45$ para $0,44 \pm 0,67 \text{ cm.ano}^{-1}$, respectivamente. Este, tendeu a diminuir a partir de aproximadamente 9 e 13 anos da colheita na área (I) AP-Jari e (II) PA-FN Tapajós, respectivamente (FIGURA 4; APÊNDICE B).

A oscilação no crescimento diamétrico da espécie mostra a relação do IPA_d após a colheita, apresentando a influência da intervenção de colheita nas áreas (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2, com IPA_d de $0,28 \pm 0,03$, $0,33 \pm 0,02$ e $0,44 \pm 0,0 \text{ cm.ano}^{-1}$ maior, respectivamente. Essas áreas representaram melhor as análises do efeito da colheita no crescimento diamétrico por terem maior número de indivíduos na amostragem (FIGURA 5).

Os diferentes períodos de tempo não foram um fator diferencial no crescimento diamétrico mostrando que não há um padrão no IPA_d entre as áreas. O maior IPA_d foi, predominantemente, das árvores de menor diâmetro (DAP de 20 a $49,9 \text{ cm}$) com uma média anual de $0,36 \text{ cm.ano}^{-1}$ (FIGURA 4, 5, 6; TABELA 1).

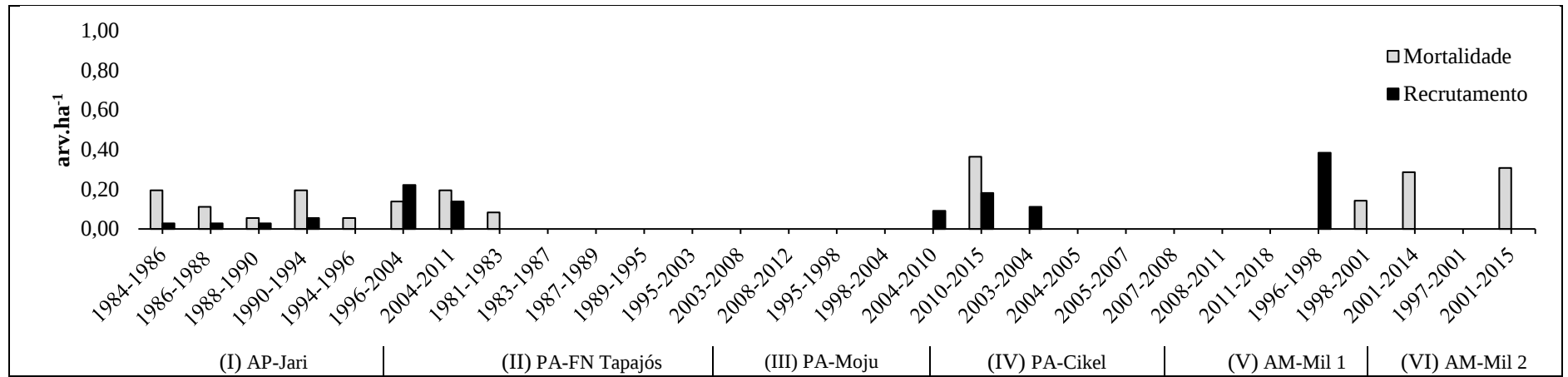


Figura 3: Mortalidade e recrutamento (arv.ha⁻¹) de *G. glabra* das árvores com DAP ≥ 20 cm, na sequência temporal de monitoramento nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2.

Quadro 4: Taxas de mortalidade e recrutamento (%.ano⁻¹), número absoluto de árvores mortas e recrutadas, da população total (DAP ≥ 20 cm) de *G. glabra* e taxa de mortalidade (%.ano⁻¹) para as árvores com DAP de 20 a 49,9 cm e DAP ≥ 50 cm, durante o período total.

Área experimental	Período	Tempo (anos)	Árvores com DAP ≥ 20 cm						Mortalidade (%.ano ⁻¹)	
			População (Ni)*	População (Nf)	Mortas (n)	Mortalidade (%.ano ⁻¹)	Recrutadas (n)	Recrutamento (%.ano ⁻¹)	DAP 20 a 49,9 cm	DAP ≥ 50 cm
(I) AP-Jari	1984-2011	26	145	129	33	0,95	17	0,52	1,04	0,89
(II) PA-FN Tapajós	1981-2012	31	5	4	1	0,71	0	0,00	0,00	0,71
(III) PA-Moju	1995-2015	20	8	7	4	3,38	3	2,74	3,38	4,44
(IV) PA-Cikel	2003-2018	14	10	11	0	0,00	1	0,64	0,00	0,00
(V) AM-Mil 1	1996-2014	17	23	19	6	1,79	2	0,63	1,26	2,27
(VI) AM-Mil 2	1997-2015	16	20	21	4	1,22	5	2,04	0,44	3,03

Ni: Número de árvores no primeiro monitoramento; *Refere-se ao número de árvores do primeiro monitoramento sem as destinadas para colheita; Nf: Número de árvores no último monitoramento.

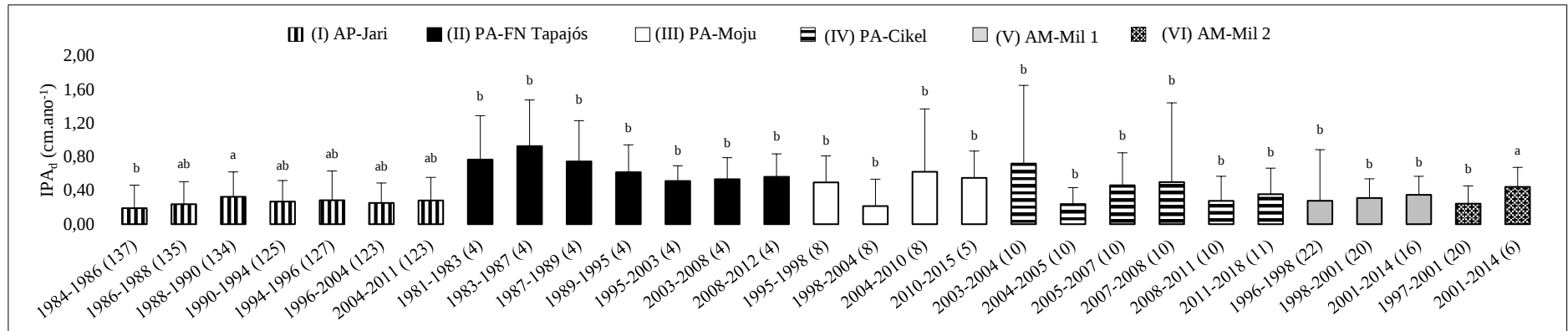


Figura 4: Incremento Periódico Anual, em diâmetro (cm.ano⁻¹) de *G. glabra* para as árvores com DAP ≥ 20 cm, em períodos de monitoramento contínuos, nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2 (APÊNDICE B). (N): número absoluto de árvores em cada período de monitoramento; Médias por sítio seguidas por letras minúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey ($P < 0,05$).

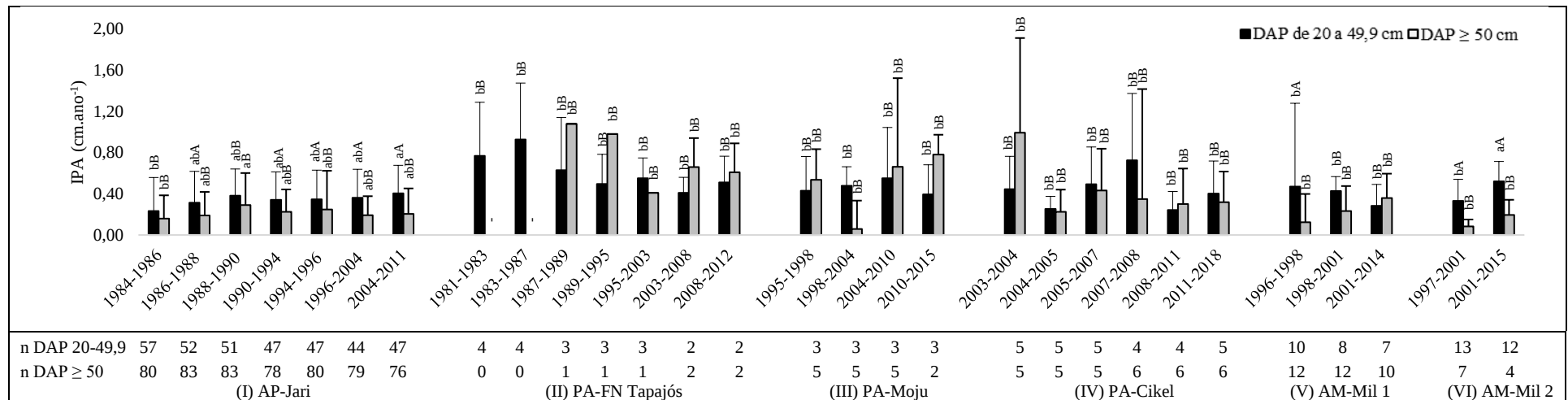


Figura 5: Incremento Periódico Anual, em diâmetro (cm.ano⁻¹), de *G. glabra* para as árvores com DAP ≥ 50 e DAP de 20 a 49,9 cm, em períodos de monitoramento contínuos, nas áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel (APÊNDICE B). Médias por sítio seguidas por letras minúsculas e maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tabela 1: Incremento Periódico Anual, em diâmetro, de todas as árvores de *G. glabra* com $DAP \geq 20$ cm, $DAP \geq 50$ cm e DAP de 20 a 49,9 cm das áreas experimentais (I) AP-Jari, (II) PA-FN Tapajós, (III) PA-Moju, (IV) PA-Cikel, (V) AM-Mil 1 e (VI) AM-Mil 2.

Classe de tamanho	Nº árvores	IPA _d * (cm.ano ⁻¹)
$DAP \geq 20$ cm	1106	0,29
$DAP \geq 50$ cm	661	0,24
DAP de 20 a 49,9 cm	462	0,36

*o IPA_d foi obtido a partir das médias de crescimento ponderado por período de cada área.

2.3.4 Taxa de recuperação de árvores

A Taxa de Recuperação do número de *G. glabra* foi diferente nas áreas, com reconstituição de 11 a 85%, estimada para 35 anos após a primeira colheita. Nesse período, a comunidade arbórea que recuperou o estoque para colheita é representada pelas árvores com DAP_m a partir de 28 cm, considerando o estoque remanescente (DAP de 20 a 49,9 cm), o crescimento diamétrico e taxa de mortalidade anual dessas árvores após a colheita. A menor taxa de recuperação foi observada na área (III) PA-Moju, representada pelas árvores com diâmetro de 33,35 cm, a partir do crescimento em diâmetro de 0,48 cm.ano⁻¹ e mortalidade de 4,0 %.ano⁻¹. A maior taxa de recuperação foi na área (VI) AM-Mil 2 a partir do crescimento médio em diâmetro de 0,52 cm.ano⁻¹, mortalidade de 0,44 %.ano⁻¹, na qual as árvores que alcançaram o diâmetro para colheita estavam na classe de tamanho do DAP superior a 30 cm (TABELA 1; APÊNDICE C).

Tabela 2: Taxa de recuperação do número de árvores (TR %.árv) de *G. glabra*, após 35 anos da colheita florestal, a partir da média ponderada dos IPA_d e taxa de mortalidade (M %.ano⁻¹) pós-colheita, das árvores remanescentes ($DAP < 50$ cm), e diâmetro das árvores que atingiram o DMC (diâmetro mínimo de colheita), nas áreas em estudo.

Áreas	Período	Tempo de monitoramento (anos)	N IPA _m ± DV ¹	IPA _d P (cm.ano ⁻¹) ²	M (%.ano ⁻¹)	DAP _m (cm) ³	TR %.árv.
(I) AP-Jari	1986-2011	25	48,0 ± 2,7	0,36	0,96	37,47	15,21
(II) PA-FN Tapajós	1983-2012	29	2,0 ± 0,0	0,62	0,00	28,61	25,00
(III) PA-Moju	1998-2015	17	3,0 ± 0,0	0,48	4,00	33,35	11,98
(IV) PA-Cikel	2004-2018	14	4,5 ± 0,5	0,42	0,00	35,39	20,00
(V) AM-Mil 1	1998-2014	16	7,7 ± 0,5	0,36	0,72	37,40	14,55
(VI) AM-Mil 2	2001-2015	14	12,0 ± 0,0	0,52	0,44	31,80	85,70

1. N IPA_m ± DV: Número médio de árvores em cada período ± desvio padrão; 2. IPA_d P: média ponderada do Incremento Periódico Anual, em diâmetro; 3. DAP_m: no tempo de 35 anos, este é o menor diâmetro de uma árvore capaz de atingir o diâmetro mínimo de colheita ($DAP \geq 50$ cm), em 35 anos (APÊNDICE C).

2.4 Discussão

A recuperação do número de árvores de *Goupia glabra*, em tamanho comercial ($\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$), após 35 anos do manejo, foi estimada em 28,7%. Este resultado está relacionado à dinâmica de crescimento das árvores remanescentes da espécie que não foram suficientes para reconstituir o potencial comercial no tempo previsto, nas diferentes áreas. A espécie apresenta densidade arbórea distinta nas áreas do presente estudo e, predominantemente, baixa, com média aproximada de $1,7 \pm 1,1 \text{ arv.ha}^{-1}$, das árvores com $\text{DAP} \geq 20 \text{ cm}$. A área (I) AP-Jari é uma exceção entre as áreas, com $5,5 \text{ arv.ha}^{-1}$. Estudos realizados na Amazônia registraram a densidade arbórea de *G. glabra* entre 1,85 a $25,29 \text{ arv.ha}^{-1}$, representadas por árvores com $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$ (CARIM *et al.*, 2015, 2013; CONDÉ; TONINI, 2013; HIRAI; CARVALHO; PINHEIRO, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2008; REIS *et al.*, 2010a; SANTOS *et al.*, 2017; SILVA, 2014, 2015). De fato, tal qual no presente estudo as maiores densidades foram observadas no Amapá e Amazonas.

A densidade e dominância da espécie repercutiu na baixa taxa de recuperação encontrada para *G. glabra* em todas as áreas. A densidade arbórea é considerada um importante indicador para prevenir a perda da diversidade genética da espécie na área manejada (JENNINGS *et al.*, 2001; RATNAM *et al.*, 2014). Áreas com maior densidade e dominância encontrada nos três estados (AP-Jari; PA-Cikel; AM-Mil 2), representada por árvores com $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$, implica em um maior estoque comercial e/ou de árvores reprodutivas para garantir a perpetuação da espécie. Ainda assim, esses parâmetros não foram suficientes para recuperar a população adulta das árvores após o manejo florestal. Portanto, nessas áreas e especialmente naquelas com menor número de árvores, é necessária a reavaliação e adaptação das técnicas de manejo para a espécie (BRAZ *et al.*, 2015). Adicionalmente, a aplicação de tratamentos silviculturais, como plantio de enriquecimento e condução da regeneração natural são também recomendados para promover a espécie (SCHWARTZ *et al.*, 2013, 2017).

A dinâmica natural de mortalidade e recrutamento de *G. glabra* nas quatro áreas que a espécie foi colhida demonstram que a população teve dificuldade de se reestruturar, após a colheita, nos tempos de 17 a 31 anos. Vários estudos relatam sobre os efeitos positivo da colheita florestal sobre a regeneração natural, a densidade arbórea, o crescimento em área basal e em diâmetro para a espécie (OLIVEIRA, 2016; FRANCEZ *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2002; REIS, *et al.*, 2010; RIVETT; BICKNELL; DAVIES, 2016; RUSCHEL, 2008; SILVA *et al.*, 1995). Estes efeitos resultam também da redução da competição pelo desbaste de árvores favorecendo o recrutamento da mesma (JARDIM; MORY, 2001), comparado a florestas

naturais não exploradas (SILVA *et al.*, 1996). Entretanto, tais efeitos tendem a ser reduzidos com o tempo ao longo do processo de sucessão (DIONISIO *et al.*, 2018b),

G. glabra apresentou crescimento diamétrico médio de 0,29 cm.ano⁻¹ (árvores DAP $\geq$ 20 cm), mas o crescimento variou entre áreas, períodos e tamanho das árvores, com diferença significativamente maior das árvores com DAP de 20 a 49,9 cm (0,36 cm.ano⁻¹). Essa diferença e amplitude de variação no crescimento pode ser explicada pelo amplo gradiente ambiental entre os diferentes sítios, quanto às condições climáticas e geológicas (QUESADA *et al.*, 2012; SANDE *et al.*, 2016), entre muitos outros fatores (SILVA *et al.*, 2002), como: os micro-habitat formados na floresta geram particularidades de cada local (GHOLAMI; SAADAT; SAYAD, 2018; OLIVEIRA; GARRASTAZU; MATTOS, 2016), os quais influenciam na estrutura e exposição da copa à luz (SILVA *et al.*, 1996), e também a idade das plantas, se jovem ou adulta (ROZENDAAL; SOLIZ-GAMBOA; ZUIDEMA, 2010). Todos esses fatores integram para explicar a variação das populações de *G. glabra* em conformidade com o local.

Assumindo esse crescimento (0,36 cm.ano⁻¹), estima-se que uma árvore de *G. glabra* com DAP $\geq$ 20 cm alcance o potencial comercial em aproximadamente 83 anos. A recuperação do potencial comercial de espécies, no tempo de 25-35 anos, parece mais viável no caso de espécies abundantes e de rápido crescimento como as pioneiras, por exemplo, a *Cecropia* spp. (PEREIRA, 2015) e *Jacaranda copaia* (VINSON *et al.*, 2014).

Neste estudo, *G. glabra* não apresentou estrutura remanescente suficiente para recuperar o estoque original de árvores após 35 anos da colheita. Este resultado corrobora com outros estudos na Amazônia que demonstraram que as espécies florestais não tem capacidade de recuperação dentro do período designado na norma de manejo florestal vigente, como mogno (GROGAN *et al.*, 2014). A soma deste e de outros trabalhos evidenciam a importância de estabelecer ciclos de intervenção com intensidade de colheita de acordo com a estrutura remanescente, o crescimento e capacidade de recuperação individual de cada espécie (BRAZ, 2010; AVILA *et al.*, 2018; REIS *et al.*, 2010b). A adaptação cuidadosa das normas de manejo florestal de acordo com as características de recuperação populacional de cada espécie é fundamental para garantir a sustentabilidade do manejo florestal a longo prazo na Amazônia brasileira.

2.5 Conclusão

A dinâmica estrutural e de crescimento de *G. glabra* variou entre áreas, períodos e classes diamétricas. Tal fato, refletiu em uma estimativa de recuperação de aproximadamente 28%, constatando a não recuperação o estoque original de árvores, em 35 anos,. O tempo estimado para que árvores de *G. glabra* com DAP igual a 20 cm recupere o potencial madeireiro foi de aproximadamente 83 anos. Os resultados demonstram a necessidade de um manejo diferenciado do modelo vigente, com maior intervalo de tempo entre colheitas, considerando a dinâmica de crescimento da espécie na área manejada.

3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo florestal sustentável na Amazônia é empregado a partir do sistema silvicultural policíclico, baseado no ciclo de colheita de 25 a 35 anos, das árvores com DAP ≥ 50 cm, manutenção de 10% das árvores com DAP ≥ 50 cm, produtividade de $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}.\text{ano}^{-1}$ e intensidade máxima de extração em volume de madeira de $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ (BRASIL, 2006, 2009), em 80% da área de reserva legal (BRASIL, 2012). Tais parâmetros, foram estabelecidos com base no comportamento de um grupo de espécies (SILVA *et al.*, 1996), pelo qual presumem o manejo para uma região tropical que abrange uma diversidade de aproximadamente 6.727 espécies (CARDOSO *et al.*, 2017), as quais apresentam características populacionais próprias (VINSON *et al.*, 2014). Destas, aproximadamente, 350 espécies são extraídas para fins madeireiros (BARROS e VERÍSSIMO, 2002), sendo 50% da comercialização concentrada em somente 20 espécies (SEMAS, 2016).

Nesse sentido, atualmente, tem-se aumentado a preocupação em relação a continuidade dos recursos e serviços de florestas manejadas (SIST *et al.*, 2015), pois se observa a vulnerabilidade desse recurso aos efeitos de ações sem planejamento (BRAZ, 2010). Adotar medidas racionais pensando nas implicações do manejo em escalas, tornou-se uma das prioridades para a ciência florestal.

Neste estudo, *G. glabra* apresentou características de densidade, dominância e crescimento distinta, com ampla variação nas seis diferentes áreas de manejo. Considerando a densidade de árvores remanescente, predominantemente baixa, com um estoque relativamente maior de árvores com DAP ≥ 50 ; crescimento diamétrico de árvores com diâmetro menor (DAP < 50 cm); recuperação madeireira em 35 anos de aproximadamente 28% das árvores, indicou que a espécie requer um manejo diferente do vigente, com maior intervalo entre colheita, para estabelecimento e perpetuação da espécie. Sugerindo-se a substituição e alternância por outras espécies para um manejo em menor tempo (REIS *et al.*, 2010b) ou diminuição da intensidade de colheita das árvores aptas a colheita (DAP ≥ 50 cm) (AVILA *et al.*, 2018). Acredita-se que espécies com estruturas e crescimento semelhante ao da *G. glabra* possam ter as mesmas prerrogativas para o manejo.

A silvicultura tropical de espécies na Amazônia vem buscando promover o manejo sustentado das florestas (BRAZ *et al.*, 2013a; AVILA *et al.*, 2015; HIGUCHI, 1981). Logo, fixar taxas no manejo desconsidera muitas variáveis e situações que devem ser analisadas individualmente (BRAZ *et al.*, 2013). Dessa forma, o comportamento individual das espécies exige um manejo diferente do padrão aplicado uniformemente para toda a região amazônica.

FONTE DE FINANCIAMENTO

A pesquisa foi realizada com auxílio parcial de bolsa e material de custeio fornecido pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisa (FAPESPA), finalizando com auxílio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) vinculadas ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Pará (UFPA), em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental (EMBRAPA/CPATU) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

REFERÊNCIAS

- ALDER, D.; SILVA, J. N. M. Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na Floresta Nacional do Tapajós com auxílio do modelo de crescimento Cafogrom. *In: A SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO EMBRAPA/DFID*, 1999, Belém, PA. **Resumo expandido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001, p. 325-336.
- ALMEIDA, A. N. de *et al.* Tropical sawnwood market: substitution export demand. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 119–126, mar. 2010.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.
- ANDRADE, C. G. C. *et al.* Crescimento diamétrico e tempo de passagem de *Minquartia guianensis* após manejo na Floresta Nacional do Tapajós. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 299–309, set. 2017.
- ANDRADE, F. S. Variabilidade da precipitação pluviométrica de um município do estado do Pará. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 138-145, out.-dez. 2011
- ASSIS, R. L. de; WITTMANN, F. Forest structure and tree species composition of the understory of two central Amazonian varzea forests of contrasting flood heights. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 206, n. 3, p. 251–260, mar. 2011.
- AVILA, A. L. de *et al.* Disturbance intensity is a stronger driver of biomass recovery than remaining tree-community attributes in a managed Amazonian forest. **Journal of Applied Ecology**, v. 55, n. 4, p. 1647–1657, jan. 2018.
- AVILA, A. L. de *et al.* Medium-term dynamics of tree species composition in response to silvicultural intervention intensities in a tropical rain forest. **Biological Conservation**, v. 191, p. 577–586, nov. 2015.
- AVILA, A. L. de *et al.* Recruitment, growth and recovery of commercial tree species over 30 years following logging and thinning in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, v. 385, p. 225–235, fev. 2017.
- BARRETO, A. G. T. **Vulnerabilidade de agricultores familiares da cadeia de produção de biodiesel de dendê a extremos de precipitação na comunidade Águas Pretas, Moju (PA)**. 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Universidade Federal do Pará (UFPA), Núcleo de Meio Ambiente (NUMA), Belém, PA, 2012.
- BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. **A expansão madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará**. Belém, PA: IMAZON, 2002. 180 p.

BAWA, K. S.; SEIDLER, R. Natural Forest Management and Conservation of Biodiversity in Tropical Forests. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 46–55, fev. 1998.

BELÉM (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade. Sistema de Comercialização e Transporte de produtos Florestais-SISFLORA. **Relatório Extração e Movimentação de Toras de Madeira Nativa**. Belém, 2016, 167 p.

BRASIL, MMA. Portaria nº 337 DE 1º de dezembro de 2006 do Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2006,

BRASIL, Portaria nº 443 de 17 de dezembro de 2014 do MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2014, p. 110-121.

BRASIL. Decreto nº 1.282 de 19 de outubro de 1994 (REVOGADO, PELO DECRETO 5.975 DE 2006). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 de out. 1994.

BRASIL. Decreto nº 3325 de 17/06/2013. **Diário Oficial do Estado**, Amapá, AP em 17 jun 2013.

BRASIL. Instrução normativa nº 05 da SEMAS, de 10 de setembro de 2015. **Diário Oficial do Estado**, Brasília, DF, 11 set. 2015, n. 32969, p. 37-57.

BRASIL. Instrução Normativa nº 5 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 11 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 mar. 2006.

BRASIL. Lei 1.806 de 06 de janeiro de 1953. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 de jan. 1953, 276p, Seção 1.

BRASIL. Lei nº 12.651 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 maio de 2012.

BRASIL. Lei nº 4.771 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 set. 1965.

BRASIL. Resolução CEMAAM nº 14 de 18/10/2012. **Diário Oficial do estado** - AM em 22 out. 2012.

BRASIL. Resolução CEMACT nº 3 de 27/06/2008. **Diário Oficial do estado**, Acre, AC, 9 jul. 2008.

BRASIL. Resolução conjunta CEMACT/CFE Nº 003, de 12 de agosto de 2008. **Diário Oficial do Estado**, Acre, AC de 12 de agosto de 2008.

BRASIL. Resolução nº 406 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), 2 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial da República Federativa**, Brasília, DF, 06 de fevereiro de 2009. Seção 1.

BRASIL. Resolução SDS Nº 17 de 20/08/2013. **Diário Oficial do Estado**, Amazonas, AM, em 5 fev 2014.

BRAZ, E. *et al.* Planejamento do segundo ciclo de *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. no estado do Acre planning the second cutt of *Manilkara huberi* (Ducke) Standl. in Acre state. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2015, Santa Maria: **Anais...** Santa Maria: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2015. p. 453-462.

BRAZ, E. M. *et al.* Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 787–794, 26 dez. 2012b.

BRAZ, E. M. *et al.* Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 137–145, mar. 2012a.

BRAZ, E. M. **Manejo Florestal no Mato Grosso**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 5 p. 2013. (Comunicado Técnico 329).

BRAZ, E. M. **Subsídios para o planejamento do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. 2010. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2010.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; FIGUEIREDO, E. O. Manejo de precisão em florestas naturais. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 488-491.

BRAZ, E.; MATTOS, P. Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades. **Nativa**, Pesquisas Agrárias e Ambientais, v.3, p. 292–295, 15 nov. 2015.

BRUNDTLAND, G. H. **Report of the World Commission on Enviroment and Development: Our Common Future**. General Assembly. Sessão 42. 1987, 374 p.

CAMARGOS, J. A. A. *et al.* **Catálogo de árvores do Brasil**. Brasília, DF: IBAMA, 1996. 887p.

CARDOSO, D. *et al.* Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 40, p. 10695–10700, 3 out. 2017.

CARIM, M. D. J. V. *et al.* Composition, structure and floristic diversity in dense rain forest in the Eastern Amazon, Amapá, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 37, n. 4, p. 419–426, dez. 2015.

CARIM, M. J. V. *et al.* Composição e Estrutura de Floresta Ombrófila Densa do Extremo Norte do Estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 1–10, ago. 2013.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do

Projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. **Resumo expandido**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 1999, p. 174-179.

CASTELO, T. B. Legislação florestal brasileira e políticas do governo de combate ao desmatamento na Amazônia legal. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 4, p. 221–242, dez. 2015.

CHICHIGNOUD, M. *et al.* **Atlas de maderas tropicales de América Latina. Associatin Technique internationale des bois tropicaux-Centre Technique Forestier Tropical (CTFT)**. 1990. 218p.

COMVALIUS, L. B. Surinamese Tree Species: Characteristics and Utilization. Paramaribo: **CELOS**, 2001. 243 p.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 247-260, fev. 2013.

CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G.; HASENAUER, H. Tree basal area increment models for *Cedrela*, *Amburana*, *Copaifera* and *Swietenia* growing in the Amazon rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 365, p. 174–183, 1 abr. 2016.

CUNHA, T.; CARVALHO, J. 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**, v. 24, n. 1, p. 161–169, mar. 2014.

D'OLIVEIRA, M. V. N. *et al.* Vinte anos monitorando a dinâmica de crescimento de uma floresta tropical explorada na Amazônia ocidental. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 493–502, 29 dez. 2017.

DIONISIO, L. F. S. *et al.* Growth, mortality, and recruitment of tree species in an Amazonian rainforest over 13 years of reduced impact logging. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 150–156, dez. 2018b.

DIONISIO, L. F. S. *et al.* Incremento, recrutamento e mortalidade pós-colheita de *Duguetia* spp. na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Scientia Forestalis**, v. 46, n. 119, p. 337–386, set. 2018a.

DURRIEU DE MADRON, L.; FORNI, E. Aménagement forestier dans l'Est du Cameroun. **Bois et Forêts des Tropiques**, v. 254, n. 4, p. 39–50, 1997.

EDWARDS, D. P. *et al.* Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 29, n. 9, p. 511–520, set. 2014.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Intensive multiple-use forest management in the tropics: Analysis of case studies from India, Africa, Latin America and Caribbean. **FAO Forestry Paper**. 1989. 291p.

FERNANDEZ-VEGA, J.; COVEY, K. R.; ASHTON, M. S. Tamm Review: Large-scale infrequent disturbances and their role in regenerating shade-intolerant tree species in

Mesoamerican rainforests: Implications for sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 395, p. 48–68, jul. 2017.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, L. M. M.; TONINI, H. **Cupiúba (*Goupia glabra* Aublet): Crescimento, Potencialidades e Usos**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 27p. (Documentos, 04).

FRANCEZ, L. M. de B. *et al.* Efeito de duas intensidades de colheita de madeira na estrutura de uma floresta natural na região de Paragominas, Pará. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 851–863, 2009.

FRANCEZ, L. M. de B. *et al.* Influência da exploração florestal de impacto reduzido sobre as fases de desenvolvimento de uma floresta de terra firme, Pará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 743-753, dez. 2013.

FREE, C. M. *et al.* Current Brazilian forest management guidelines are unsustainable for *Swietenia*, *Cedrela*, *Amburana*, and *Copaifera*: A response to da Cunha and colleagues. **Forest Ecology and Management**, v. 386, p. 81–83, fev. 2017.

FREE, C. M. *et al.* Management implications of long-term tree growth and mortality rates: A modeling study of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 330, p. 46–54, out. 2014.

FREITAS, J. L. *et al.* Fenologia Reprodutiva de Cinco Espécies Arbóreas em Ecossistema de Terra Firme na Amazônia Brasileira. **Biota Amazônia**. v. 5, n. 2, p. 38-44, abril 2015.

GHOLAMI, S.; SAADAT, L.; SAYAD, E. Different microhabitats have contrasting effects on the spatial distribution of tree regeneration density and diversity. **Journal of Arid Environments**, v. 148, p. 1–5, jan. 2018.

GOUVEIA, D. M. **Dinâmica e estrutura de espécies arbóreas após a exploração madeireira na floresta nacional do Tapajós**. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 2015.

GROENENDIJK, P.; BONGERS, F.; ZUIDEMA, P. A. Using tree-ring data to improve timber-yield projections for African wet tropical forest tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 400, p. 396–407, set. 2017.

GROGAN, J. *et al.* Big-leaf mahogany *Swietenia macrophylla* population dynamics and implications for sustainable management. **Journal of Applied Ecology**, v. 51, n. 3, p. 664–674, 2014.

GURGEL, E. S. *et al.* **Conhecendo espécie de plantas da Amazônia: cupiúba (*Goupia glabra* Aubl. - Goupiaceae)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 7 p (Comunicado Técnico 262).

HARTSHORN, G. S. Neotropical Forest Dynamics. **Tropical Sucession**, p. 23-30, 1980.

HIGUCHI, N. A Silvicultura no INPA. **Acta Amazonica**, v. 11, n. 1, p. 99–107, 1981.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 3–4, p. 275–288, 1994.

HIRAI, E. H.; CARVALHO, J.; PINHEIRO, K. A. O. Comportamento populacional de cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.) em floresta de terra firme na Fazenda Rio Capim, Paragominas (PA). **Revista de Ciências Agrárias**, n. 47, p. 89–101, jun. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira em geociências**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2012. 271p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Pedologia. Amapá: Mapa exploratório de solos, 2004. 1º ed. Escala: 1: 750.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Pedologia. Pará: Mapa esquemático de solos, 2008. 1º ed. Escala: 1:1.800.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. Pedologia: Mapa Exploratório de Solos. Estado do Amazonas. 2010. 1 ed. Escala: 1:1.000.000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Estação Autazes-A120 Amazonas (2008). disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: 09/11/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Estação Belém-A201 Pará (2003). disponível em: http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php. Acesso em: 09/11/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Estação Itaubal-A251 Amapá (2017). disponível em: http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php. Acesso em: 07/11/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Estação Paragominas-A212 Pará (2007). disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: 09/11/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. Estação Santarém-A250 Pará (2015). disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 07/11/2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL INPE. Programa de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia legal (PRODES) (2017). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>.

JARDIM, F. C. da S.; MORY, A. de M. Comportamento de *Goupia glabra* Aubl. (cupiúba) em diferentes níveis de desbastes por anelamento em florestas naturais. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 36, p. 55–66, 2001.

JARDIM, F. C. de S.; QUADROS, L. C. L. Estrutura de uma floresta tropical dez anos após exploração de madeira em Moju, Pará. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 427–435, ago. 2016.

JARDIM, F. C. S. *et al.* Agrupamento das espécies arbóreas de uma floresta equatorial na região de Manaus. AM. **Boletim da FCAP**. Belém, n. 2, p. 7-29, 1996.

JENNINGS, S. B. *et al.* Ecology provides a pragmatic solution to the maintenance of genetic diversity in sustainably managed tropical rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 154, n. 1, p. 1–10, nov. 2001.

JESUS, L. M. *et al.* Comportamento Espacial da *Goupia glabra* Aubl. em uma Floresta Ombrófila Densa, Amapá, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, 2014, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014. p. 215-219.

LAPOLA, D. M. *et al.* Limiting the high impacts of Amazon forest dieback with no-regrets science and policy action. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 115, n. 46, p. 11671–11679, nov. 2018.

LIMA, A. P. *et al.* Regeneration of five commercially-valuable tree species after experimental logging in an Amazonian forest. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 567–571, out. 2002.

LIRA, F. D. L. **Determinação de rendimento no processamento de madeira de sete espécies em uma serraria de médio porte no município de Itacoatiara**. 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado do Amazonas, Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara, 2017.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de novas plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. v. 2, 368 p.

LUIZE, B. G. *et al.* The tree species pool of Amazonian wetland forests: Which species can assemble in periodically waterlogged habitats? **PLOS ONE**, v. 13, n. 5, p. 1–13, maio 2018.

MARTINI, A.; ROSA, N. de A.; UHL, C. Espécies de árvores potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira na Amazônia. p. 36, 1998.

MELÉM JÚNIOR, N. J. *et al.* Análise de componentes principais para avaliação de resultados analíticos da fertilidade de solos do Amapá. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 499, set. 2008.

MENDOZA, Z. M. dos S. H. de; BORGES, P. H. de M.; PIERIN, L. C. Coeficiente de rendimento em madeira serrada de oito espécies nativas de Mato Grosso. **Nativa, Sinop**, v. 5, p. 568–573, dez. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE MMA. Bioma Amazônia: Cobertura vegetal dos biomas brasileiros, 2006. Escala: 1:5.000.000.

NASCIMENTO, R. G. M. *et al.* A growth and yield projection system for a tropical rainforest in the Central Amazon, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 327, p. 201–208, set. 2014.

NASCIMENTO, T. S.; SARAIVA, J. M. B. Variabilidade Sazonal da precipitação pluviométrica em cidades na calha do rio Solimões- AM. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E AS DINÂMICAS DE APROPRIAÇÃO DA NATUREZA*, 13, 2009, **Resumos**, Viçosa. 2009.

OLIVEIRA, A. N. de *et al.* Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p. 627–641, 2008.

OLIVEIRA, L. C. *et al.* Classificação ecológica de espécies arbóreas por meio da análise da distribuição diamétrica. **Revista ESPACIOS**, v. 38, n. 42, p. 3, set. 2017.

OLIVEIRA, M. F.; GARRASTAZU, M. C.; MATTOS, P. P. de. Potencial ambiental de ocorrência de *Goupia glabra* em Mato Grosso. *In: Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas*, 15., 2016. Colombo, PR, 2 p., 2016.

OLIVEIRA, W. L. de. **Estrutura, regras de montagem e dinâmica de florestas de terra firme, várzea e campinaranas: respostas ao gradiente ambiental e reservatório de uma hidrelétrica na Amazônia, bacia do alto Rio Madeira-RO**. 2016. 175 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília, DF, 2016.

OLIVEIRA, W. L. de. **Estrutura, regras de montagem e dinâmica de florestas de terra firme, várzea e campinaranas: respostas ao gradiente ambiental e reservatório de uma hidrelétrica na Amazônia, bacia do alto Rio Madeira-RO**. 2017, 175 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de Brasília, 2017.

PEREIRA, D. *et al.* **Fatos Florestais da Amazônia 2010**. Belém, PA: IMAZON, 2010. 124p.

PEREIRA, P. C. G. **Determinação do potencial silvicultural de espécies do gênero *Cecropia* na Flona Tapajós**. 2015, 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2015.

PIPONIOT, C. *et al.* Carbon recovery dynamics following disturbance by selective logging in Amazonian forests. **eLife**, v. 5, p. 1–19, dez. 2016.

PUTZ, F. E. *et al.* Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, n. 4, p. 296–303, ago. 2012.

PUTZ, F. E.; DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. Why Poor Logging Practices Persist in the Tropics. **Conservation Biology**, v. 14, n. 4, p. 951–956, ago. 2000.

QUESADA, C. A. *et al.* Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate. **Biogeosciences**, v. 9, n. 6, p. 2203–2246, jun. 2012.

RATNAM, W. *et al.* Genetic effects of forest management practices: Global synthesis and perspectives. **Forest Ecology and Management**, Global Forest Genetic Resources: Taking Stock. v. 333, p. 52–65, dez. 2014.

REIS, L. P. *et al.* Avaliação da dinâmica em 26 anos das 10 espécies madeireiras mais exploradas em área da floresta nacional do Tapajós-Pa. *In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC*, 62., 2010. **Anais...** Natal: UFRN, 2010a.

REIS, L. P. *et al.* Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 265-281, out. 2010b.

RIBEIRO, E. S. *et al.* Espécies florestais comercializadas pelo estado de Mato Grosso. **Biodiversidade**, v. 15, n. 2, p. 2-20, jul. 2016.

RIVETT, S. L.; BICKNELL, J. E.; DAVIES, Z. G. Effect of reduced-impact logging on seedling recruitment in a neotropical forest. **Forest Ecology and Management**, v. 367, p. 71–79, maio 2016.

ROOPSIND, A. *et al.* Quantifying uncertainty about forest recovery 32-years after selective logging in Suriname. **Forest Ecology and Management**, v. 391, p. 246–255, maio 2017.

ROZENDAAL, D. M. A.; HURTADO, V. H.; POORTER, L. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. **Functional Ecology**, v. 20, n. 2, p. 207–216, 2006.

ROZENDAAL, D. M. A.; SOLIZ-GAMBOA, C. C.; ZUIDEMA, P. A. Timber yield projections for tropical tree species: The influence of fast juvenile growth on timber volume recovery. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 12, p. 2292–2300, maio 2010.

RUSCHEL, A. R. **Dinâmica da composição florística e do crescimento de uma floresta explorada há 18 anos na Flona Tapajós**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. p.58. (Série Documentos, 341).

RUSLANDI; CROPPER, W. P.; PUTZ, F. E. Effects of silvicultural intensification on timber yields, carbon dynamics, and tree species composition in a dipterocarp forest in Kalimantan, Indonesia: An individual-tree-based model simulation. **Forest Ecology and Management**, v. 390, p. 104–118, 15 abr. 2017.

RUTISHAUSER, E. *et al.* Rapid tree carbon stock recovery in managed Amazonian forests. **Current Biology**, v. 25, n. 18, p. R787–R788, set. 2015.

SABOGAL, C. *et al.* **Diretrizes técnicas para a exploração de impacto reduzido em operações florestais de terra firme na Amazônia brasileira**. p. 51, 2009.

SABOGAL, C. *et al.* **Manejo florestal empresarial na Amazônia Brasileira**. Cifor, 2006.

SANDE, M. T. VAN DER *et al.* Old-growth Neotropical forests are shifting in species and trait composition. **Ecological Monographs**, v. 86, n. 2, p. 228–243, maio 2016.

SANTOS, A. C.; FREITAS, J. L.; SANTOS, E. S. Comportamento Fenológico de Espécies Florestais com Potencial Madeireiro em Ecossistema de Terra Firme, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Geografia e Física**, v. 11, n. 3, p. 924-933, 2018.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 4. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2014.

SANTOS, R. O. DOS *et al.* Florística e estrutura de uma comunidade arbórea na floresta estadual do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Nativa**, v. 5, p. 529–539, dez. 2017.

SCHWARTZ, G. *et al.* Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 390, p. 166–172, abr. 2017.

SCHWARTZ, G. *et al.* Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. **Forest Ecology and Management**, v. 293, p. 57–64, abr. 2013.

SCHWARTZ, G. *et al.* Profitability of silvicultural treatments in logging gaps in the brazilian amazon. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 28, n. 1, p. 68–78, 2016.

SEBBENN, A. M. *et al.* Modelling the long-term impacts of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, v. 254, n. 2, p. 335–349, jan. 2008.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of ecology**, v. 84, n. 1, p. 91–100, fev. 1996.

SHEIL, D.; VAN HEIST, M. Ecology for tropical forest management. **The International Forestry Review**, v. 2, n. 4, p. 261–270, 2000.

SILVA, A. F.; MITSUYA, M.; SILVA, R. Análise do índice pluviométrico da região de Santarém (PA). In: Reunião Anual da SBPC, 65., 2013. **Resumo simples**. Recife: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal de Pernambuco, 2013.

SILVA, A. R. da. **Composição, estrutura horizontal e espacial de 16 ha de floresta densa de terra-firme no estado do Amazonas**. 2015, 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.

SILVA, C. V. de J. **Caracterização florístico-estrutural e modelagem de biomassa na Floresta Amazônica a partir de dados alos/palsar e TERRASAR/TANDEM-X**. 2014, 155 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014

SILVA, J. N. M. *et al.* **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 68 p.

SILVA, J. N. M. *et al.* Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, Growth and yield estimation from successive forest inventories. v. 71, n. 3, p. 267–274, fev. 1995.

SILVA, J. N. M. *et al.* Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **The Commonwealth Forestry Review**, v. 75, n. 4, p. 325–329, 1996.

SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. 2 ed. Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 46 p.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. **Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA/CPATU na Amazônia Brasileira**. Belém, PA: EMBRAPA-PA, 33 p., 1989.

SILVA, J. N.; CARVALHO, J. O. P. de; LOPES, J. C. A. Um sistema silvicultural policíclico para produção sustentada de madeira na Amazônia brasileira. *In*: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1999, Belém. **Resumo expandido**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p. 180- 185.

SILVA, K. E. da *et al.* Structure of 15 hectares permanent plots of terra firme dense forest in central Amazon. **Revista Árvore**, v. 40, n. 4, p. 603–615, ago. 2016.

SILVA, R. P. da *et al.* Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 166, n. 1, p. 295–301, ago. 2002.

SILVEIRA, J. da S. **Aspectos hidroclimatológicos da bacia do Rio Jari no período de 1968 a 2012**. 2017. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), Macapá, 2014.

SIST, P. *et al.* The Tropical managed Forests Observatory: a research network addressing the future of tropical logged forests. **Applied Vegetation Science**, v. 18, n. 1, p. 171–174, jun. 2015.

SIST, P.; FERREIRA, F. N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 243, n. 2–3, p. 199–209, maio 2007.

SOUZA, C. R. DE *et al.* Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 4, p. 501–506, 2012.

SOUZA, D. R. DE *et al.* Ciclo de corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 681–689, out. 2004.

SOUZA, D. V. *et al.* Crescimento de espécies arbóreas em uma floresta natural de terra firme após a colheita de madeira e tratamentos silviculturais, no município de Paragominas, Pará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 873–883, dez. 2015.

SOUZA, M. A. S. Dinâmica e produção de uma floresta sob regime de manejo sustentável na Amazônia central. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 55-63, 2017.

SOUZA, M. S. de *et al.* Dinâmica e produção de uma floresta sob regime de manejo sustentável na Amazônia Central. **Floresta**, v. 47, n. 1, p. 55–64, 31 mar. 2017.

TER STEEGE, H. *et al.* Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. **Science**, v. 342, n. 6156, p. 1243092–1243092, out. 2013.

TONINI, H.; FERREIRA, L. M. M. **Rendimento em madeira serrada de cupiuba (*Goupia glabra*), caferana (*Erismia uncinatum*) e angelim-pedra (*Dinizia excelsa*)**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 6p. (Comunicado Técnico, 07).

VALKONEN, S. *et al.* Tree and stand recovery after heavy diameter-limit cutting in Norway spruce stands. **Forest Ecology and Management**, v. 389, p. 68–75, abr. 2017.

VIDAL, E.; WEST, T. A. P.; PUTZ, F. E. Recovery of biomass and merchantable timber volumes twenty years after conventional and reduced-impact logging in Amazonian Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 376, p. 1–8, set. 2016.

VINSON, C. C. *et al.* Impacts of selective logging on inbreeding and gene flow in two Amazonian timber species with contrasting ecological and reproductive characteristics. **Molecular Ecology**, v. 24, n. 1, p. 38–53, jan. 2015.

VINSON, C. C. *et al.* Long-term impacts of selective logging on two Amazonian tree species with contrasting ecological and reproductive characteristics: inferences from Eco-gene model simulations. **Heredity**, v. 115, n. 2, p. 130–139, ago. 2014.

WEST, T. A. P.; VIDAL, E.; PUTZ, F. E. Forest biomass recovery after conventional and reduced-impact logging in Amazonian Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 314, n. 15, p. 59-63, 2014.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – DENSIDADE ARBÓREA E ÁREA BASAL DE *G. glabra* PARA AS
ÁRVORES COM DAP ≥ 20 cm, DAP ≥ 50 cm E DAP DE 20 A 49,9 cm, NA
SEQUÊNCIA TEMPORAL DE MONITORAMENTO NAS ÁREAS (I) AP-JARI, (II)
PA-FN TAPAJÓS, (III) PA-MOJU, (IV) PA-CIKEL, (V) AM-MIL 1 E (VI) AM-MIL 2.**

(I) AP-Jari

Parâmetros	Classes de DAP (cm)	1984	1986	1988	1990	1994	1996	2004	2011
Densidade (arv.ha ⁻¹)	DAP ≥ 20	5,50	3,86	3,78	3,75	3,61	3,56	3,64	3,58
	≥ 50	3,78	2,31	2,36	2,31	2,25	2,25	2,31	2,36
	20 a 49,9	1,72	1,56	1,42	1,44	1,36	1,31	1,33	1,22
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	DAP ≥ 20	1,819	1,068	1,072	1,070	1,052	1,057	1,097	1,088
	≥ 50	1,617	0,893	0,914	0,905	0,897	0,903	0,944	0,959
	20 a 49,9	0,201	0,175	0,158	0,165	0,155	0,154	0,153	0,129

(II) PA-FN Tapajós

Parâmetros	Classes de DAP (cm)	1981	1983	1987	1989	1995	2003	2008	2012
Densidade (arv.ha ⁻¹)	DAP ≥ 20	1,08	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	≥ 50	0,67	0,00	0,08	0,08	0,08	0,17	0,17	0,17
	20 a 49,9	0,42	0,33	0,25	0,25	0,25	0,17	0,17	0,17
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	DAP ≥ 20	0,376	0,030	0,036	0,040	0,049	0,058	0,066	0,071
	≥ 50	0,334	0,000	0,018	0,020	0,025	0,045	0,051	0,055
	20 a 49,9	0,043	0,030	0,018	0,020	0,024	0,013	0,015	0,017

(III) PA-Moju

Parâmetros	Classes de DAP (cm)	1995	1998	2004	2010	2015
Densidade (arv.ha ⁻¹)	≥ 20	0,82	0,73	0,73	0,82	0,64
	≥ 50	0,55	0,45	0,45	0,45	0,18
	20 a 49,9	0,27	0,27	0,27	0,36	0,45
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	≥ 20	0,343	0,300	0,306	0,337	0,148
	≥ 50	0,322	0,277	0,279	0,279	0,119
	20 a 49,9	0,021	0,023	0,027	0,036	0,029

(III) PA-Cikel

Parâmetros	Classes de DAP (cm)	2003	2004	2005	2007	2008	2011	2018
Densidade (arv.ha ⁻¹)	≥ 20	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,83	1,83
	≥ 50	0,83	0,83	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00
	20 a 49,9	0,83	0,83	0,83	0,67	0,67	0,83	0,83
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	≥ 20	0,538	0,546	0,550	0,561	0,567	0,583	0,620
	≥ 50	0,471	0,478	0,481	0,521	0,525	0,534	0,561
	20 a 49,9	0,067	0,068	0,069	0,039	0,042	0,049	0,059

(V) AM-Mil 1

Parâmetros	Classes de DAP (cm)	1996	1998	2001	2014
Densidade (arv.ha ⁻¹)	≥ 20	1,93	1,64	1,50	1,36
	≥ 50	1,21	1,00	1,00	0,71
	20 a 49,9	0,71	0,64	0,50	0,64
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	≥ 20	0,573	0,454	0,438	0,344
	≥ 50	0,499	0,393	0,392	0,285
	20 a 49,9	0,074	0,062	0,046	0,060

(VI) AM-Mil

Parâmetros	Classes de DAP (cm)	1997	2001	2014
Densidade (arv.ha ⁻¹)	≥ 20	1,54	1,54	1,62
	≥ 50	0,54	0,54	0,46
	20 a 49,9	1,00	1,00	1,15
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	≥ 20	0,309	0,317	0,246
	≥ 50	0,224	0,226	0,182
	20 a 49,9	0,084	0,091	0,064

**APÊNDICE B – INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO E ANÁLISE
DE VARIÂNCIA DO IPA_d DE *G. glabra* PARA AS ÁRVORES COM DAP ≥ 20 cm,
DAP DE 20 A 49,9 cm, DAP ≥ 50 cm**

(I) PA-Jari

Período	Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _{db} /cm.ano ⁻¹)		
	IPA _d árvores com DAP ≥ 20 cm	IPA _d árvores com DAP de 20 a 49,9 cm	IPA _d árvores com DAP ≥ 50 cm
1984-1986	0,19 ± 0,27b	0,23 ± 0,33bB	0,16 ± 0,23bB
1986-1988	0,24 ± 0,27ab	0,31 ± 0,30abA	0,19 ± 0,23abB
1988-1990	0,33 ± 0,30a	0,38 ± 0,26abB	0,29 ± 0,31aB
1990-1994	0,27 ± 0,25ab	0,34 ± 0,27abA	0,22 ± 0,22abB
1994-1996	0,28 ± 0,35ab	0,35 ± 0,28abA	0,25 ± 0,38abB
1996-2004	0,25 ± 0,24ab	0,36 ± 0,28abA	0,19 ± 0,19abB
2004-2011	0,28 ± 0,27ab	0,40 ± 0,27aA	0,21 ± 0,25abB

Médias seguidas por letras minúsculas e/ou maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey (P < 0,05). As letras minúsculas na horizontal (a, b) e maiúscula na vertical (A, B), pertencem ao mesmo grupo. ± Desvio padrão das médias do IPA_d.

Análise de variância (Períodos)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período	6	1.456.083	0.242681	3.078	0.0055
Erro	897	70.731.403	0.078853		
Total corrigido	903	72.187.486			
CV (%)	107.08				
Média geral	0.2622345		Número de observações: 904		

Análise de variância (Períodos*Classe)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período*classe	6	0.463642	0.077274	0.966	0.4468
erro	897	71.723.844	0.079960		
Total corrigido	903	72.187.486			
CV (%)	107.83				
Média geral	0.2622345		Número de observações: 904		

Análise de variância (classes de DAP)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAP < 50 cm	6	0.994299	0.165716	2.073	0.0541
DAP ≥ 50 cm	6	0.925427	0.154238	1.929	0.0734
Erro	897	71.723.844	0.079960		

(II) PA-FN Tapajós

Período	Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _{db} /cm.ano ⁻¹)		
	IPA _d árvores com DAP > 20 cm	IPA _d árvores com DAP de 20 a 49,9 cm	IPA _d árvores com DAP ≥ 50 cm

1981-1983	0,77 ± 0,52b	0,77 ± 0,52bB	-
1983-1987	0,93 ± 0,55b	0,93 ± 0,55bB	-
1987-1989	0,74 ± 0,48b	0,63 ± 0,51bB	1,08 ± 0,0bB
1989-1995	0,62 ± 0,33b	0,50 ± 0,29bB	0,98 ± 0,0bB
1995-2003	0,51 ± 0,18b	0,55 ± 0,20bB	0,41 ± 0,0bB
2003-2008	0,53 ± 0,26b	0,41 ± 0,15bB	0,66 ± 0,28bB
2008-2012	0,56 ± 0,27b	0,51 ± 0,26bB	0,61 ± 0,0bB

Médias seguidas por letras minúsculas e/ou maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey ($P < 0,05$). As letras minúsculas na horizontal (a, b) e maiúscula na vertical (A, B), pertencem ao mesmo grupo. $\pm$ Desvio padrão das médias do IPA_d.

Análise de variância (Períodos)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período	6	0.550236	0.091706	0.442	0.8425
erro	21	4.359.575	0.207599		
Total corrigido	27	4.909.811			
CV (%)	68.33				
Média geral	0.6667857		Número de observações: 28		

Análise de variância (Período*Classe)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período*classe	2	0.236551	0.118275	0.633	0.5394
erro	25	4.673.260	0.186930		
Total corrigido	27	4.909.811			
CV (%)	64.84				
Média geral	0.6667857		Número de observações: 28		

Análise de variância (classe de DAP)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAP < 50 cm	6	0.616629	0.102771	0.550	0.7654
DAP ≥ 50 cm	4	0.324571	0.081143	0.434	0.7827
Erro	25	4.673.260	0.186930		

(III) PA-Moju

Período	Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _{db} /cm.ano ⁻¹)		
	IPA _d árvores com DAP > 20 cm	IPA _d árvores com DAP de 20 a 49,9 cm	IPA _d árvores com DAP ≥ 50 cm
1995-1998	0,50 ± 0,32b	0,43 ± 0,33bB	0,54 ± 0,30bB
1998-2004	0,22 ± 0,32b	0,48 ± 0,18bB	0,06 ± 0,28bB
2004-2010	0,62 ± 0,75b	0,55 ± 0,50bB	0,66 ± 0,86bB
2010-2015	0,55 ± 0,32b	0,39 ± 0,29bB	0,78 ± 0,19bB

Médias seguidas por letras minúsculas e/ou maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey (P < 0,05). As letras minúsculas na horizontal (a, b) e maiúscula na vertical (A, B), pertencem ao mesmo grupo. ± Desvio padrão das médias do IPA_d.

Análise de variância (Períodos)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período	3	0.742242	0.247414	0.943	0.4346
erro	25	6.556.337	0.262253		
Total corrigido	28	7.298.579			
CV (%)	110.66				
Média geral	0.4627586		Número de observações: 29		

Análise de variância (Período*Classe)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período*classe	3	0.554567	0.184856	0.685	0.5695
erro	25	6.744.012	0.269760		
Total corrigido	28	7.298.579			
CV (%)	112.24				
Média geral	0.4627586		Número de observações: 29		

Análise de variância (classe de DAP)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAP < 50 cm	3	0.044692	0.014897	0.055	0.9827
DAP ≥ 50 cm	3	1.252.117	0.417372	1.547	0.2270
Erro	25	6.744.012	0.269760		

(IV) PA-Cikel

Período	Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _{db} /cm.ano ⁻¹)		
	IPA _d árvores com DAP > 20 cm	IPA _d árvores com DAP de 20 a 49,9 cm	IPA _d árvores com DAP ≥ 50 cm
2003-2004	0,72 ± 0,93b	0,45 ± 0,32bB	0,99 ± 0,92 bB
2004-2005	0,24 ± 0,20b	0,25 ± 0,12bB	0,23 ± 0,21bB
2005-2007	0,46 ± 0,39b	0,49 ± 0,36bB	0,43 ± 0,41bB
2007-2008	0,50 ± 0,94b	0,73 ± 0,65bB	0,35 ± 1,07bB
2008-2011	0,28 ± 0,24b	0,24 ± 0,18bB	0,30 ± 0,35bB
2011-2018	0,36 ± 0,31b	0,40 ± 0,32bB	0,32 ± 0,30bB

Médias seguidas por letras minúsculas e/ou maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey (P < 0,05). As letras minúsculas na horizontal (a, b) e maiúscula na vertical (A, B), pertencem ao mesmo grupo. ± Desvio padrão das médias do IPA_d.

Análise de variância (Períodos)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período	5	1.557.000	0.311400	0.805	0.5513
erro	55	21.286.115	0.387020		
Total corrigido	60	22.843.115			
CV (%)	146.52				
Média geral	0.4245902		Número de observações: 61		

Análise de variância (Período*Classe)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período*classe	5	1.125.750	0.225150	0.570	0.7224
erro	55	21.717.365	0.394861		
Total corrigido	60	22.843.115			
CV (%)	148.00				
Média geral	0.4245902		Número de observações: 61		

Análise de variância (classe de DAP)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAP < 50 cm	5	0.669990	0.133998	0.339	0.8868
DAP ≥ 50 cm	5	2.012.760	0.402552	1.019	0.4152
Erro	55	21.717.365	0.394861		

(V) AM-Mil 1

Período	Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _{db} /cm.ano ⁻¹)		
	IPA _d árvores com DAP > 20 cm	IPA _d árvores com DAP de 20 a 49,9 cm	IPA _d árvores com DAP ≥ 50 cm
1996-1998	0,28 ± 0,61b	0,46 ± 0,81bA	0,12 ± 0,28bB
1998-2001	0,31 ± 0,23b	0,43 ± 0,14bB	0,23 ± 0,24bB
2001-2014	0,35 ± 0,22b	0,28 ± 0,21bB	0,36 ± 0,24bB

Médias seguidas por letras minúsculas e/ou maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey (P < 0,05). As letras minúsculas na horizontal (a, b) e maiúscula na vertical (A, B), pertencem ao mesmo grupo. ± Desvio padrão das médias do IPA_d.

Análise de variância (Períodos)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
PERÍODO	2	0.046256	0.023128	0.129	0.8796
erro	55	9.891.082	0.179838		
Total corrigido	57	9.937.338			
CV (%)	137.26				
Média geral	0.3089655		Número de observações: 58		

Análise de variância (Período*Classe)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período*classe	2	0.490966	0.245483	1.429	0.2482
erro	55	9.446.372	0.171752		
Total corrigido	57	9.937.338			
CV (%)	134.13				
Média geral	0.3089655		Número de observações 58		

Análise de variância (classe de DAP)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAP < 50 cm	2	0.143003	0.071502	0.416	0.6615
DAP ≥ 50 cm	2	0.394218	0.197109	1.148	0.3249
Erro	55	9.446.372	0.171752		

(VI) AM-Mil 2

Período	Incremento Periódico Anual em diâmetro (IPA _{db} /cm.ano ⁻¹)		
	IPA _d árvores com DAP > 20 cm	IPA _d árvores com DAP de 20 a 49,9 cm	IPA _d árvores com DAP ≥ 50 cm
1997-2001	0,24 ± 0,21b	0,33 ± 0,21bA	0,08 ± 0,07bB
2001-2015	0,44 ± 0,23a	0,52 ± 0,19 aA	0,20 ± 0,15bB

Médias seguidas por letras minúsculas e/ou maiúsculas diferentes indicam variação significativa dos tratamentos para cada parâmetro avaliado, segundo teste de Tukey (P < 0,05). As letras minúsculas na horizontal (a, b) e maiúscula na vertical (A, B), pertencem ao mesmo grupo. ± Desvio padrão das médias do IPA_d.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Período*classe	1	-82.903.451	-8,29e+06	-1.283	0.9975
erro	34	2.197.726	0.064639		
Total corrigido	35	2.114.822			
CV (%)	76.53				
Média geral	0.3322222		Número de observações: 36		

Análise de variância (Períodos)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
PERÍODO	1	0.354223	0.354223	6.841	0.0132
erro	34	1.760.599	0.051782		
Total corrigido	35	2.114.822			
CV(%)	68.50				
Média geral	0.3322222		Número de observações: 36		

Análise de variância (Período*Classe)

Análise de variância (classe de DAP)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DAP < 50 cm	1	0.239308	0.239308	3.702	0.0627
DAP ≥ 50 cm	1	0.032012	0.032012	0.495	0.4864
Erro	34	2.197.726	0.064639		

APÊNDICE C – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *G. glabra*, EM NÚMERO ABSOLUTO DE ÁRVORES, NO ANO DE MONITORAMENTO PÓS-COLHEITA, NAS ÁREAS EXPERIMENTAIS DA (I) AP-JARI, (II) PA-FN TAPAJÓS, (III) PA-MOJU, (IV) PA-CIKEL, (V) AM-MIL 1 E (VI) AM-MIL 2.

Área experimental	Classes de tamanho de DAP (cm)								
	20 – 30	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	70 – 80	80 – 90	90 – 100	≥ 100
(I) AP-Jari,	16	17	26	25	19	25	11	6	1
(II) PA-FN Tapajós	2	1	1	1	0	0	0	0	0
(III) PA-Moju	0	3	0	1	1	0	0	1	6
(IV) PA-Cikel	3	1	1	1	0	1	1	1	0
(V) AM-Mil 1	4	2	3	5	5	0	2	1	1
(VI) AM-Mil 2	6	2	4	2	1	0	0	0	1