



**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**  
**Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal**  
**Felipe de Souza Oliveira**

**AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE UM POVOAMENTO FLORESTAL  
AMAZÔNICO ANTROPIZADO E ENRIQUECIDO COM ESPÉCIES NATIVAS**

**Diamantina - MG**  
**2022**

Felipe de Souza Oliveira

**Avaliação do crescimento de um povoamento florestal amazônico antropizado e enriquecido com espécies nativas**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. Gilciano Saraiva Nogueira.

**Diamantina – MG  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus. Toda honra seja dada ao senhor dos exércitos.

Sou grato a minha família por está comigo em todos os momentos, acreditando no meu trabalho:

A minha esposa Amanda Silva Teixeira.

A meu filho Felipe Gabriel Silva Oliveira.

A minha mãe Sandra do Socorro de Souza Oliveira.

A meu padrasto Genivaldo Magalhães de Almeida.

Sou grato ao Grupo Arboris por disponibilizar os dados para o estudo. Em especial para Sabrina Benmuyal pelo empenho em desenvolver a pesquisa.

Sou grato a UFVJM e seus profissionais do programa de pós em ciências florestais que contribuíram com minha formação em mestre. Em especial para meu orientador Dr. Gilciano Saraiva Nogueira.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES).

## RESUMO

O estudo ocorreu na propriedade Shet em Dom Eliseu - PA, que possui uma floresta antropizada devido a exploração ilegal até o início dos anos 90, posteriormente com a legalização, ocorreu a primeira colheita via manejo em 1993/1994 e início de enriquecimento florestal com Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), e um segundo ciclo de colheita novamente 18 anos depois em 2013 e 2014. Diante deste histórico, a pesquisa busca investigar o crescimento e a produção de um povoamento florestal amazônico antropizado e enriquecido com espécie nativa após a segunda colheita florestal da área. Foi utilizado métodos de modelagem (Cadeia de Markov e IPAv) para projetar a distribuição diamétrica e a produção volumétrica após uma colheita via manejo de 29,99 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Conforme a projeção estimada foi analisada a distribuição diamétrica e a recuperação de volume após a colheita visando adequar um ciclo de corte compatível com o crescimento da floresta. Para a recuperação de volume aplicou-se os conceitos da Resolução n° 406/2009 (Conama) que define o tempo de recuperação do volume colhido como Ciclo de Corte - CC para o manejo. O CC foi avaliado segundo 2 cenários de manejo, no Cenário I (Manejo conforme é aplicado pela legislação) e o Cenário II (Técnica inovadora que utiliza critérios racionais para colheita). Como resultado, considera que a floresta não teve impacto considerável na estrutura diamétrica, mantendo-se uma distribuição em forma de “j” invertido por todo o período projetado. No Cenário de Manejo I, entende-se que um ciclo de corte de 24 a 27 anos para uma colheita de 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> é adequado ao crescimento atual da floresta. Enquanto que no Cenário de Manejo II, entende-se que um ciclo de corte de 13 anos para uma colheita de 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> é adequado ao crescimento atual da floresta.

**Palavras-chave:** Manejo Florestal. Cadeia de Markov. Enriquecimento.

## ABSTRACT

The study took place on the Shet property in Dom Eliseu - PA, which has an anthropized forest due to illegal logging until the early 90s, later with legalization, the first harvest took place via management in 1993/1994 and the beginning of forest enrichment with Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), and a second harvest cycle again 18 years later in 2013 and 2014. Given this background, the research seeks to investigate the growth and production of an Amazonian forest stand enriched and anthropized with native species after the second forest harvest in the area. Modeling methods (Markov Chain and IPAv) were used to project the diametric distribution and volumetric production after a harvest via management of 29.99 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. According to the intended projection, the compatible diametric distribution and volume recovery after harvesting were aimed at adapting a cutting cycle compatible with the growth of the forest. For volume recovery, maintaining an inverted “j”-shaped distribution throughout the projected period. In Management Scenario I, it is understood that a cutting cycle of 24 to 27 years for a harvest of 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> is adequate for the current growth of the forest. While in Management Scenario II, it is understood that a 13-year cutting cycle for a harvest of 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> is adequate for the current growth of the forest.

**Keywords:** Forest Management. Markov chain. Enrichment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b> Estrutura diamétrica em “j” invertido.....	17
<b>Figura 2 -</b> Área de manejo dividida em UPAs - Unidade de Produção Anual, considerando uma intensidade de corte de $25,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ e a taxa de crescimento de $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .....	19
<b>Figura 3-</b> Localização das 50 parcelas permanentes na Fazenda Shet em Dom Eliseu, Pará .	27
<b>Figura 4 -</b> Fotos ilustrativas da árvores, semente, mudas, plantio, madeira e compensados de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby. ....	29
<b>Figura 5 -</b> Desenho esquemático de uma parcela permanente de 0,25 ha (50 x 50 m) .....	30
<b>Figura 6 -</b> Registros fotográficos de procedimento de medição de árvores nas parcelas permanentes.....	31
<b>Figura 7-</b> Distribuição diamétrica ( $N^\circ$ de árvores. $\text{ha}^{-1}$ ) observada antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032, 2037 e 2043 .....	41
<b>Figura 8 –</b> Gráfico de volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037.....	44
<b>Figura 9 -</b> Gráfico de balanço em volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) por classe diamétrica para os anos de 2012 para 2014, de 2014 para 2020, de 2020 para 2026, de 2026 para 2027 e de 2032 para 2037 .	45
<b>Figura 10 –</b> Gráfico de volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP) em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037.....	46
<b>Figura 11 –</b> Gráfico de volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP) em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037.....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Ciclo de corte de acordo com a Resolução Conama nº 406/2009.....	19
<b>Tabela 2</b> - Critérios de manejo empregados pela empresa ARBORIS para florestas antropizadas.....	35
<b>Tabela 3</b> – Lista das 5 principais espécies e Quantificação do volume de madeira nativa autorizada no Plano Operacional Anual – POA .....	38
<b>Tabela 4</b> - Matriz de transição G (probabilidade passo $n = 1$ ) obtida no intervalo de 2014 para 2020 .....	40
<b>Tabela 5</b> - Distribuição diamétrica ((N° de árvores.ha <sup>-1</sup> ) observada antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado para os anos de 2026, 2032, 2037 e 2043 .....	41
<b>Tabela 6</b> - Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037 .....	43
<b>Tabela 7</b> - Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP) em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037 .....	46
<b>Tabela 8</b> - Volume por hectare (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) observado antes da colheita, em 2012 (OBSANTES), e após a colheita (OBSAPÓS), em 2014 e 2020, e projetado para os anos de 2026, 2032 e 2037 .....	48
<b>Tabela 9</b> - Relação intensidade de corte e ciclo de corte conforme a Resolução Conama nº 406/2009 - Cenário de Manejo I.....	50
<b>Tabela 10</b> - Relação intensidade de corte e ciclo de corte conforme a Resolução Conama nº 406/2009 - Cenário de Manejo II .....	52

## **LISTA DE SIGLAS**

AUTEF - Autorização de Exploração Florestal

CC – Ciclo de Corte

CD – Centro de Classe Diamétrica

DAP – Diâmetro a Altura do Peito

DMC – Diâmetro Mínimo de Corte

FDP - Função Densidade de Probabilidade

IAN – Instituto Agrônomo do Norte

IC – Intensidade de Corte

IFC – Inventário Florestal Contínuo

IP – Incremento Periódico

IPA – Incremento Periódico Anual

MFS – Manejo Florestal Sustentável

PMFS – Plano de Manejo Florestal Sustentável

POA – Plano Operativo Anual

PP – Parcela Permanente

UPA – Unidade de Produção Anual

UT – Unidade de Trabalho

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2. <b>OBJETIVO</b> .....	14
2.1. Geral.....	14
2.2. Específicos .....	14
3. <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
3.1. Manejo florestal .....	15
3.1.1. Contextos sobre manejo florestal na Amazônia .....	15
3.1.2. Técnicas manejo florestal sustentável .....	17
3.1.3. Tratamentos silviculturais.....	20
3.2. Modelagem de crescimento e produção.....	21
3.2.1. Definições básicas .....	21
3.2.2. Prognose de crescimento e produção.....	22
3.2.3. Cadeia de Markov.....	23
3.2.4. Incremento Periódico.....	26
4. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
4.1. Área de estudo.....	27
4.1.1. Caracterização da área de estudo.....	27
4.1.2. Histórico da área de manejo .....	28
4.1.3. Monitoramento da floresta.....	29
4.2. Modelagem para prognose florestal.....	31
4.2.1. Matriz de transição .....	31
4.2.2. Avaliação da matriz de transição.....	33
4.2.3. Prognose do volume comercial e ciclo de corte .....	34
4.2.4. Incremento Periódico Anual em volume – IPA.....	36
5. <b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	37
5.1. Resumo da colheita em 2013 e 2014 e composição florística .....	37

5.2.	Descrição e validação da matriz de probabilidade de transição.....	39
5.3.	Prognose da distribuição diamétrica .....	40
5.4.	Prognose do volume comercial.....	43
5.5.	Prognose do ciclo de corte usando Cadeia de Markov .....	45
5.5.1.	Cenário de manejo I.....	45
5.5.2.	Cenário de manejo II .....	47
5.6.	Prognose do ciclo de corte usando Incremento Periódico Anual - IPA.....	50
5.6.1.	Cenário de manejo I.....	50
5.6.2.	Cenário de manejo II .....	51
6.	<b>CONCLUSÃO</b> .....	53
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	54
	<b>ANEXO</b> .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica é fundamental para o equilíbrio ambiental do planeta e fonte importante de recursos naturais para o desenvolvimento do Brasil, em especial da região amazônica. Entre os recursos extraídos da floresta, a madeira é o principal produto no cenário histórico de utilização, e a forma racional de obter este recurso é por meio do Manejo Florestal Sustentável - MFS.

Para que o manejo conserve a floresta é aplicada técnicas que são pré-definidas nas legislações brasileiras. Essas técnicas visam a colheita de árvores de alto valor de mercado e que possuem diâmetros a altura do peito igual ou acima de 50 cm, além disso, as áreas de pós-colheitas só podem ser trabalhadas novamente após um período de tempo de 25 a 35 anos, denominado ciclo de corte, fundamental para o crescimento e recuperação produção madeireira da floresta (BRASIL, 2009).

No entanto, verifica-se na prática que o crescimento médio da floresta determinada de forma genérica na legislação, não está adequado a dinâmica de uma floresta que foi intensamente impactada por ação antrópicas, principalmente com colheitas intensivas de forma ilegal e não planejada. As colheitas sem planejamento impactam a formação florestal de forma que resulta uma área florestal residual denominada de floresta degradada ou antropizada que possui baixo potencial de utilização comercial de forma convencional.

Em uma floresta considerada degradada toda ou quase toda madeira nobre de árvores de grande porte e com alto valor no mercado foram retiradas (FERREIRA *et al.*, 2015; SIVIERO *et al.*, 2020). O processo natural de recuperação dessas florestas, é por meio da sucessão florestal, não sendo suficiente para retomada da produção de madeira nobre de grande porte e de alto valor no mercado, pois essas espécies madeireiras demoram séculos para sua recuperação devido seu baixo crescimento anual.

Novas alternativas têm surgido para uso deste tipo de formação florestal, visando o uso de produtos madeireiros de árvores de pequeno porte. Se o valor agregado desses produtos for baixo, o manejo florestal torna-se inviável e, com isso, as florestas degradadas ficam suscetíveis ao desmatamento ilegal e às alterações do uso de solo, transformando uma área florestal em uma área para outros fins como, por exemplo, agricultura e pastagem.

Uma alternativa para agregar valor a uma floresta degradada é o enriquecimento florestal com espécies nativas e de rápido crescimento e a colheita de árvores considerando a manutenção ou promoção da estrutura diamétrica de uma floresta inequiana, o que permite a recuperação da área basal da floresta e a colheita de árvores de pequeno porte com valor

economicamente viável, de árvores danificadas ou doentes que possuem fustes de interesse comercial e de árvores de grande porte com alto valor agregado.

Existem poucos trabalhos divulgados na literatura pertinente sobre estudos de crescimento e produção de povoamentos florestais amazônicos degradadas e enriquecidas com espécies nativas de rápido crescimento. No entanto, estes estudos são muito importantes para o planejamento da programação das atividades de tratamentos silviculturais e de colheita florestal, isto é, na definição de quando, quanto, como e onde colher.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Geral**

Investigar o crescimento e a produção de um povoamento florestal amazônico antropizado e enriquecido com espécie nativa após uma colheita florestal.

### **2.2. Específicos**

- Avaliar o impacto de uma colheita florestal na da distribuição diamétrica da floresta e na produção volumétrica de indivíduos comerciais;
- Estimar o tempo de recuperação do volume por hectare para um grupo de árvores comerciais após a colheita florestal;
- Estimar o ciclo de corte para um grupo de árvores comerciais, empregando-se o incremento periódico anual em volume.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. Manejo florestal**

##### **3.1.1. Contextos sobre manejo florestal na Amazônia**

A Amazônia é a maior floresta tropical do planeta, localizada na América do Sul, que abrange 9 países: Brasil, Peru, Venezuela, Colômbia, Bolívia, Guiana, Suriname, Equador e Guiana Francesa (PANAMAZÔNIA II, 2022). É o maior bioma do Brasil, conhecido como Amazônia Legal, possuindo uma área de 5.015.067,75 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020), localizada nos Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão (BRASIL, 2012). A Amazônia Legal foi instituída com o objetivo de definir a delimitação geográfica da região política captadora de incentivos fiscais com vistas à promoção de seu desenvolvimento regional (IBGE, 2014).

Este bioma brasileiro ocorre em terras baixas e em locais de elevada pluviosidade (RIBEIRO *et al.*, 1999). Possui vastas riquezas naturais enumeráveis, em relação a flora, crescem 2.500 espécies de árvores na região (ou um-terço de toda a madeira tropical do mundo) e 30 mil espécies de plantas das 100 mil da América do Sul (MMA, 2022). Apesar de sua tipologia ser predominante de floresta tropical de terra firme, também possui floresta de várzea, floresta de igapó, campos naturais, campinas de areia (restingas e manguezal) (IBF, 1998; LISBOA *et al.*, 1991).

Higuchi *et al.* (2004) destaca que os principais serviços associados às florestas são: à manutenção de várias outras formas de vida, a grande biodiversidade, responsável pela exuberância, sustentação e produção, manutenção e equilíbrio climático (regulação de cheias e enchentes, controle da erosão do solo), potencial madeireiro e não madeireiro incalculável, fauna e flora exuberantes, valores estéticos e oportunidades turísticas e mais.

Além da questão ambiental, a floresta é fonte de renda, pois possui um potencial de produtos comerciais que são extraídos por grandes e pequenos produtores. Há um destaque para produção madeireira, uma vez que o Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de madeira nativa do mundo (ITTO, 2017), sendo que a Amazônia representa 90% da produção nacional, concentrada nos estados do Mato Grosso, Pará e Rondônia (IBGE, 2019). A extração de madeira estimula a economia de mais de um terço dos municípios amazônicos, desde trabalhadores da floresta até a indústria de transformação (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014). Há estimativas de estoque de madeira comercial na Amazônia legal de 4,5 bilhões de m<sup>3</sup> para Merry

et al. (2009), e 3,1 e 5,8 bilhões de m<sup>3</sup> para Richardson e Peres (2016), que reforça um potencial econômico da floresta para fins madeireiros.

Diante deste cenário, é notório que a conservação da floresta deve ser conciliada com desenvolvimento econômico. A forma de obter o recurso madeireiro e manter essa relação sustentável (conservação e economia) é por meio de Manejo Florestal Sustentável - MFS, pois se trata de colheita planejada, garantindo sua sustentabilidade, ou seja, sem comprometer as funções que elas têm, pensando também futuras gerações (SABOGAL *et al.*, 2006). O MFS é uma atividade econômica de uso sustentável da floresta, não havendo desmatamento da área, sendo apenas colhidas as árvores já adultas, garantida a perpetuação das espécies manejadas, garantindo-se a sua renovação, para nova colheita futura, em ciclos sucessivos (CIPEM, 2021).

Como forma de garantir o uso da floresta via MFS, dentro de normas previstas em um arcabouço legal, o governo brasileiro em um primeiro momento regulamentou Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 por meio do Decreto nº 1.282, de 19 de outubro de 1995 (BRASIL, 1995), onde a mesma traz critério para uso deste recurso somente mediante MFS, que deverá obedecer aos princípios de conservação dos recursos naturais, de preservação da estrutura da floresta e de suas funções, de manutenção da diversidade biológica, de desenvolvimento socioeconômico da região e aos demais fundamentos técnicos estabelecidos neste Decreto. Apesar de revogada, a regulamentação supracitada foi um importante avanço no uso racional do recurso madeireiro. Atualmente o manejo florestal está regulamentado como regime legal para a extração de madeira de florestas amazônicas por meio do Decreto nº 5.975 de 2006 (Brasil) Instruções Normativas nº 04 e nº 05 de 2006 (MMA) e Resolução nº 406 de 2009 (Conama).

O manejo florestal pode ser executado nas áreas de reserva legal (na Amazônia é 80% da propriedade) em propriedades privadas (BRASIL, 2012), e também florestas públicas Nacionais, Estaduais e Municipais por meio da Lei de Gestão de Florestas Públicas nº 11.248 de março de 2006 (BRASIL, 2006) o que aumentou a área com possibilidade de ser manejada e gerou novas perspectivas para o avanço do setor florestal brasileiro na Amazônia.

Mas apesar da possibilidade de uso da floresta para obtenção de madeira via manejo, ainda há um elevado nível de informalidade no setor florestal (ANGELO *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2010). A colheita ilegal com uso inadequado da técnica de manejo e sem controle dos órgãos fiscalizadores, é um importante catalisador da devastação das florestas amazônicas, com a posterior conversão da área de floresta em outros usos do solo, frequentemente a abertura de pastagens (WWF Brasil; IMAFLORA, 2017). Para garantir a produção de madeira nativa contínua capaz de atender as demandas dos mercados interno e

externo, as atividades informais precisam ser substituídas por fontes formais de emprego e renda (PEREIRA *et al.*, 2010).

### 3.1.2. Técnicas manejo florestal sustentável

Uma das bases importantes no manejo é a estrutura diamétrica da floresta, caracterizada como uma distribuição em ‘j’ invertido ou exponencial negativa (Figura 1), concentra uma quantidade maior de indivíduos nas classes diamétricas menores (LIMA; LEÃO, 2013). Assim como o MFS aplicado apenas a colheita de espécies com diâmetros maiores, sempre haverá um estoque nas classes menores muito mais numerosos para repor a colheita, e garantindo que as árvores cresçam até o diâmetro mínimo para colheita em um próximo corte (SILVA, 2016; UNEP, 2012). Como o MFS é realizado retirando apenas algumas árvores com diâmetro maiores e repetido após um tempo de crescimento da floresta, fica caracterizado como sistema silvicultural de corte seletivo e policíclico (SILVA *et al.*, 1999).

**Figura 1-** Estrutura diamétrica em “j” invertido



Fonte: CIPEM (2021) - Adaptado.

O Manejo Florestal Sustentável - MFS é executado conforme planejamento prévio definido em Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS, com o objetivo de reduzir ao máximo o distúrbio na floresta devido a colheita e garantir o estoque remanescente, sendo de acordo com Sabogal *et al.* (2006) esse planejamento pode ser estruturado em um macroplanejamento em três etapas: 1º - pré-exploratórias (delimitação de área de corte; inventário 100%; corte de cipós; planejamento da exploração e sistema de monitoramento), 2º - exploratória (corte direcionado da árvore; arraste das toras, movimentação das toras no pátio de estocagem; transporte das toras e manutenção das estradas) e 3º - pós-exploratórias

(manutenção das trilhas; avaliação das atividades exploratórias e medidas de proteção das florestas). Esta visão macro do MFS auxilia na tomada de decisão e também na compreensão do manejo em florestas naturais da Amazônia.

Para garantir o fornecimento contínuo de madeira, é necessário que a execução do manejo atenda alguns parâmetros técnicos definidos na Resolução Conama nº 406 de 02 de fevereiro de 2009. Nesta revisão foram abordados três parâmetros técnicos que são fundamentais para o uso sustentável do recurso madeireiro da floresta. Os parâmetros técnicos são: Diâmetros Mínimo de Corte - DMC, intensidade de corte - IC e ciclos de corte - CC, conforme conceituado abaixo.

- a. Diâmetros mínimo de corte - DMC: é o diâmetro mínimo de corte de uma árvore a partir do qual é permitido seu corte em um PMFS. O DMC em florestas da Amazônia é de 50 cm, medido na altura do DAP (diâmetro a altura do peito ou diâmetro medido a 1,30 m do solo). Árvores com diâmetros menores que o DMC e árvores que não foram colhidas e possuem diâmetros maiores que o DMC, fazem parte do estoque para segunda colheita.
- b. Intensidade de corte - IC: é o volume comercial das árvores colhidas, estimado por meio de equações volumétricas previstas no PMFS e com base nos dados do inventário florestal a 100%, expresso em metros cúbicos por unidade de área ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) de efetiva exploração florestal. De acordo com a legislação, o volume máximo permitido é de  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para PMFS que prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras e  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  para o PMFS que não utiliza máquinas para o arraste de toras.
- c. Ciclos de corte - CC: é o período em anos entre sucessivas colheitas de produtos florestais madeireiros ou não-madeireiros numa mesma área, esse período é necessário para que a floresta se recupere após a exploração florestal antes que seja possível uma segunda exploração, ou seja, o tempo de pousio da floresta.

Tanto o CC como o DMC são estabelecidos no manejo florestal para permitir que a floresta se regenere antes da segunda exploração na mesma área (IFT, 2022). Caso a área manejada seja explorada de forma mecanizada o CC pode variar entre valor mínimo de 25 anos ao valor máximo de 35 anos. O cálculo para definir o CC baseia-se na taxa de crescimento volumétrico médio (Incremento Periódico Anual em volume - IPA) da floresta de  $0,86 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , conforme a Resolução Conama nº 406/200. Assim, com base nesta taxa, é realizada uma extrapolação simples dividindo o IC pela taxa de crescimento média, conforme apresentado na Tabela 1. Toda essa dinâmica é ilustrada na Figura 2, onde uma área de MFS é

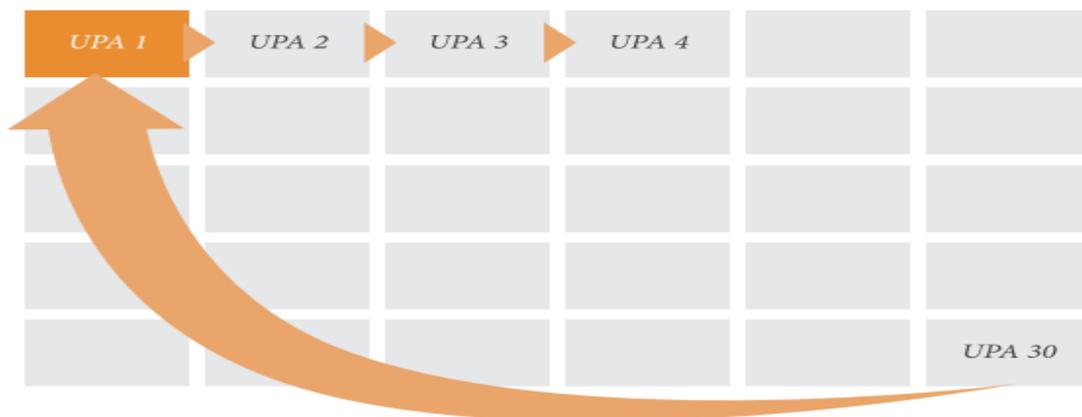
dividida em 30 Unidades de Produção Anual -UPAs, colhendo em cada uma  $25,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , resultando em um CC de 30 anos.

**Tabela 1-** Ciclo de corte de acordo com a Resolução Conama n° 406/2009

IC ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ )	Incremento Periódico Anual em volume – IPA ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ )	CC (anos)
21,5	0,86	25
22,3	0,86	26
23,2	0,86	27
25,8	0,86	30
30	0,86	35

Fonte: Brasil (2009).

**Figura 2** - Área de manejo dividida em UPAs - Unidade de Produção Anual, considerando uma intensidade de corte de  $25,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e a taxa de crescimento de  $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$



Fonte: Informativo técnico, (S/A).

A Resolução Conama n° 406/2009 permite que o ciclo de corte seja menor, desde que o interessado apresente justificativa técnica que demonstre que a capacidade de recuperação da floresta seja maior que a taxa média de  $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

A variação nas taxas de crescimento volumétrico médio depende das condições do sítio e das características do manejo florestal adotado. Para Oliveira; Jardim e Gomes (2020) agrupar espécies em grupos ecológicos proporcionou um ciclo de corte de 16 anos para grupos de espécies tolerantes e intolerantes à sombra e de 22 anos para espécies intermediárias. Para

Araujo (2018a), ciclos de cortes por espécies apresentaram uma variação de 10,7 a 127,9 anos a depender da espécie. Enquanto para Braz *et al.* (2012) observou um ciclo de 25 anos sob a intensidade de corte ajustada a 37% da estrutura diamétrica remanescente.

### 3.1.3. Tratamentos silviculturais

Após a etapa de colheita, a floresta inicia o pousio até a segunda colheita para a recuperação. Entre as atividades de pós-exploração, os tratamentos silviculturais vem se destacando por aumentar as taxas de crescimento das árvores na floresta (VAN GARDINGEN *et al.*, 2006), em especial das espécies de interesse comercial. Uma vez que as florestas tropicais apresentam baixo crescimento em incremento em diâmetro para espécies comerciais após o primeiro corte (DE GRAAF; POELS; ROMPAEY., 1999), o que reforça a necessidade de técnicas para aumentar a capacidade produtiva da floresta manejada para melhor aproveitar o recurso.

De acordo com Gomes *et al.*, (2010), os principais tratamentos silviculturais que vêm sendo aplicados nas florestas tropicais são: liberação de copas para maior captação de luz, corte de cipós, plantio de enriquecimento em clareiras e a condução da regeneração natural. Quando aplicados na intensidade correta esses tratamentos podem garantir em médio e longo prazo, a regeneração de espécies de interesse comercial, melhorar a composição florística da área a ser explorada e favorecer o incremento de indivíduos jovens para o ciclo futuro, sem comprometer a estrutura da floresta (SILVA *et al.*, 2016). Além disso, os tratamentos podem ser uma ferramenta útil para a conservação de espécies raras ou ameaçadas de extinção (SCHWARTZ; LOPES, 2015).

A aplicação desta técnica não é obrigatória perante a legislação e, de acordo com Schulze *et al.*, (2008), o custo da operação de aplicação das técnicas silviculturais e o retorno de longo prazo são alguns dos fatores que limitam a adoção dos tratamentos silviculturais. Em contrapartida, os resultados apresentados por estudos de Pires (2014) e Ferreira (2012) comprovam a viabilidade econômica da aplicação de tratamentos silviculturais após a colheita.

Conforme De Graaf, Poels e Rompaey (1999), os benefícios dos tratamentos não duram mais de 10 anos, sendo necessário a repetição para o prolongamento do benefício. Para Silva *et al.* (2016) o tratamento silvicultural requer a realização de intervenções intermediárias, caso contrário, em longo prazo os efeitos são neutralizados pela intensa dinâmica florestal.

O aprimoramento dos tratamentos silviculturais é fundamental para preservação de espécies raras e de espécies importantes do ponto de vista ecológico, para favorecer e

intensificar a regeneração natural e para promover o crescimento de espécies de interesse econômico. Trata-se, portanto, de um campo vasto para estudos científicos, conforme pode ser verificado nos trabalhos de Vidal, Viana e Batista *et al.* (2002), Azevedo *et al.* (2008), Vatrax *et al.* (2012), Taffarel *et al.* (2014), Souza *et al.* (2015), Vatrax *et al.* (2016) e Castro (2017).

## **3.2. Modelagem de crescimento e produção**

### **3.2.1. Definições básicas**

As florestas inequidâneas são bastante complexas, uma vez que em sua dinâmica ocorre, de forma simultânea, o crescimento, a produção, a mortalidade e a regeneração de plantas.

O crescimento pode ser dividido em primário, que tem relação com aumento em altura, e em secundário, relacionado ao acréscimo ocorrido na circunferência do tronco devido à adição anual de anéis de crescimento promovido pela atividade do câmbio (responsável pela adição de camadas de células na parte interna) (CORADIN; CAMARGO, 2002; ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

O crescimento é obtido por meio da diferença métrica ou volumétrica entre as camadas ocorridas entre um determinado intervalo de tempo, sendo definida como incremento, que pode ser calculado para períodos mensais, anuais ou de forma corrente. Enquanto a produção consiste biologicamente no tamanho total do tronco em um determinado tempo, usualmente expressa na unidade de volume metros cúbicos ( $m^3$ ), mas também pode ser encontrada em outras unidades de área como área basal ( $m^2$ ) (CAMPOS; LEITE, 2017).

A mortalidade e regeneração da floresta são eventos antagônicos que ocorrem na comunidade e favorecem a renovação e manutenção da mesma (IFT, S/A). A mortalidade pode ocorrer de forma natural, geralmente em indivíduos mais velhos quando após anos a árvore diminuiu seu crescimento em função da redução da atividade fisiológica culminando posteriormente com sua queda (ENCINAS; SILVA & PINTO, 2005), vale lembrar que a mortalidade natural também pode ocorrer em indivíduos jovens, devido à ação de fogo, queda de outra árvore próxima e entre outros. Outra forma comum de mortalidade é devido a danos decorrentes da colheita ou decorrentes de tratamentos silviculturais aplicados na árvore (SILVA *et al.*, 2005).

De acordo com Campos e Leite (2017), a mortalidade pode ser classificada em regular e irregular. A mortalidade regular ocorre devido a competição de recursos como a água, luz e nutriente, sendo mais intensa em povoamento mais adensado que aumenta com a idade,

além disso a senescência e fatores genéticos também são classificados como regular. Já a mortalidade irregular ou não regular, é devido a fatores exógenos a árvore, como incêndios, pragas e danos mecânicos que podem ocorrer pontualmente no tempo e no espaço.

A regeneração garante renovação e manutenção da floresta, fornecendo indivíduos jovens para comunidade arbórea, e se caracteriza como início do processo de sucessão secundária na floresta (IFT, S/A). A regeneração pode ser natural, quando provém do banco de semente ou plântulas disponíveis no solo, sendo intensificada após abertura do dossel geralmente proporcionada pela morte ou colheita de árvores da floresta (MARTINS *et al.*, 2014; PUIG, 2008), contudo a regeneração pode ser aprimorada por meio de enriquecimento florestal, sendo quando há ação do homem dispersando sementes ou plantando mudas (ARAUJO *et al.*, 2013).

Nos estudos científicos a regeneração é chamada de regresso ou recrutamento, definido como os indivíduos jovens que atingem um determinado critério ao longo de um tempo determinado. Como exemplo, em uma floresta que anualmente é mensurado seu diâmetro > 10 cm, a partir da segunda mensuração, à medida que os indivíduos atingem esse diâmetro de entrada no sistema, passam a ser identificados como ingresso ou recrutamento (COLPINI; SILVA; SOARES, 2017; REIS *et al.*, 2018; PULZ *et al.*, 1999).

### **3.2.2. Prognose de crescimento e produção**

Prognose é uma suposição de eventos futuros que podem acontecer com base em eventos atuais, gerando um prognóstico ou conjectura (DICIO, 2022). Diante da importância em compreender o comportamento da floresta no presente e futuro, a prognose florestal torna-se fundamental para fornecer informações para aplicação no manejo florestal (CORTE; SANQUETTA; BERNI *et al.*, 2004 *apud* COLPINI; SILVA; SOARES, 2017).

Uma das principais informações obtidas da prognose é sobre o crescimento e produção da floresta (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005), que pode subsidiar decisões silviculturais como intensidade e ciclo de corte em florestas manejadas, em nível de comunidade ou por espécie, permitindo o planejamento do uso sustentável em diferentes cenários de colheita (OLIVEIRA; JARDIM; GOMES, 2020; REIS *et al.*, 2014).

Para se ter uma prognose do crescimento e produção da floresta pode-se utilizar modelos estatísticos de crescimento e produção, e por meio destes é possível a predição da produção em tempos futuros, partindo-se das condições atuais (CHASSOT *et al.*, 2011). As condições atuais são quantificadas por meio inventário florestal contínuo, que geram dados da

floresta possíveis de serem modelados estatisticamente (SILVA *et al.*, 2005). O inventário florestal contínuo é uma forma eficiente de se obter dados da floresta para serem utilizados nos modelos de prognose.

Os modelos estatísticos aplicados podem ser divididos quanto ao tipo de detalhe pretendido, podendo ser classificado como modelos de árvores individuais, de povoamento total e de distribuição de diâmetros (CAMPOS; LEITE, 2017). Os modelos de árvores individuais requerem informações detalhadas de forma particular de cada árvore em relação ao seu crescimento, competição e mortalidade e outras características dependendo do modelo (MENSURAÇÃO FLORESTAL, 2022). Apesar de mais trabalhoso e oneroso, gera uma prognose com mais detalhada e maior precisão de forma individual (SCOLFORO; PULZ; MELO, 1998), mas também pode ser generalizado para o povoamento, a exemplo do volume, desde que somada os volumes individuais de cada árvore e padronizado pela área, obtendo o volume por hectare (CAMPOS; LEITE, 2017).

Diferente do modelo anterior, o modelo de povoamento total não requer detalhes da árvore em particular, sendo aplicado quando há interesse em saber diretamente o valor médio de crescimento e produção do povoamento. Os modelos mais utilizados para esta finalidade são de Shumacher, Logístico, Gompertz, Richards, Cluter e Buckman, que usam variáveis de povoamento como idade, área basal e índice local, o que torna esses modelos mais práticos (CAMPOS; LEITE, 2017).

Os modelos de distribuição de diâmetros fundamentam-se na Funções Densidade de Probabilidades - FDPs, o que permite descrever as alterações ocorridas na estrutura diamétrica do povoamento ao longo do tempo (MACHADO *et al.*, 1997). As principais FDPs utilizadas são Gama, Weibull, Sb-Johnson, exponencial, Cadeia de Markov entre outros (CAMPOS; LEITE, 2017; REIS *et al.*, 2018). Este tipo de modelagem pode ser feito com base na recuperação de parâmetros de uma função densidade de probabilidade, ideal para modelagem da distribuição diamétrica de florestas equiâneas, ou com base na Cadeia de Markov ou matriz de transição, adequada para modelagem da distribuição diamétrica de florestas inequiâneas.

### **3.2.3. Cadeia de Markov**

A Cadeia de Markov foi nomeada em homenagem ao matemático russo Andrei Andreyevich Markov (1856-1922), mas também é conhecida como matriz de transição, sendo um método no campo da probabilidade (GOLMAKANI *et al.*, 2014). Este método vem se destacando na modelagem da distribuição diamétrica de florestas inequiâneas, aplicado para se

conhecer a estrutura diamétrica da floresta no futuro (COLPINI; SILVA; SOARES, 2017; SANQUETTA *et al.*, 1996a; VASCONCELOS; HIGUCHI; OLIVEIRA, 2009). A preferência por este método para tal finalidade nas florestas inequidâneas é em virtude da variável utilizada ser de fácil mensuração (não requer variáveis de difícil acesso dadas as condições da floresta como, por exemplo, idade e site), e apresenta resultados confiáveis (SANQUETTA *et al.*, 1994b; HIGUCHI, 1987).

Os primeiros trabalhos usando Cadeia de Markov aplicado a ciência biológica são de Leslie (1945), onde realizou estudos sobre mortalidade e fertilidade em populações de animais, posteriormente Lefkovitch (1965), utilizou este método para estudar populações de besouros, e o trabalho de Usher (1966a), aplicado à distribuição diamétrica em povoamento de *Pinus sylvestris* L., na Escócia. Os trabalhos de Usher, (1966a, 1969b, 1979c, 1981d) foram pioneiros na aplicação da Cadeia de Markov para estudo da estrutura diamétrica da floresta, assim como os trabalhos subsequentes de Bruner e Moser JR. (1973), Peden *et al.* (1973), Buongiorno e Michie (1980) e Robert e Hruska (1986) e outros. Na região Amazônica, foi aplicado em áreas de florestas inequidâneas por Higuchi (1987), Freitas e Higuchi (1993), Pulz *et al.* (1999) e Oliveira; Jardim e Gomes (2020), utilizando a cadeia de Markov dentro do manejo florestal como instrumento para elaboração de uma tabela de produção futura e possível ciclo de corte.

A entrada de dados na Cadeia de Markov é composta de dois vetores estratificados de igual forma, cada divisão é chamada de estados ( $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ ), sendo que o número de estados deve ser finito. Cada vetor é separado por um espaço de tempo - t de coleta de dados, na coleta inicial, tempo - t+0, e para segunda coleta de dados, tempo - t+1. Assim é possível calcular a probabilidade de transição de cada estado do tempo t+0 para t+1, ou seja, probabilidade ocorrer mudança em cada estado, conforme representado na matriz “G” abaixo (GOLMAKANI *et al.*, 2014).

$$G = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1k} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k1} & p_{k2} & \cdots & p_{kk} \end{bmatrix}$$

M x M

Onde:

k o número de estados do sistema;

P probabilidade de transição (t+0 para t+1).

A matriz de transição de probabilidade “P” para um Passo no Tempo - n, ou seja, do t+0 para t+1, equivalente ao tempo entre as coletadas de dados. Com as equações de Charpman - Kolmogorov, fornecem um método para calcular o movimento da matriz P inicial para o futuro  $P^n$ , com projeções da probabilidade para n passo no tempo (t+0 para t+2, de t+0 para t+3, de t+0 para t+n), sendo que cada passo n é equivalente ao intervalo de tempo da primeira matriz P (HINOJOSA; MILANÉS, S/A).

Análogo ao raciocínio acima, é aplicando aos métodos que utilizam Cadeia de Markov para projeção da estrutura diamétrica da floresta, uma vez que se baseia em dado espaço de tempo entre duas medições de inventário, tempo t+0, obtido no inventário inicial, e tempo t+1, obtido no segundo inventário. Neste intervalo de tempo são definidas situações em que o indivíduo arbóreo se encontra na floresta de acordo com a classe de diâmetro do mesmo. Tais eventos são chamados de estados, definidos como: recrutamento (R) ou ingresso (I), indivíduos que regeneram na floresta e atingem o intervalo de classe de mensuração no final do tempo t+1; indivíduos que estão vivos no t-0 e no t+1, distribuídos nas classes de diâmetros; e indivíduos que morrem do tempo t+0 para o t+1. (PULZ *et al.*, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2020; SCOLFORO, 1998).

É importante destacar que os métodos de Markov seguem duas premissas básicas que os caracteriza, a memória markoviana e a estacionaridade:

- a. A primeira define que a projeção no futuro depende somente do estado presente ou atual, ou seja, não depende do histórico no passado, assim essa premissa é conhecida como processo “Sem Memória” ou “Processo Markoviano” (GOLMAKANI *et al.*, 2014).
- b. A segunda premissa, a estacionaridade, é devido a probabilidade de transição das classes de diâmetro não mudarem ao longo das projeções realizadas, mantendo o mesmo crescimento identificado no período de monitoramento (SCOLFORO, 2006). Portanto, é preciso considerar que a distribuição diamétrica prognosticada não está sujeita aos efeitos dos processos endógenos e exógenos ocorridos no ecossistema depois da última medição das parcelas permanentes.

### 3.2.4. Incremento Periódico

O Incremento Periódico - IP é uma das formas de calcular o crescimento florestal por um determinado tempo (geralmente anual), podendo ser ou não padronizado pela área (geralmente hectare). O incremento pode ser obtido por meio de diferentes variáveis oriundas das medições da floresta, geralmente as variáveis utilizadas são diâmetro e volume (ARAUJO, 2016b; CAMPOS; LEITE, 2017).

Para as florestas inequidistantes é comum cálculos de incremento por classe de diâmetros, fornecendo informações mais detalhadas do crescimento, aplicado à espécie específica ou grupo de espécies (ARAUJO, 2018a; BRAZ *et al.*, 2012). Mas também há cálculos de incremento para classe de diâmetro agrupada, sendo obtido assim o Incremento Periódico médio - IPM, da mesma forma aplicado à espécie específica ou grupo de espécies (ARAUJO, 2018a; BRAZ *et al.*, 2012;).

É importante ressaltar que o incremento diamétrico é muito sensível à dinâmica da floresta. No trabalho de D'Oliveira (2000) e Costa *et al.* (2008) evidenciam que a exposição das copas à luz do sol apresentou uma forte influência positiva no incremento em diâmetro. As florestas manejadas comumente há alteração na iluminação devido à abertura do dossel da floresta com a colheita, mas a abertura do dossel também pode ser provocada pela morte natural da árvore ou alguns tratamentos silviculturais (SILVA *et al.*, 2005). Lembrando que a exposição de luz no sub-bosque da floresta diminui com o crescimento da floresta e fechamento do dossel.

Há vários estudos que calculam o crescimento da floresta tropical no bioma Amazônico, mas o incremento diamétrico médio encontrado varia de acordo com a característica do manejo adotado, para florestas que não aplicam tratamentos silviculturais, estas possuem uma amplitude de incremento médios anual de 0,30 a 0,54 cm.ano<sup>-1</sup> (AMARAL *et al.*, 1998; ARAUJO, 2016b; ARAUJO, 2018a; COSTA *et al.*, 2008) e para florestas beneficiadas com tratamentos silviculturais, o incremento diamétrico médio é de 0,60 a 1 cm.ano<sup>-1</sup> (AMARAL *et al.*, 1998; FERREIRA *et al.*, 1999). É importante destacar que cada área de floresta manejada apresenta um potencial de crescimento diferente por vários fatores, podendo ser tipos de espécies diferentes manejadas, técnicas silviculturais aplicadas ou não, e dentre outras.

De forma similar ocorre para o incremento volumétrico médio, sendo que o mesmo está diretamente relacionado com a técnica de manejo, uma vez que embasa o ciclo de corte adotado após a colheita (BRASIL, 2009). Nos estudos de Braz *et al.* (2012), Ferreira *et al.* (1999), e Costa *et al.* (2008) foi encontrado uma amplitude deste incremento de 0,48 a 2,17

$\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ . Lembrando que essa amplitude é apenas descritiva e não leva em consideração a aplicação de técnicas silviculturais, grupo decamétrico ou espécies específicas. Levando em consideração apenas as espécies e classes diamétrica que compõe o grupo comercial, é encontrado um crescimento de  $0,48 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  segundo Braz *et al.* (2012), de  $0,61 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  segundo Costa *et al.* (2008), de  $0,67 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  segundo Braz (2010).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

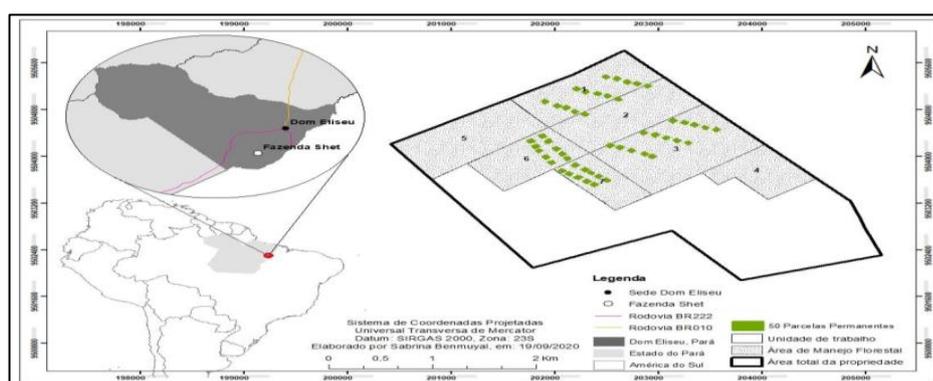
#### 4.1.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em um povoamento florestal pertencente ao Grupo ARBORIS, localizado na Fazenda Shet, no município de Dom Eliseu, região nordeste do Estado do Pará (latitude  $04^\circ 17' 06''$  sul e a uma longitude  $47^\circ 30' 18''$  oeste). O acesso à propriedade é por meio da BR-222, conforme a Figura 3.

O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw (clima tropical chuvoso, com período de estiagem), apresentando precipitação anual de 2.000 mm a 2.250 mm ao ano, e altitude média de 76 metros (ALVARES *et al.*, 2014; IDESP, 2014). A cobertura vegetal da região está representada pelo subtipo floresta densa, floresta densa de planície aluvial e densa dos terraços. O relevo apresenta-se, relativamente elevado e aplainado (TAVARES *et al.*, 2016).

A Fazenda Shet possui uma área total de 952 ha, sendo 535 ha destinado ao manejo florestal, em UPA única, dividida em 7 Unidades de Trabalho (UT). Os dados utilizados neste estudo foram obtidos de 50 parcelas permanentes instaladas nas UTs 1, 3, 5 e 6 (Figura 3).

**Figura 3-** Localização das 50 parcelas permanentes na Fazenda Shet em Dom Eliseu, Pará



Fonte: Relatório grupo Arboris (2020).

#### 4.1.2. Histórico da área de manejo

A área de floresta da Fazenda Shet possui um histórico de intervenções ilegais ocorridas nas décadas de 1970 a 1990 com cortes seletivos não planejados, principalmente de espécies nobres (popularmente conhecidas como espécies de lei) com características tecnológicas da madeira apreciadas pelo mercado (SCHWARTZ *et al.*, 2017). Essas explorações irregulares na floresta causaram um impacto à floresta, tornando-a degradada ou antropizada.

Mas é importante frisar que segundo Ferreira *et al.* (2015), considera-se como uma floresta degradada ou antropizada uma área que não sofreu corte raso, mas sim alterada por ações antrópicas, como fogo e exploração não planejada e que altera a estrutura da floresta.

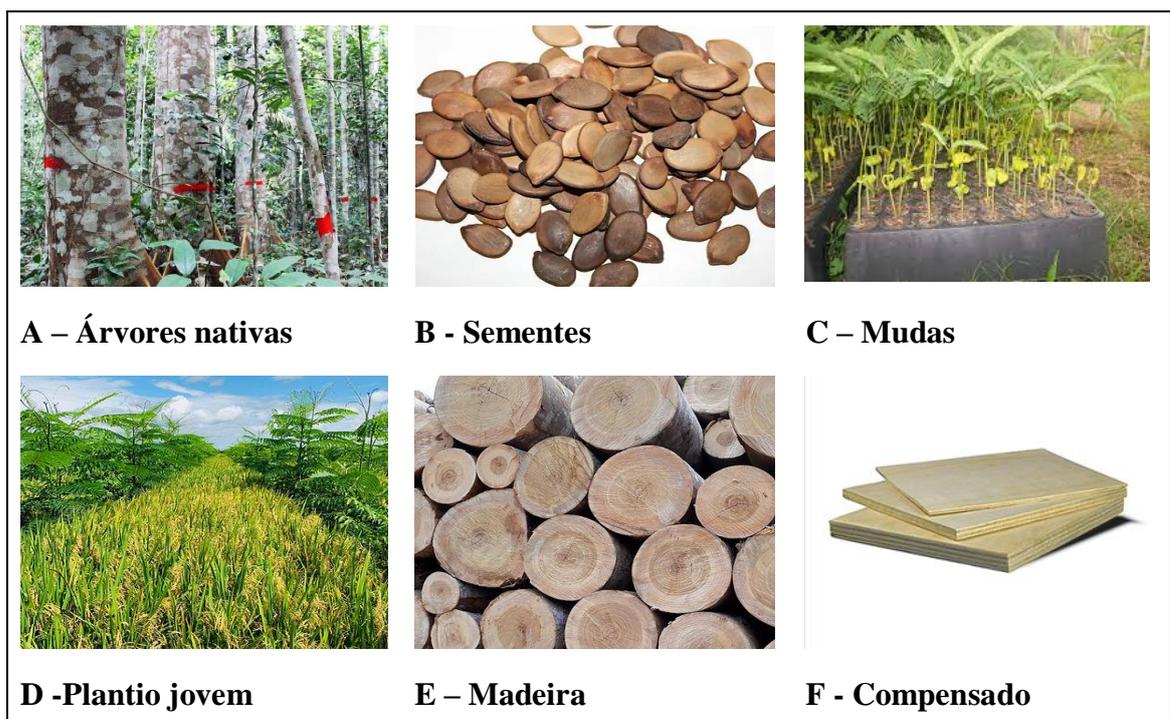
A partir da década de 1990 houve uma mudança na forma de intervenção, passando a ser praticado o manejo florestal como previsto na legislação, como forma de obter recurso madeireiro da floresta. Entre 1993 e 1994 foi realizada a primeira colheita planejada e tecnicamente adequada e, ao mesmo tempo, procedeu-se um enriquecimento florestal com o objetivo de aumentar a área basal da floresta e prover madeira no futuro (SCHWARTZ *et al.*, 2017). Naquela época era permitido a colheita de 64,2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. A segunda colheita planejada e tecnicamente adequada foi realizada entre os anos 2013 e 2014, ou seja, após 18 anos.

O enriquecimento ocorreu por meio de sementeira direta da espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, conhecida vulgarmente como paricá nativa da área e da região Amazônica. A sementeira foi realizada em 1995 com uma taxa média de 91,7 sementes por hectare, e posteriormente foram aplicados dois tratamentos de manutenção (maio de 1995 e abril de 1996) sobre as mudas dentro das clareiras. Os tratamentos consistiam no corte de cipós e possíveis competidores de luz e nutrientes de espécies arbóreas não comerciais. A sementeira não seguiu um padrão de espaçamento, mas não foi enterrada a semente a menos de 2,5 cm (SCHWARTZ *et al.*, 2017).

Com base nos dados de um inventário florestal realizado em 2008, ou seja, 13 anos após o enriquecimento com paricá, verificou-se que mais de 30% das sementes plantadas transformam-se em árvores com diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), igual ou acima de 25 cm. Já os dados obtidos da colheita realizada entre 2013 e 2014 indicaram que, após 18 anos da primeira colheita e do enriquecimento florestal, essas práticas silviculturais permitiram um aumento de 40% do número de árvores e 40,1% do volume total planejado para colheita (SCHWARTZ *et al.*, 2017; SIVIERO *et al.*, 2020).

Na Figura 4 é apresentada uma ilustração descritiva da árvore e da semente de paricá, plantio e processamento industrial (lâminas para fabricação de compensados) e outros. O paricá é uma madeira apreciada principalmente na região nordeste do Estado do Pará (Paragominas-PA e Dom Eliseu-PA), com mercado consolidado para fins de produção de painéis de compensado, sendo vendido no mercado em média 120,00 reais a 140,00 reais o m<sup>3</sup> (SALES, 2018; SIVIERO *et al.*, 2020; CELPLAC, 2022).

**Figura 4** - Fotos ilustrativas das árvores, semente, mudas, plantio, madeira e compensados de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby.



Fonte: Embrapa (2018) - A; Acervo Grupo Arboris, S/A – B, D, E e F; Click mudas, 2022 – C.

#### 4.1.3. Monitoramento da floresta

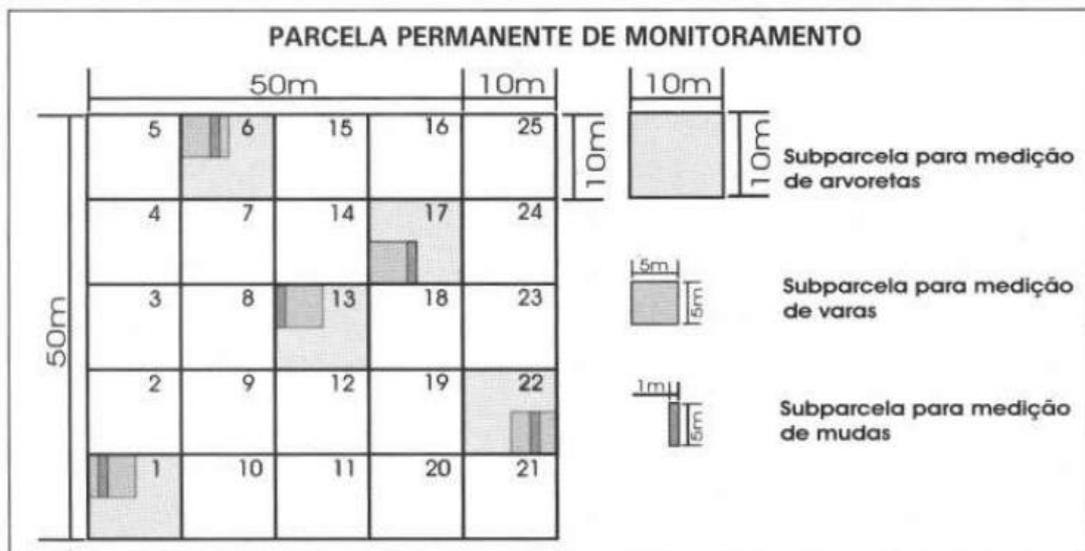
A área de manejo dos povoamentos florestais da Fazenda Shet tem sido monitorada por meio de Inventário Florestal Contínuo - IFC, empregando-se parcelas permanentes em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, por intermédio do Projeto “Rede de inovação da cadeia produtiva florestal madeireira para promoção do desenvolvimento sustentável do Estado do Pará – Rede Biomassa Florestal” (Projeto Embrapa Código SEG 02.10.00.001.00.02), também conhecido como projeto Sub-Bosque.

O monitoramento ocorreu por meio da instalação de 50 parcelas permanentes – PP, seguindo as diretrizes apresentadas por Silva *et al.* (2005). Cada parcela instalada possui

dimensões lineares de 50 x 50 m (0,25 ha), conforme a Figura 5. As variáveis dendrométricas das árvores com DAP  $\geq 10$  obtidas nestas parcelas são utilizadas para quantificação do estoque madeireiro e para estudos de crescimento e produção da floresta.

Com o objetivo de facilitar a medição, o controle e os estudos da regeneração natural - plantas com DAP  $< 10$  cm (arvoretas, varas e mudas), cada parcela foi subdividida em parcelas menores de 10 x 10 m para medição de arvoretas, totalizando 25 subparcelas. As subparcelas de 10 x 10 m foram subdivididas em subparcelas de 5 x 5 m para medição de varas e as subparcelas de 5 x 5 m foram subdivididas em subparcelas de 1 x 5 m para medição de mudas (Figura 5).

**Figura 5** - Desenho esquemático de uma parcela permanente de 0,25 ha (50 x 50 m)



**Fonte:** Silva *et al.* (2005).

Para a coleta de informações, seguiu-se o roteiro abaixo para cada árvore e na Figura 6 está ilustrado os procedimentos:

1º Fixação da placa de identificação (número da parcela, número da subparcela e número da árvore);

2º Mensuração do diâmetro a altura do peito – DAP, coletado a 1,30 m do solo. O local de medição foi marcado com tinta vermelha para a posterior medição. Neste IFC não foi estimado a altura das árvores;

3º Identificação de todas as árvores ou plantas. Coletou-se material botânico e preparou-se exsicatas para confirmação da identificação botânica no herbário IAN (Instituto Agrônomo do Norte).

**Figura 6** - Registros fotográficos de procedimento de medição de árvores nas parcelas permanentes



Figura 2: a e b - Medição do CAP das árvores; c e d - Elaboração das placas de identificação. Barra de Escala: 50cm (Fonte: Autores)



Figura 3: a e b - Realização das anotações nas fichas de campo; c e d - Pintura no Ponto de medição. Barra de Escala: 50cm (Fonte: Autores)

Fonte: Relatório Grupo Arboris (2020).

A floresta passou a ser monitorada em 2009 com instalação e medição de 30 PP. Estas parcelas foram novamente medidas em 2012, 2014 e 2020, que totalizam três medições no período de 11 anos. Em 2011 foi adicionado mais 20 PP e novamente medidas em 2015 e 2020, totalizando duas medições no período de 9 anos.

Os dados utilizados neste estudo são provenientes dos inventários de 2014 e 2020 após a colheita de  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  na área ocorrida em 2013/2014. As espécies utilizadas para o estudo são as mesmas com finalidade comercial e que foram colhidas em 2013/2014, encontram-se na Autorização para Exploração Florestal - AUTEF e disponível no Anexo A.

## 4.2. Modelagem para prognose florestal

### 4.2.1. Matriz de transição

Os dados do inventário realizado imediatamente após a colheita, em 2014 e os dados do inventário realizado 5,9 anos após a colheita, em 2020 foram adicionados em arquivo único todos os dados, utilizando a técnica *lef Join* (com auxílio do *software* RSstúdio), e classificado

o DAP de cada ano de medição em intervalos de classe de 10 cm, obtendo-se oito intervalos representado pelos centros de classe - CD.

Posteriormente calculou-se a matriz de transição, com a probabilidade de os eventos acontecerem nesse intervalo de tempo entre as medições das parcelas permanentes dos inventários realizados em 2014 e 2020, sendo que cada centro de classe e o recrutamento é considerado um estado  $j_i$  da matriz. Assim foi obtida a probabilidade “G” dos indivíduos permanecerem na classe, avançar um ou duas classes, morrerem e também dos indivíduos que atingem o DAP de entrada, conhecido como recrutamento “R”. Para o recrutamento o DAP de entrada foi de 10 cm, considerando as árvores que estavam no inventário de 2020 e não estavam no inventário de 2014.

A projeção da estrutura da foi conforme o método utilizado por Buongiorno e Michie (1980), conforme a expressão algébrica na Equação 1 ou matricial na Equação 2.

$$Y_{t+\Delta t} = G * Y_{t0} + I \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} Y_{1t+\Delta t} \\ Y_{2t+\Delta t} \\ Y_{3t+\Delta t} \\ \vdots \\ \cdot \\ Y_{nt+\Delta t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ b_2 & a_2 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ c_3 & b_3 & a_3 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & c_4 & b_4 & a_4 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & b_5 & a_5 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_n & b_n & c_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \\ Y_{3t} \\ \vdots \\ \cdot \\ Y_{nt} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{1t} \\ I_{2t} \\ I_{3t} \\ \vdots \\ \cdot \\ I_{nt} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Onde:

$Y_{t+\Delta t}$  = Vetor de número de árvores projetadas para o período  $t + \Delta t$ ;

G = Matriz de probabilidade de transição (matriz  $k \times k$ );

$Y_{t0}$  = Vetor de frequências observadas da classe de diâmetro;

I = Vetor ingresso da frequência observado no período;

$a_i, b_i, c_i$  = São as probabilidades de uma árvore viva permanecer na mesma classe diamétrica - $a_i$ , mudar para a classe diamétrica subsequente -  $b_i$  ou ainda mudar duas classes -  $c_i$ , e morrerem neste intervalo -  $m_i$  (a mortalidade não é usada para projeção, mas está inserida no modelo por subtração em cada classe).

Quando a projeção da floresta é realizada para dois períodos de tempo ( $n=2$ ), a Equação 1 modifica para Equação 3. Para projeções acima de dois períodos “ $n$ ”, utiliza-se a forma generalizada descrita na Equação 4 abaixo.

$$Y_{2\Delta t} = G^2 * Y_{t0} + G * I + I \quad (3)$$

$$Y_{n\Delta t} = G^n * Y_{t0} + \sum_{i=0}^{n-1} G^i * I_{(n-1)} \quad (4)$$

Onde:

$n$  = períodos de prognose;

$Y_{2\Delta}$  = projeção para o período  $n=2$ ;

$Y_{n\Delta t}$  = projeção para  $n$  períodos  $\Delta t$ .

O método da matriz de transição permite projetar a estrutura de uma floresta somente em intervalos múltiplos do período equivalente entre as duas medições utilizadas. Assim, a probabilidade calculada no intervalo de 2014 a 2020 que possui 5,9 anos, foi projetada para seus múltiplos. Resultando em uma estimativa do número de árvores por classe de diâmetro para os anos de 2026 (11,6 anos após a colheita), 2032 (17 anos após a colheita), 2037 (23 anos a colheita) e 2043 (28,8 anos após a colheita).

#### 4.2.2. Avaliação da matriz de transição

A matriz de transição foi avaliada quanto a existência dos estados absorventes, uma vez que a presença dos mesmos invalida a inferência sobre o real crescimento da floresta.

Para verificar a ocorrência desta de estados absorventes na matriz de transição  $G$  ( $n = 1$ ), foi verificado se existe em cada intervalo de classe uma probabilidade de transição igual a 1 (quando a probabilidade de transição é 1, não há crescimento nessa situação, não sendo possível analisar o crescimento da classe diamétrica), nessa situação há um acúmulo de árvores nesta classe e sem sua transição para próxima classe. Caso seja encontrado essa característica na matriz  $G$ , seria calculado novamente para intervalos de classes menores.

### 4.2.3. Prognose do volume comercial e ciclo de corte

Após estimar o número de indivíduos por hectare e por classe de diâmetro, pelo modelo matriz de transição, para 11,6, 17, 23 e 28,8 anos após a colheita, foi calculado o volume de madeira pela equação proposta por Baima; Silva e Silva (2001), específica para floresta tropical Amazônica, que possui em seu modelo apenas uma variável independente, ou seja, modelo de simples entrada para árvores em pé com  $D > 20$  cm (a estatística do modelo são:  $R^2 = 0,9391$ ; índice de Furnival = 0,9093; e  $CV = 21,8\%$ ) (Equação 5).

$$\ln(V) = -7,49337 + 2,0869521 * \ln(DAP) \quad (5)$$

Onde:

V = Volume comercial com casca, em  $m^3$ ;

DAP = Diâmetro a 1,3 m do solo de cada árvore, em cm;

Ln = Logaritmo natural.

Com a projeção do volume foi definido ciclo de corte adequado ao crescimento da área de manejo, de acordo com o art. 7º Inciso IV da Resolução Conama 406 de 2009, que estabelece que o novo ciclo de corte é o tempo de restabelecimento do volume do produto extraído da floresta.

Diante deste conceito, foram analisados dois cenários de manejo, conforme descrito abaixo:

- Cenário de manejo I: considerando o crescimento apenas de espécies comerciais e DMC de 50 cm, conforme especificado na Resolução Conama 406 de 2009.
- Cenário de manejo II: considerando critérios técnicos para colheita (Tabela 2) baseados na dinâmica da floresta consideradas antropizada (floresta residual intensivamente explorada no passado), conforme adotado experimentalmente pela empresa ARBORIS. Neste tipo de manejo considera o crescimento de espécies comerciais com DMC de 25 cm para recuperação do volume e para definição de ciclo de corte.

**Tabela 2** - Critérios de manejo empregados pela empresa ARBORIS para florestas antropizadas

<b>Critério 1</b>	<b>Sanidade das árvores</b>
Deu-se prioridade à colheita das árvores passíveis de aproveitamento que apresentavam podridão, senescência, copa quebrada, sinais de doenças ou que estavam mortas, para evitar a perda de árvores por mortalidade e a propagação de insetos ou pragas nas árvores remanescentes. Tradicionalmente, o critério de sanidade das árvores não tem tido relevância na exploração convencional. No entanto, influi diretamente na qualidade da floresta futura.	
<b>Critério 2</b>	<b>Forma do fuste</b>
Priorizou-se a colheita de árvores com qualidade de fuste 2 e 3 e conservaram-se as árvores de fuste 1 (melhor qualidade de fuste)	
<b>Critério 3</b>	<b>Diâmetro máximo (DAP = 100 cm)</b>
Estabeleceu-se que o diâmetro máximo desejado para árvores a permanecer na floresta seria $D = 100$ cm. Esse critério de colheita foi adotado para reduzir a competição entre as árvores que ocupam o dossel, diminuir a população supostamente senescente e ajustar os diâmetros de árvores disponíveis ao processo industrial. A tendência é uma floresta nativa futura de produção em permanente crescimento, com maior número de árvores nas classes de diâmetros menores. A colheita de árvores de grande diâmetro no presente estudo visa compatibilizar a planta industrial futura adequada a um maior número de árvores de menor porte. Embora as árvores de maior diâmetro causem danos/aberturas na floresta, no processo de colheita evitou-se a formação de grandes clareiras e infestação posterior de lianas (cipós).	
<b>Critério 4</b>	<b>Diâmetro menor para colheita (<math>25 \text{ cm} \geq \text{DAP} \leq 50 \text{ cm}</math>)</b>
A colheita de árvores com diâmetros abaixo do previsto na legislação florestal ( $\text{DAP} \leq 50$ cm) foi feita para aproveitar espécies que, por suas características biológicas, não atingem o diâmetro de corte previsto nas normas e para equilibrar a distribuição contínua das árvores em todas as classes diamétricas conforme o quociente de Liocourt.	
<b>Critério 5</b>	<b>População com alta densidade (<math>\text{arv.ha}^{-1}</math>)</b>
Definiu-se que a colheita deveria ocorrer preferencialmente para aquelas espécies com maior densidade arbórea.	
<b>Critério 6</b>	<b>Distribuição diamétrica</b>
Para aplicação do método BDq, utilizou-se o diâmetro máximo desejado de 100 cm, de acordo com critério 3, e os valores de área basal remanescente (B) e quociente “q” de Liocourt (Disponível na Tabela 1 do trabalho de Siviero <i>et al.</i> (2020). Ajustou-se a frequência das classes de diâmetro, conforme o excedente das árvores, para todas as espécies em cada UT, segundo um quociente “q” de Liocourt (1898).	

Fonte: Siviero *et al.* (2020).

#### 4.2.4. Incremento Periódico Anual em volume – IPA

Para mudança do ciclo de corte a resolução Conama n° 406 de 2009 prevê este tipo de adaptação em seu art. 4 Inciso I e art. 7 Inciso IV, que exige que o interessado apresente estudo técnico que demonstre um crescimento da floresta alternativo ao Incremento Periódico Anual em volume – IPA médio de  $0,86 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  proposto na Resolução.

Para obter a taxa de crescimento da floresta foi utilizada a Equação 5 para obter o volume individual de cada indivíduo das parcelas nas medições realizadas em 2014 e 2020, e com a totalização das parcelas obteve-se o IPA, utilizando a Equação 6 e de acordo com os cenários de manejo florestal estabelecidos:

- Cenário de manejo I: para todas as espécies comerciais com DMC de 50 cm. Para fins de cálculo de IPA em volume, utilizou-se árvores com  $\text{DAP} \geq 40$  cm (Classe de CD 45), uma vez que essa classe estará no próximo ciclo de corte, pois em análise prévia, o resultado da projeção passo n2 da Cadeia de Markov, mostrou que a probabilidade que o centro de classe 45 (amplitude 10 cm), possui 67% de probabilidade de ser centro de classe comercial de 55 ou 65.
- Cenário de manejo II: para todas as espécies comerciais com DMC de 25 cm.

Após obter o incremento periódico anual estimou-se o ciclo de corte (Equação 7), conforme metodologia utilizada por Araujo (2016b) e Araujo (2018a) e prevista na Resolução Conama n° 406 de 2009.

$$IPA (\text{m}^3.\text{ano}) = \frac{V_2 - V_1}{T} \quad (6)$$

Onde:

IPA = Incremento periódico anual em volume ( $\text{m}^3$ );

$V_1$  = Volume total dos indivíduos em 2014 ( $\text{m}^3$ );

$V_2$  = Volume total dos indivíduos em 2020 ( $\text{m}^3$ );

T = Tempo entre as medições.

$$CC = \frac{IC}{IPA} \quad (7)$$

Onde:

CC = Ciclo de corte (anos);

IC = Intensidade de corte no manejo (m<sup>3</sup>.ha).

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1. Composição florística da área e resumo da colheita em 2013 e 2014

No IFC de 2009 a 2020 na Fazenda Shet, por meio das 50 parcelas (12,5 hectares acumulado) foi identificado uma vasta composição florística. Nos trabalhos de Cardoso (2022) e Machado (2021) há uma descrição detalhada das espécies encontradas na área de DAP  $\geq$  5 cm. Cardoso (2022) descreve um total de 13.960 mil indivíduos arbóreos (1.861,3 árvores.ha<sup>-1</sup>), representado por 368 espécies que estão distribuídas em 56 famílias botânicas e 182 gêneros.

Das 368 espécies arbóreas encontradas na área de manejo, foram selecionadas 53 para destinação comercial (14,4% das espécies no total) e colheita no 2º ciclo de corte na UPA da Fazenda Shet, realizada nos anos de 2013 e 2014. Nesta UPA de 535 ha foram colhidas 10.671 árvores (31 árvore.ha<sup>-1</sup>) que representam um volume total de 16.067,53 m<sup>3</sup> (29,99 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>).

No Anexo A está disponível a lista completa das espécies, número de árvores e volume colhido em 2013/2014 (2º ciclo de corte legal da UPA). Na Tabela 3 é apresentado um resumo em ordem decrescente das 5 espécies com maior volume na colheita, que representam juntas 74% do volume total colhido. As espécies de paricá e embaúba se destacam na colheita com volume colhido respectivamente de 40,7% e 17,5 %.

O número de árvores de paricá é resultado do processo de enriquecimento florestal em 1995 com resultado significativo na colheita após 13 anos de estudo, onde mais de 30% das sementes plantadas germinaram e atingiram diâmetros igual ou acima de 25 cm com incremento de 3,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (SCHWARTZ *et al.*, 2017) e com resultado prático na colheita após 18 anos do início do enriquecimento (SIVIERO *et al.*, 2020).

Já o número de árvores de embaúba é proveniente das condições naturais favoráveis a regeneração natural, devido as clareiras abertas com as intensas colheitas de árvores de grande porte. Destaca-se que o uso da embaúba para finalidade comercial da madeira, e devido o investimento em inovação florestal possibilitou o aproveitamento comercial da espécie que

outrora não tinha finalidade comercial da madeira. A espécie passou ser inserido na indústria como matéria prima para fabricação de compensado (SIVIERO *et al.*, (2009).

**Tabela 3** – Lista das 5 principais espécies classificada em ordem decrescente em relação ao volume de madeira nativa autorizada para colheita em 2013/2014 descrita no Plano Operacional Anual – POA<sup>1</sup>

ESPÉCIES FLORESTAIS DO POA		VOLUME		
Nome Científico	N. Popular	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	Total m <sup>3</sup>	% colhido
<i>Scheizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	Paricá	12,23	6.553,28	40,7
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Imbaúba	5,25	2.813,41	17,5
<i>Trattinnickia burseraefolia</i> (Mart.) Willd.	Amescla	2,67	1.434,26	8,9
<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	Pau-preto	1,06	569,62	3,5
<i>Inga</i> Sp.	Ingá	1,02	548,333	3,4
...	...	...	...	...
<b>Total das 5 espécies</b>		22,3	11.918,9	74%
<b>Total geral 53 espécies</b>		29,99	16.067,53	100%

Fonte - Autor (2022).

Machado (2021) classificou as espécies da Fazenda Shet em grupos ecológicos, encontrou um percentual de 39,01% de espécies intolerantes à sombra, caracterizando-a como uma cobertura arbórea jovem em estágio de sucessão florestal. De forma similar Cardoso (2022) classifica a área em processo de sucessão, devido aos intensos cortes seletivos irregulares no passado. Outros autores corroboram que áreas perturbadas apresentam abundância de espécies de alta demanda de iluminação (AVILA *et al.*, 2015; SIVIERO *et al.*, 2020; CERQUEIRA *et al.*, 2021).

Em contrapartida Machado (2021), observa também que o grupo ecológico das espécies tolerantes à sombra representa 57,33% das espécies encontradas na Fazenda Shet. Isto evidencia segundo o autor, que a floresta está em estágio avançado no processo de sucessão florestal. As espécies demandantes de luz do gênero *Cecropia* sp., com alta densidade na área são representativas na recuperação inicial das tolerantes a sombra, pois o rápido crescimento e

<sup>1</sup> POA é um documento obrigatório que tem como objetivo quantificar e qualificar o estoque de madeira comercialmente explorável de corte e o seu estoque remanescente através do inventário censitário, seguindo recomendações técnicas e a legislação vigente.

formação de copas menores, condicionam um ambiente favorável às espécies demandantes de pouca luz (NOGUEIRA *et al.*, 2018; MASSOCA *et al.*, 2012).

## 5.2. Descrição e validação da matriz de probabilidade de transição

Na Tabela 4 é apresentado a matriz de transição G, que contém as probabilidades iniciais das áreas para cada classe de diâmetro (estado  $ij$ ) permanecerem na mesma classe, avançar 1 classe ou 2 classes e morrerem no período estudado de 2014 a 2020 (passo n1). Assim projetando a probabilidade desta dinâmica florestal para tempos futuros (passo n2 para 2026, n3 para 2032, n4 para 2037 e n5 para 2043).

Conforme apresentado na Tabela 4, verifica-se que a matriz de transição de probabilidade G em nenhuma classe diamétrica ocorre a probabilidade 1, que corresponderia em crescimento zero na classe, o que caracteriza o estado absorvente. No estudo não possui estados absorventes, pois em todas as classes de diâmetro ocorreram crescimento de árvores suficiente para mudanças de classes ao longo do tempo. Diante dessa avaliação de consistência, aceita-se a matriz G como válida para previsões sobre a estrutura diamétrica ao longo do tempo.

Ao consultar a literatura pertinente, observa-se que a constatação de estado absorvente foi prejudicial à análise e à prognose florestal (AUSTREGÉSILO *et al.* 2004; AZEVEDO; SOUZA; JESUS, 1995; OLIVEIRA; JARDIM; GOMES, 2020; REIS *et al.*, 2018), o que evidencia que as medições em um período n de 5,9 (anos e nove meses) foi adequado ao intervalo de classe adotado de 10 cm, ou seja, possibilitando que a matriz captasse as alterações ocorridas na floresta no período.

A matriz passo n1 apresentado (Tabela 4) também demonstra que em todas as classes de diâmetro houve ao menos o avanço de 1 classe. Destacando a classe diamétrica 10, 15 e 35, que ocorreram avanço de até 2 classes. Da mesma forma ocorreu a regeneração natural que avançou 2 classes como ingresso. Isto mostra que a floresta está crescendo de forma rápida nas classes iniciais de diâmetro.

Ao observar a linha de mortalidade M, nota-se que há um comportamento sem padrão definido entre as classes diamétricas, não havendo uma tendência de aumento da mortalidade com aumento das classes de diâmetro ou o inverso. Essa característica foi constatada nas pesquisas de Vasconcelos; Higuchi e Oliveira (2009), Rocha (2001) e Teixeira *et al.* (2007), em trabalhos na Amazônia usando Cadeia de Markov para prognose da distribuição diamétrica. Para Higuchi (1987), esse comportamento é característico de floresta

tropical, sendo um limitante da modelagem florestal, principalmente quando usa a Cadeia de Markov.

**Tabela 4** - Matriz de transição G (probabilidade passo  $n = 1$ ) obtida no intervalo de 2014 para 2020

Probabilidade transição de 2014 para 2020								
CD	I	15	25	35	45	55	65	$\geq 70$
15	0.977	0.673						
25	0.023	0.164	0.626					
35		0.003	0.172	0.529				
45			0.013	0.271	0.387			
55				0.043	0.387	0.556		
65						0.333	0.308	
$\geq 70$							0.462	0.889
M	0.00	0.160	0.189	0.157	0.226	0.111	0.231	0.111
			Árvores que permaneceram na mesma classe					
			Árvores que avançaram 1 classe					
			Árvores que avançaram 2 classe					
			Árvores mortas na classe					

Nota: CD – Centro de Classe Diamétrica (cm); I – Ingresso neste período.

Fonte - Autor (2022).

### 5.3. Prognose da distribuição diamétrica

Na Tabela 4 são apresentados resultados da distribuição diamétrica antes da colheita (ano de 2012), após a colheita (anos de 2014 e 2020) e projetado para os próximos 23 anos (para os anos 2026, 2032, 2037 e 2043), totalizando 28,8 anos após a colheita. Estes mesmos dados são apresentados em gráfico na Figura 7.

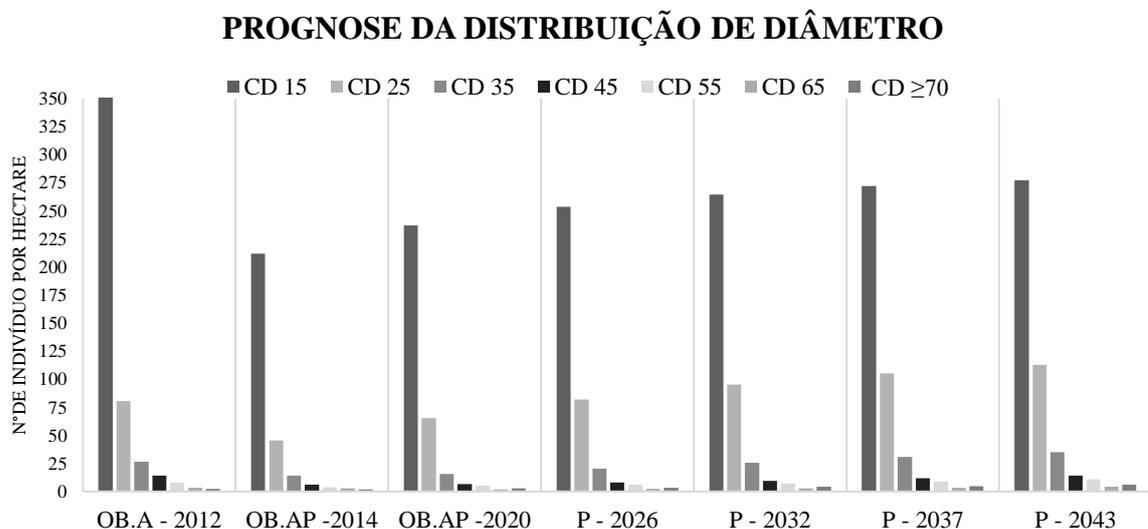
**Tabela 5** - Distribuição diamétrica (N° de árvores.ha<sup>-1</sup>) observada antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado para os anos de 2026, 2032, 2037 e 2043

*CD/ANO	OBSERVADO			PROJEÇÃO ESTIMADA			
	OB.A – 2012	OB.AP - 2014	OB.AP - 2020	P - 2026	P -2032	P - 2037	P - 2043
15	353,6	212	236,8	253,5	264,7	272,2	277,3
25	80,5	45,4	65,4	82	95,1	105,1	112,7
35	26,7	14	15,8	20,3	25,5	30,6	35
45	14,4	6,2	6,8	7,8	9,6	11,9	14,3
55	7,9	3,6	5	6,1	7,3	8,8	10,8
65	3,3	2,6	2	2,3	2,7	3,3	4
≥70**	2,13	1,8	2,8	3,4	4,1	4,9	5,9
<b>Total</b>	488,53	285,6	334,6	375,4	409	436,8	460
<b>FR (%) de DAP ≥ 50 cm</b>	2,7	2,8	2,9	3,1	3,4	3,9	4,5

Notas: \* CD – Centro de Classe de diâmetro (cm); \*\* Intervalo acumulado a ≥70. FR = frequência dos indivíduos DAP ≥ 50 cm (CD 55, 65 e ≥70).

Fonte - Autor (2022).

**Figura 7-** Distribuição diamétrica (N° de árvores.ha<sup>-1</sup>) observada antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032, 2037 e 2043



Notas: \* CD – Centro de Classe de Diâmetro (cm).

Fonte - Autor (2022).

Analisando a projeção da estrutura diamétrica (Tabela 5 e Figura 7), nota-se que há uma queda no número de indivíduos por hectare observado em 2012 para a observada em 2014, que naturalmente ocorre devido a colheita nos anos de 2013/2014. Também é notório que não houve impacto na estrutura diamétrica no decorrer dos anos pós-colheita (2014 a 2043), uma vez que a proporção de indivíduos jovens é muito maior nas classes diamétricas menores, mantendo-se assim a estrutura em forma de “j” invertido da floresta ao longo do tempo, que é fundamental para renovação da floresta e fornecimento de madeira aptas ao corte em ciclos futuros.

Ao estudar a dinâmica desta mesma comunidade (em relação a todos os indivíduos), antes e após a colheita na Fazenda Shet, Cardoso (2022) e Machado (2021) também verificam a manutenção da estrutura diamétrica da floresta caracterizada como antropizada em processo de sucessão florestal. Os resultados reforçam que uma floresta intensamente explorada no passado, venha a ser recuperada e manejada de forma correta sem comprometer a manutenção da estrutura diamétrica.

Outra análise sobre a característica da distribuição diamétrica observada na Fazenda Shet é a baixa frequência dos indivíduos acima a 50 cm (Tabela 5), que apresentam um percentual muito baixo em relação ao total de indivíduos de todas as classes. Apesar dessa baixa frequência, os valores apresentam uma tendência crescente de 2,7 a 6.9% do ano 2012 ao ano de 2043. Essa característica evidencia que a floresta foi impactada (efeito da exploração não planejada nos anos de 1980 a 1990), mas também reflete uma floresta jovem em processo de recuperação, indicando que no futuro a floresta poderá ser manejada de acordo com as técnicas de manejo adotadas atualmente, descrita no cenário de manejo I.

Outros estudos realizados na mesma área também encontraram alta concentração de indivíduos nas classes inferiores, como nos trabalhos realizados por Machado (2021), onde 85,6% do total de indivíduos encontram-se abaixo de 50 cm de DAP, e por Feitosa *et al.* (2015), onde 98,85% dos indivíduos estão abaixo de 50 cm de DAP. Reis *et al.* (2010) também estudando floresta com colheita intensa de 72 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, encontrou resultado de 96,7% dos indivíduos nas classes inferiores a 45 cm de DAP. Para Nunes *et al.* (2003) esse tipo de característica de florestas ou padrão de distribuição diamétrica indica que a mesma passou por algum tipo de perturbação, antrópica ou natural. Silva Junior e Silva (1988) reforçam a mesma estrutura diamétrica é encontrado em floresta em estágio inicial de sucessão, o que corrobora os dados da composição florística na Fazenda Shet (elevada concentração de espécies demandantes de luz - 39,01% do grupo ecológico intolerante à sombra).

#### 5.4. Prognose do volume comercial

Na Tabela 6 são apresentados resultados para volume por classe de diâmetro antes da colheita (ano de 2012), após a colheita (2014 e 2020) e projetado (para os anos 2026, 2032 e 2037) por mais 17 anos, totalizando 23 anos após a colheita. Estes mesmos dados são apresentados em gráfico na Figura 8.

Na Figura 9 são apresentados resultados do balanço em volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) por classe diamétrica, que mostra a variação do ganho ou perda em volume do ano de 2012 para 2014 (colheita entre os anos), de 2014 para 2020, de 2020 para 2026, de 2026 para 2027 e de 2032 para 2037.

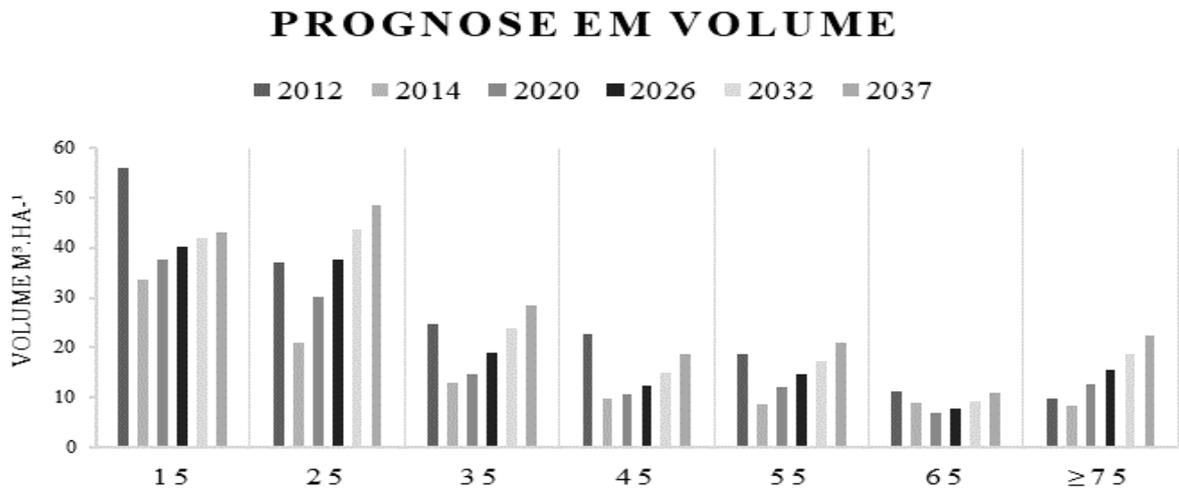
**Tabela 6** - Volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037

CD/ANO	VOLUME OBSERVADO			VOLUME PROJETADO		
	OB.A - 2012	OB.AP - 2014	OB.AP - 2020	P - 2026	P - 2032	P - 2037
15	56,06	33,61	37,54	40,19	41,97	43,16
25	37,08	20,9	30,11	37,74	43,78	48,4
35	24,78	13,01	14,68	18,82	23,7	28,4
45	22,61	9,73	10,68	12,22	15,06	18,67
55	18,77	8,59	11,93	14,53	17,33	21,1
65	11,27	8,79	6,76	7,72	9,24	11,03
≥75	9,73	8,21	12,76	15,55	18,63	22,3
<b>Total (<math>\text{m}^3.\text{ha}^{-1}</math>)</b>	180,3	102,84	124,46	146,77	169,71	193,06

Nota: CD – Centro de Classe Diamétrica (cm).

Fonte - Autor (2022).

**Figura 8** – Gráfico de volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP), em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037



Fonte - Autor (2022).

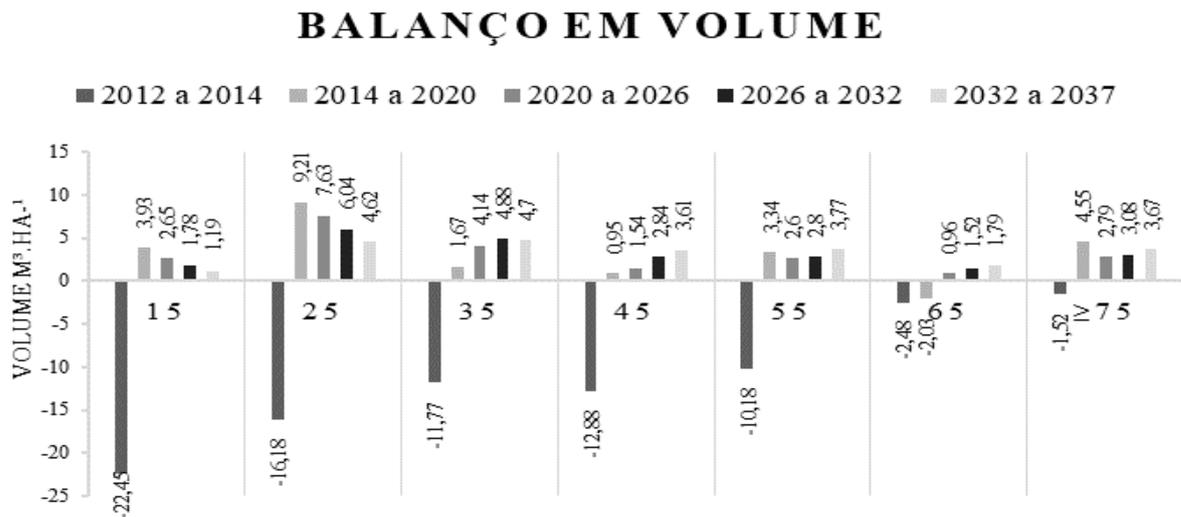
Observando a Tabela 6 e Figura 8, nota-se que há uma redução da produção do ano de 2012 ( $180,3 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) para o ano de 2014 ( $102,84 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), naturalmente esperado devido a colheita realizada neste intervalo. Posteriormente há um aumento da produção volumétrica para todas as classes diamétricas do ano 2014 ( $102,84 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) até o ano 2037 ( $193,06 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ).

Analisando a Figura 9, nota-se que há um ganho volumétrico maior em classes de diâmetros menores, ou seja, os dados estão com maior amplitude nos períodos estudados. As classes que mais se destacaram foram as classes de CD 25 (DAP 20 a 29,9 cm) e CD 35 (DAP 30 a 39,9). Este maior ganho em volume nas classes abaixo do DMC de 50 cm representa a dinâmica de uma floresta antropizada, pois as árvores jovens das classes menores são mais numerosas conforme discutido no tópico anterior, com representação acima de 95% em todos os anos observados e projetados (ano 2012 ao ano 2043). Assim as classes menores, abaixo de 50 cm de DAP acumulam mais volume em determinado período para as classes acima de igual ou acima de 50 cm de DAP que possuem poucas árvores por hectare.

O trabalho de Feitosa *et al.* (2013) na mesma área antes da colheita (anos 2009 ao ano 2012), também resulta em um crescimento similar aos resultados desta pesquisa, com volumes maiores nas classes diâmetro de 20 a 39,9 cm e classe de diâmetro de 40 a 59,9 cm. Com base nestes resultados, fica evidente que uma floresta antropizada tem muito potencial de manejo em árvores abaixo do DMC de 50 cm estabelecido na Resolução n° 406 de 2009 (Conama).

É importante ressaltar que em todas as classes de diâmetros estão em crescimento positivo deste 2014 até 2037, mas em ritmos e tendências diferentes no decorrer dos anos. Na Figura 9, fica evidente que há uma tendência em aumentar o ganho em volume de 2014 a 2037, a exceção das classes de centro 15 e 25 que possuem uma tendência de redução do crescimento em volume. Para Azevedo, Souza e Jesus (1995), isto ocorre devido ao aumento da área basal no sítio e por consequência aumento da competição, afetando principalmente as árvores mais jovens. Este comportamento mostra a evolução do processo de sucessão florestal que está ocorrendo na área.

**Figura 9** - Gráfico de balanço em volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) por classe diamétrica para os anos de 2012 para 2014, de 2014 para 2020, de 2020 para 2026, de 2026 para 2027 e de 2032 para 2037



Fonte - Autor (2022).

## 5.5. Prognose do ciclo de corte usando Cadeia de Markov

### 5.5.1. Cenário de manejo I

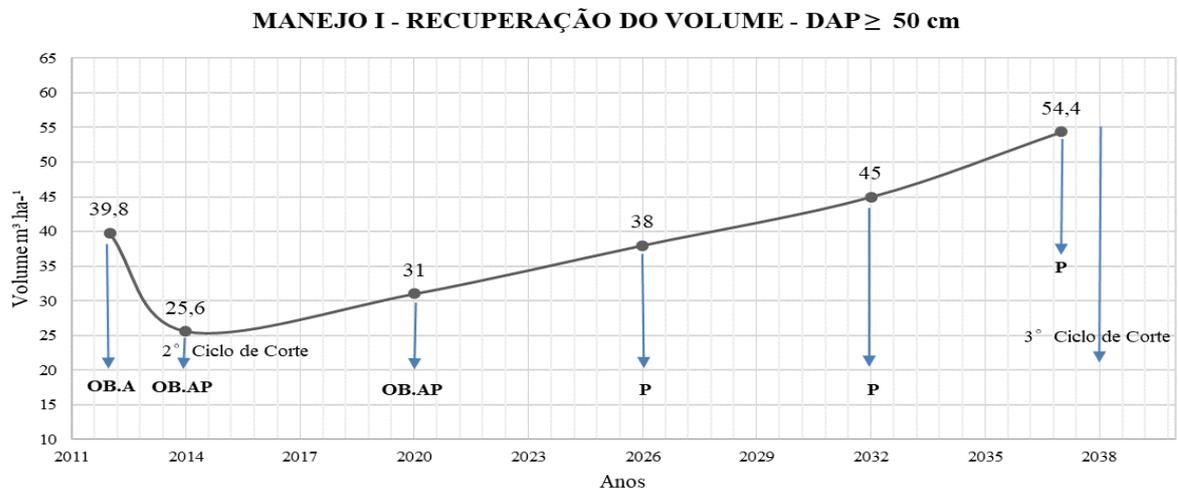
Na Tabela 7 são apresentados resultados para volume somados de diâmetro  $\geq 50$  cm (somadas os intervalos de classe 55, 65 e  $\geq 75$ ), antes da colheita (ano de 2012), após a colheita (ano de 2014 e 2020) e projetado (para os anos 2026, 2032 e 2037) por mais 17 anos, totalizando 23 anos após a colheita. Estes mesmos dados são apresentados em gráfico na Figura 10.

**Tabela 7** - Volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP) em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037

Cenário de Manejo I - Volume estimado para árvores com DAP $\geq$ 50 cm						
ANO	OB.A 2012	OB.AP 2014	OB.AP 2020	P 2026	P 2032	P 2037
* Volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) total DAP $\geq$ 50 cm	39.8	25.6	31	38	45	54.4**

Notas: \* Volume somado das classes 55, 65 e  $\geq$  75 cm. \*\* 3º ciclo de corte na área de manejo (Em 2038 – CC de 24 anos) - Para o CC foi adicionado 1 ano para completar o volume recuperado de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  ( $25,6 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1} + 30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1} = 55,6 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ).

**Figura 10** – Gráfico de volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP) em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037



Fonte - Autor (2022).

Conforme mostrado na Tabela 7 e Figura 10, após a queda em volume do ano de 2012 para o ano de 2014, devido a colheita, a floresta inicia uma recuperação volumétrica por hectare, restabelecendo ao passar do tempo o volume retirado com a colheita realizada em 2013/2014. Como a colheita na Fazenda Shet foi de  $29,9 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , o máximo permitido pela legislação (Resolução Conama nº 406/2009), assim a recuperação volumétrica desta colheita com base nesta prognose seria de 24 anos, ou seja, tempo necessário para ocorrer na mesma unidade de produção um terceiro ciclo de corte, seria após 24 anos após a segunda colheita realizada em 2013/2014 (1º corte em 1993/1994, 2º corte em 2013/2014 e 3º corte estimado 2038).

O CC sugerido de 24 anos é menor do que o CC de 35 anos proposto na Resolução nº 406/2009 (Conama). A redução do CC já é prevista na mesma resolução em seu art. 4 Inciso I e art. 7 Inciso IV, desde que, por meio de estudo técnico, fique demonstrado um crescimento maior do estabelecido na legislação. A redução do ciclo de corte, denota a alta capacidade produtiva da floresta da Fazenda Shet. Essa característica está diretamente relacionada com a composição florística do grupo de espécies utilizadas comercialmente pela empresa. com predominância de espécies de rápido crescimento, a exemplo as espécies de paricá e embaúba (representaram mais de 55% do volume total colhido, conforme mostra a Tabela 3 e Anexo A).

Carneiro e Conceição (2020) e Rosa (2006), apontam que as espécies de paricá e embaúba apresentam crescimento rápido e ciclo de vida curto. Além disso são espécies classificadas como pioneiras, assim favorecidas com formação de clareiras pós colheita, além do mais, Leal, Silva e Sena (2007) explica que espécies deste grupo mantêm um estoque elevado de sementes dormentes e viáveis no solo esperando condições favoráveis para germinar. No trabalho de D'Arace (2019) na mesma área da Fazenda Shet, estudou 40 clareiras, conferindo uma regeneração de 6.945,2 árvores.ha<sup>-1</sup>, sendo justamente espécies do gênero *Cecropia* sp., e paricá entres as que mais regeneram deste total. Correlacionando os dados da pesquisa de D'Arace (2019), com esta pesquisa, fica claro que há uma renovação do estoque das principais espécies de interesse comercial na colheita 2013/2014 para o Grupo Arboris.

Muitos trabalhos têm indicado que ciclo de corte diferentes (menor ou maior que o proposto na legislação) pode ser uma alternativa de manejo, conforme mostrado neste trabalho. As pesquisas de Oliveira; Jardim e Gomes (2020) propõem um ciclo de corte entre 16 a 22 anos para grupos ecológicos de espécies. Reis *et al.* (2017) propõem um ciclo de corte de 22 a 37 anos (dependendo da taxa de crescimento adotado) em uma IC de 23 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Souza *et al.* (2004), indicam um ciclo de corte de 17 e 18 anos para uma colheita com IC de 25 a 35 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, sem comprometer a capacidade de renovação ou sustentação da floresta manejada. Bom (1996), sugere um ciclo de corte de 23 anos com uma IC de 22,53 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Para Braz *et al.* (2017) o ciclo de corte seria de 25 anos para árvores acima de 70 cm de DAP.

Como observa-se com essa gama de resultados citados no parágrafo anterior, o tempo estipulado na legislação nem sempre é o melhor (SCHNEIDER; FINGER, 2000), pois o ciclo de corte é dependente do tipo das técnicas de manejo aplicadas, das características produtivas da área e dos tratamentos aplicados na mesma.

### **5.5.2. Cenário de manejo II**

Na Tabela 8 são apresentados resultados de volume somados de diâmetro  $\geq 25$  cm (somadas os intervalos de classe 25, 35, 45, 55, 65 e  $\geq 75$ ), antes da colheita, após a colheita e projetado por mais 17 anos, totalizando 23 anos após a colheita. Estes mesmos dados são apresentados em gráfico na Figura 11.

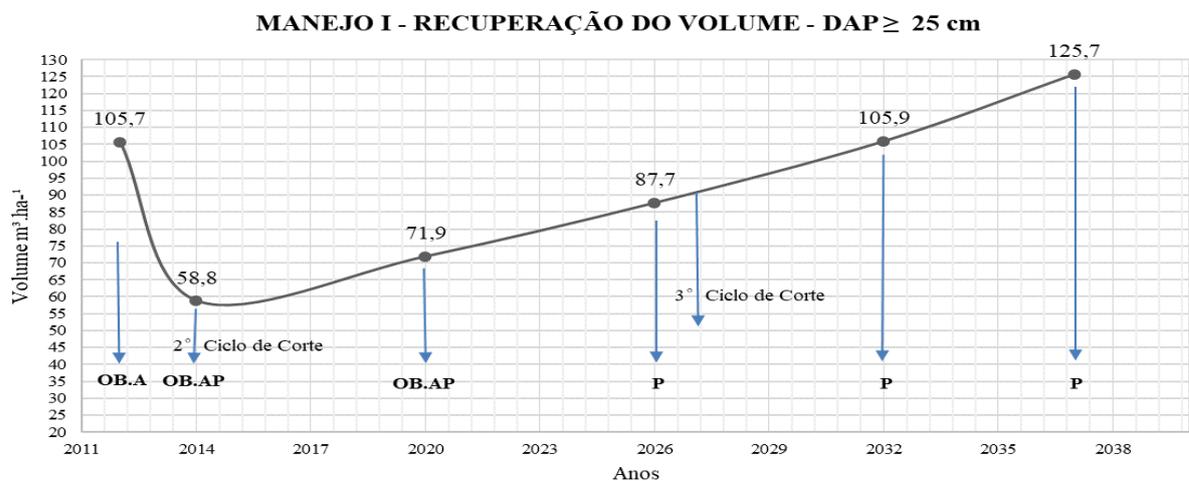
**Tabela 8** - Volume por hectare ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OBSANTES), e após a colheita (OBSAPÓS), em 2014 e 2020, e projetado para os anos de 2026, 2032 e 2037

Cenário de Manejo I - Volume estimado para árvores com DAP $\geq 25$ cm						
ANO	OB.A 2012	OB.AP 2014	OB.AP 2020	P 2026	P 2032	P 2037
* Volume ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) total DAP $\geq 25$ cm	105,7	58,8	71,9	87,7**	105,9	125,7

Notas: \* A classe de 25 cm (intervalo de 20 a 29 cm), assim tem uma amplitude acima do critério de manejo do cenário II (DAP  $> 25$  cm), para fins de correção foi feita divisão desta classe por 2. \*\* 3º ciclo de corte na área de manejo (Em 2027 – CC de 13 anos) - Para o CC foi adicionado 1 ano para completar a recuperação de volume de  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $58,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} + 30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} = 88,8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Fonte - Autor (2022).

**Figura 11** – Gráfico de volume ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) observado antes da colheita, em 2012 (OB.A), e após a colheita (OB.AP) em 2014 e 2020, e projetado (P) para os anos de 2026, 2032 e 2037



Fonte - Autor (2022).

Conforme mostra a Tabela 8, também há uma queda de produção do ano de 2012 para o ano de 2014, devido a colheita de  $29,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  em 2013/2014, mas com recuperação volumétrica nos anos seguintes de 2020, 2026, 2032 e 2037. Como observa-se, o volume

recuperado é muito maior no cenário de manejo II em relação ao manejo I. Isto ocorre devido um dos critérios do manejo II, o uso de árvore igual ou acima de 25 cm de DAP, sendo uma inovação na forma de manejar a floresta antropizada.

Com base nesta produção volumétrica e recuperação pós-colheita, de tal modo que apresentou um ciclo de corte de 13 anos. O baixo ciclo de corte sugerido, como era esperado, está muito abaixo do apresentado pela Resolução Conama 406/2009. Esse ciclo de corte é em virtude da técnica inovadora de manejo florestal, que possibilita o uso comercial de árvores igual ou acima de 25 cm de DAP.

O uso de indivíduos mais jovens aumenta de forma rápida a produção da floresta, pois reflete a capacidade dos indivíduos mais jovens de apresentarem uma recuperação acumulada mais rápido, pois são bem mais numerosos. Isso é comprovado pelos trabalhos de Feitosa et al., (2013) e Araujo (2018a), uma vez que menor a classe de diâmetro maior é seu crescimento em volume acumulado. Esses dados mostram que uma árvore colhida no intervalo de 25 - 50 cm de DAP, recupera o volume colhido mais rápido que árvores colhidas acima de 50 cm de DAP. Devido a essa característica de produção de floresta em sucessão pós enriquecimento florestal pode apresentar ciclos de corte menor usando a técnica do cenário de manejo II.

O ciclo de corte sugerido nesta pesquisa está próximo ao apresentado por Siviero *et al.* (2020) e Sales *et al.* (2021), na mesma área de manejo e condições do cenário de manejo II, onde a sugere com base na experiência de manejo antropizada, um ciclo de corte de 10 a 12 anos. As principais espécies manejadas neste tipo de floresta possuem potencial de produção alto conforme já demonstrado com o resultado do enriquecimento do paricá, que em 13 anos mais de 30% atingiram a classe 25 cm de diâmetro (SCHWARTZ et al., 2017). Outro exemplo, a espécie de embaúba que possui característica similar de alta produção volumétrica, isso é demonstrado no trabalho de Pereira (2015), onde sugere um ciclo de corte de 13 a 18 anos para aproveitamento do maior estoque em volume para as espécies do gênero *Cecropia* sp., com diâmetros compatíveis com a indústria.

Os resultados obtidos neste estudo e os resultados dos estudos supracitados demonstram o potencial desta técnica de manejo II para áreas de florestas antropizadas que são subutilizadas ou não utilizadas. Além disso, Siviero et al., (2020) e Sales *et al.* (2021) apontam vantagens econômicas, por meio do retorno financeiro mais rápido, diversificação da produção, novas espécies inseridas na comercialização, redução da pressão de espécies intensamente exploradas no passado e ganhos ecológicos como manutenção da biodiversidade, expansão de espécies de baixa densidade e aumento da qualidade da floresta.

Para que a área seja de fato utilizada de acordo com o cenário de manejo II e com ciclos de corte menores apresentando maior rotatividade na colheita. Mas é importante observar que a área deve passar pelo processo de enriquecimento florestal, levando em consideração que a espécie ou espécies escolhidas deve ser nativa, apresentar crescimento rápido e interesse comercial, conforme sugerido por Siviero *et al.* (2020) e Sales *et al.* (2021).

Esse tipo de manejo do cenário II com ciclo de corte menor é interessante para propriedades que apresentam características de antropização, com indivíduos concentrados nas classes abaixo do diâmetro mínimo de corte de 50 cm, conforme discutido e apresentado na Tabela 4. Essa característica de antropização mencionada nos trabalhos de Feitosa *et al.* (2013) e Reis *et al.* (2010) é uma realidade de muitas propriedades na região, sendo importante a geração de receitas em intervalos de tempo menores, com o objetivo de viabilizar a manutenção da floresta em pé frente a outros usos e ocupação do solo. De acordo com Embrapa (2018) a estimativa é que há 19 milhões de hectares de florestas, em diversos níveis de degradação no Estado do Pará.

## 5.6. Prognose do ciclo de corte usando Incremento Periódico Anual - IPA

### 5.6.1. Cenário de manejo I

Na Tabela 9 é apresentado o resultado do incremento periódico anual do cenário de manejo I e sua projeção estimada do de ciclo de corte de acordo com a intensidade de corte utilizada na colheita, assim como é especificado na Resolução nº 406/2009 (Conama).

**Tabela 9** - Relação intensidade de corte e ciclo de corte conforme a Resolução Conama nº 406/2009 - Cenário de Manejo I

Intensidade de corte – IC	Incremento periódico anual em volume –IPA	Ciclo de corte – CC
m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup>	Anos
30	1.13	27
27.5	1.13	24
25	1.13	22
22.5	1.13	20
20	1.13	18

Fonte - Autor (2022).

Os indivíduos arbóreos da Fazenda Shet com  $DAP \geq 50$  cm, possuem um incremento periódico anual de  $1,13 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , como mostrado na Tabela 9. Com base neste IPA e no volume colhido de  $29,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  na colheita de 2013/2014, a área de manejo do estudo pode ter uma terceira colheita, ou seja, um ciclo de corte de 27 anos. O CC possui 8 anos a menos em relação ao estabelecido na Resolução 406 de 2009 (Conama) na mesma intensidade de corte. Correlacionado este resultado obtido com o método IPA e Cadeia de Markov, com uma diferença de apenas 3 anos na estimação do ciclo de corte.

Araujo (2018a) obteve um CC para floresta primária, utilizando o mesmo método de IPA, chegou a um ciclo de corte médio de 52,9 anos e, para um manejo por espécies, um ciclo de corte de 10,7 a 127,9 anos a depender da espécie. Levando em consideração que o tipo de espécies selecionadas são espécies nobres da floresta, que apresentam crescimento lento com IPA de  $0,0606 \text{ m}^3 \cdot \text{ano}^{-1}$ .

A Resolução Conama 406 de 2009, prever um crescimento médio da floresta com IPA de  $0,86 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ . No entanto a floresta da Fazenda Shet cresce com IPA de  $1,33 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , ou seja,  $0,28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  a mais. Isto evidencia que uma floresta antropizada pós tratamento silvicultural de enriquecimento florestal pode crescer mais que a média determinada para florestas em geral na legislação.

Nos trabalhos de Silva *et al.* (1996) e Higuchi *et al.* (1997), onde considera também apenas espécies comerciais e com  $DAP \geq 50$  cm, obtiveram incremento de  $1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  em florestas manejadas no Amazonas. Oliveira (2005) observou um incremento de  $1,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para as espécies com  $DAP \geq 55$  cm (com 20% de desbaste de liberação).

Em contrapartida Braz *et al.* 2012, observou um IPA de  $0,48 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para  $DAP \geq 50$  cm, em florestas manejadas do Amazonas, abaixo do proposto na Resolução Conama n° 406/2009. Braz (2010), também encontrou resultado de crescimento abaixo da resolução, em uma área de manejo no Amazonas com IPA de  $0,64 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para classes de  $DAP \geq 45$  cm.

Como discutido acima, o crescimento pode ser justificado pelo fato da composição florística da área ser de espécies de rápido crescimento e de práticas de enriquecimento florestal.

### **5.6.2. Cenário de manejo II**

Na Tabela 10 é apresentado o resultado do incremento periódico anual do cenário de manejo II e sua projeção de ciclo de corte de acordo com a intensidade de corte.

**Tabela 10** - Relação intensidade de corte e ciclo de corte conforme a Resolução Conama nº 406/2009 - Cenário de Manejo II

<b>Intensidade de corte – IC</b>	<b>Incremento periódico anual em volume –IPA</b>	<b>Ciclo de corte – CC</b>
<b>m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup></b>	<b>m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup></b>	<b>Anos</b>
30	2.33	13
27.5	2.33	12
25	2.33	11
22.5	2.33	10
20	2.33	9

**Fonte** – Autor (2022).

Conforme a novo incremento de 2,33 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, sugerida nesta pesquisa (Tabela 10), o ciclo de corte é estimado em 13 anos para uma colheita de 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, o que corresponde 23 anos a menos em relação ao estabelecido na Resolução Conama nº 406 de 2009 na mesma intensidade de corte. A taxa de crescimento maior que estabelecido na legislação já era esperado, uma vez que se trata de um grupo numeroso de árvores comerciais de rápido crescimento, assim possibilitando um incremento em volume acumulado maior.

O IPA de 2,33 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> observado para árvores com diâmetro utilizando esta metodologia possibilitou o mesmo ciclo de corte de 13 anos da metodologia utilizando a Cadeia de Markov. Como discutido anteriormente, este ciclo de corte de 13 é próximo aos ciclos de corte de 10 a 12 anos indicado nos trabalhos de Siviero *et al.* (2020) e Sales *et al.*, (2021) para a mesma área e condições de manejo II. Estes resultados reafirmam que uma área de floresta antropizada pós enriquecimento florestal, pode ser manejada com um DMC de 25 cm e ciclo de corte menor, pois o crescimento atual é compatível com as mudanças nas técnicas de manejo.

Também utilizando uma projeção de manejo para árvores acima de 25 cm de DAP, Braz *et al.* 2012 encontrou uma taxa de crescimento de 1,33 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para uma floresta densa com características de crescimento lento, o que possibilitou um ciclo de corte de 25 anos. Oliveira (2005) observou incremento de 1,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> também para as espécies comerciais com DAP ≥ 20 cm, em tratamento definido como exploração de leve intensidade (Colheita de DAP ≥ 55 cm e desbaste de liberação 20% de área basal), em floresta densa de terra firme na Flona de do Tapajós. Souza *et al.* (2017) observou um incremento de 1,69 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para as

espécies comerciais no Amazonas com  $DAP \geq 15$  em floresta manejada. Também estudando espécies comerciais com  $DAP \geq 15$ , Braz (2010), observou um IPA de  $0,67 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

Todos os trabalhos citados no parágrafo anterior são de estudos de incrementos de classes de diâmetro abaixo do DMC de 50 cm indicado na Resolução Conama 406 de 2009 e demonstram que a redução do DMC pode ser uma alternativa para aumentar a produtividade da floresta.

Outro fator que justifica o aumento da produção da floresta antropizada é a composição florística existente na área e práticas de enriquecimento florestal com paricá. O estudo de Machado (2021) na mesma área, corrobora esta análise, uma vez que obteve um IPA de  $7,75 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  para todos do indivíduo da comunidade com  $DAP \geq 5$  cm, onde as espécies que mais contribuíram para este incremento foram, *Schizolobium parahyba var. amazonicum* com IPA de  $2,34 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , *Cecropia distachya* com IPA de  $0,35 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , *Inga alba* com IPA de  $0,33 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Espécies presentes no grupo comercial estudado.

## 6. CONCLUSÃO

Diante dos objetivos propostos, pôde-se inferir que:

- A colheita florestal não teve impacto considerável na estrutura diamétrica da floresta, mantendo uma distribuição em forma de j invertido por todo o período projetado.
- A floresta antropizada pós enriquecimento florestal, apresentou para espécies comerciais uma previsão de recuperação rápida do volume de  $29,99 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  colhido. A produtividade é devido a composição florística, composta principalmente por espécies de rápido crescimento, enriquecimento florestal com *Schizolobium parahyba var. amazonicum* e inovação com a inserção da espécie do gênero *Cecropia* sp., na cadeia produtiva industrial.
- Para o cenário de manejo I, onde foi considerado o crescimento apenas de espécies comerciais e com  $DAP \geq 50$  cm, estimou-se que um ciclo de corte de 24 a 27 para uma colheita de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  é adequado ao crescimento atual da floresta.
- Para o cenário de manejo II, onde foi considerado o crescimento de espécies com  $DAP \geq 25$  cm, estimou-se que um ciclo de corte de 13 anos para uma colheita de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  é adequado ao crescimento atual da floresta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, jan. 2014.

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre: um manual para produção de madeira na Amazônia**. Belém: Imazon/USAID/WWF, 1998.

ANGELO, H.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, A. N.; POMPERMAYER, R. S. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. **Floresta**, Curitiba, PR, v.44, n.3, p.341-348, 2014.

ARAUJO, H. J. B. **Crescimento de Espécies Madeireiras Comerciais em Florestas no Acre**. Embrapa Acre, 63P. 2018a.

ARAUJO, H. J. B. Crescimento de espécies madeireiras em uma floresta acreana e compatibilidade com a legislação florestal. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 2, p. 113-123, abr./jun. 2016b.

ARAUJO, H. J. B.; CORREIA, M. F.; SIVIERO, A.; MACEDO, P. E. F.; OLIVEIRA, L. C. **Plantios de enriquecimento em florestas de produção no Acre**. Embrapa-AC, Circular técnica 66. 2013. 18p.

AUSTREGÉSILO, S. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma floresta estacional semidecidual secundária. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, 227-232. 2004.

AVILA, A. L.; RUSCHEL, A. R.; CARVALHO, J. O. P.; MAZZEI, L.; SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C.; ARAÚJO, M. M.; DORMANN, C. F.; BAUHUS, J. 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, 2015.

AZEVEDO, C. P.; SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. Um modelo de matriz de transição para prognose do crescimento de um povoamento natural remanescente não manejado de mata atlântica. **R. Árvore**, Viçosa, v.19, n.2, p.187-199, 1995.

AZEVEDO, C.P.; SANQUETTA, C.R.; SILVA, J.N.M.; MACHADO, S.A. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. **Floresta**, v.38, n.2, p.277-293, 2008.

BAIMA, A. M. V.; SILVA, S. M. A.; SILVA, J. N. M. Equações de volume para floresta tropical de terra firme em Moju, PA. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; YARED, J. A. C. (Eds.). **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental - DFID, 2001. p. 367-392.

BOM, R. P. **Proposição de um sistema de manejo para floresta nativa objetivando a sustentabilidade da produção**. 1996. 216 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Paraná, 1996.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 406, 2 de fevereiro de 2009. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 06 fev. 2009. Seção 1. p. 100.

BRASIL. **Decreto Federal 5.975, de 30 de novembro de 2006**. Disponível em: [http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1362/legislacao\\_meio\\_ambiente\\_2ed.pdf](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/1362/legislacao_meio_ambiente_2ed.pdf). Publicado no Diário Oficial de União em 01 de dezembro de 2006.

BRASIL. **Decreto N° 1.282**, de 19 de Outubro 1995. Regulamenta os arts. 15, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei N° 11.284**, de 02 de Março de 2006. “Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável”.

BRASIL. **Lei N° 12.651**, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa 04, de 11 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável-APAT, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/IBAMA. **Instrução Normativa 05, de 11 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFS nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/>

BRAZ, E. M. **Subsídios para o plano do manejo de florestas tropicais da Amazônia**. 2010. 236 f. Tese (Doutorado Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - PR, 2010.

BRAZ, E. M; MATTOS, P. P; ARCO-VERDE, M. F; BASSO, R. O; CANETTI, A. **Otimização do ciclo de corte na Floresta Amazônica sob o ponto de vista econômico**. Embrapa (Comunicado técnico 402). 2017. 7p.

BRAZ, E. M; SCHNEIDER, P. R; MATTOS, P. P; SELLE, F. T. G. L; OLIVEIRA, M. F; OLIVEIRA, L. C. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 787-794, out.-dez., 2012.

BRUNER, H. D.; MOSER Jr, J. W. A Markov chain approach to the prediction of diameter distributions in uneven-aged forest stands. **Canadian Journal of Forest Research**, Ontario, v. 4, p. 409-417, 1973.

BUONGIORNO, J.; MICHIE, B. R. A matrix modelo of unevenaged forest management. **Forest Science**, Washington, v. 12, n. 1, p.109-122. 2002.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 605 p.

CARDOSO, J. F. **Dinâmica da distribuição diamétrica de um fragmento enriquecido na região do arco do desmatamento – Dom Elizeu, Pará.** 2022. p. 67. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2022.

CARNEIRO, V. A.; CONCEIÇÃO, E. C. As Embaúbas (*Cecropia Glaziovii* Snethl.) da “voçoroca do urubu” em Anápolis (GO) - um relato de experiência etnobotânica. **Revista Percursos – NEMO.** Maringá, v. 12, n.1 , p. 19- 48, 2020.

CASTRO, T. C. **Crescimento e produção de uma floresta após a colheita de madeira e a aplicação de tratamentos silviculturais na Floresta Nacional do Tapajós.** Tese (Doutor em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural Da Amazônia - UFRA, Belém. 2017.

CERQUEIRA, R. M.; JARDIM, M. A. G.; SILVA JUNIOR, L. L. M.; PAIXÃO, L. P.; MARTINS, M. B. Fitossociologia do estrato arbóreo em floresta nativa e em áreas do programa de recuperação de áreas degradadas sob influência da mineração, Paragominas, Pará, Brasil. **Nature and Conservation**, v.14, n.3, p.22-41, 2021.

CELPLAC. **Madeiras de paricá.** Disponível em:< [CIPEM - Centro das Indústrias Produtoras e Exportadoras de Madeira do Estado de Mato Grosso. \*\*O manejo florestal sustentável do Ipê no Brasil.\*\* 2021. Disponível em:< <https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/especial-publicitario/cipem/noticia/2021/01/22/o-manejo-florestal-sustentavel-do-ipe-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 07 mar. 2022.](http://www.celplac.com.br/novidades/parica/#:~:text=O%20metro%20c%C3%BAbico%20do%20paric%C3%A1,nesta%20regi%C3%A3o%E2%80%9D%2C%20explica%20Marcos.>.</a> Acesso em: 10 dez.. 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

CHASSOT, T; FLEIG, F. D; FINGER, C. A.. G; LONGHI, S. J. Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em floresta ombrófila mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 303-313, abr.-jun., 2011.

CLICK MUDAS. **Muda de Paricá - Schizolobium amazonicum.** Disponível em: <https://www.clickmudas.com.br/mudas/mudas-nativas-e-exoticas/parica>. Acesso em: 30 nov. 2022.

COLPINI, C; SILVA, V. S. M; SOARES, T. S. Prognose da estrutura diamétrica e da produção de uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional. **Adv. For. Sci.**, Cuiabá, v.4, n.3, p.147-150, 2017.

CORADIN, V. T. R; CAMARGOS, J. A. A. **A estrutura anatômica da madeira e princípios para sua identificação.** Brasília: LPF, 2002. 28 p.

CORTE, A. P. D; SANQUETTA, C. R; BERNI, D. M. (2004). Modelos de simulação para classe diamétrica em *Populus* sp. Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais, 2 (3): 33-40 *apud* COLPINI, C; SILVA, V. S. M; SOARES, T. S. Prognose da estrutura diamétrica e da produção de uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional. **Adv. For. Sci.**, Cuiabá, v.4, n.3, p.147-150, 2017.

COSTA, D.H.M.; SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. Crescimento de árvores

em uma área de terra firme na floresta nacional do Tapajós após a colheita de madeira. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 50, p. 63-76, 2008.

D' OLIVEIRA, M. V. N. **Sustainable Forest Management for Small Farmers in Acre State in the Brazilian Amazon**. 2000. 167 p. PhD thesis (mestrado ou doutorado) - University of Aberdeen Soil and Plant Science Department, Aberdeen. 2000.

D'ARACE, L. M. B. **Regeneração natural em clareiras após a colheita florestal na Amazônia Oriental**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, p. 107, 2019.

DE GRAAF, N.R.; POELS, R.L.H.; ROMPAEY, V. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. **Forest Ecology and Management**, v.124, p.123-135, 1999.

DICIO - Dicionário Online de Português. **Significado de Prognose**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/prognose>. Acesso em: 16 set. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. **Pesquisa mostra que recuperação de floresta degradada gera lucro e preservação ambiental na Amazônia**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31840203/pesquisa-mostra-que-recuperacao-de-floresta-degradada-gera-lucro-e-preservacao-ambiental-na-amazonia>. Acesso em: 25, nov. 2022.

ENCINAS, J. I; SILVA, G. F; J; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. Comunicações Técnicas Florestais, v.7, n.1 Brasília. 2005.

FEITOSA, T. R. **Caracterização, diversidade e similaridade florística de uma floresta intensivamente explorada no município de Dom Eliseu, sudeste do Estado do Pará**. 2015. 41 f. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2015.

FERREIRA, C. A; SILVA, J. N. M; CARVALHO, J. O. P; SANTOS, A. F; AZEVEDO, C. P; LIMA, R. M. B; NEVES, E. J. M; SCHWENGBER, D. R; ARAÚJO, H. J. B. **Manejo florestal na Amazônia brasileira: situação atual e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 1999. 20 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 37).

FERREIRA, J. N; FERREIRA, J.; BLANC, L.; KANASHIRO, M.; LEES, A. C.; BOURGOIN, C.; FREITAS, J. V. de; GAMA, M. B.; LAURENT, F.; MARTINS, M. B.; MOURA, N.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; SOTTA, E. D.; SOUZA, C. R. de; RUSCHEL, A. R.; SCHWARTZ, G.; ZWERTS, J.; SIST, P.. **Degradação florestal na Amazônia: como ultrapassar os limites conceituais, científicos e técnicos para mudar esse cenário**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 29 p.

FERREIRA, M.V.S. **Avaliação econômica do manejo florestal em floresta de terra firme na Amazônia brasileira com aplicação de silvicultura pós-colheita**. 2012. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2012.

FREITAS, J. V.; HIGUCHI, N. Projeções da distribuição diamétrica de uma floresta tropical úmida de terra firme pela cadeia de Markov. In: Congresso Florestal Brasileiro

E I Congresso Florestal Panamericano, 7., 1993, Curitiba. **Anais**. Curitiba: S.B.S./ S.B.E.F., 1993. v. 2, p. 545-548.

GOLMAKANI, A; SILVA, A. A; FREIRE, E. M. S; BARBOSA, M. K; CARVALHO, P. H. G; ALVES, V. L. Cadeias de Markov. **VII Bienal** da Sociedade Brasileira de Matemática Universidade Federal de Alagoas. 2014. 32p.

GOMES, J.M.; CARVALHO, J.O.P.; SILVA, M.G.; NOBRE, D.N.V.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J.E.R.; SANTOS, R.N.J. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras formadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 40, n.1, p.171-178, 2010.

HIGUCHI, N. 1987. **Short-term growth of na undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon**. Tese ( Doctor of Philosophy's Thesis) - Michigan State University. 1987. 129p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M .C.; SILVA, R. P. D. A; LIMA, A. J. N.; PINTO, A. C. M.; ROCHA, R. M.; TRIBUZI, E. S. 2004. **Caracterização da Amazônia e suas potencialidades**. In: Higuchi, M.I.G.; Higuchi, N. (eds.). A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental. Manaus: INPA; Brasília: CNPq. p.1-16: il.

HIGUCHI, N; SANTOS, J. D; RIBEIRO, R. J; FREITAS, J. V; VIEIRA, G; COIC, A R; MINETTE, L. J. 1997. **Crescimento e incremento de uma floresta Amazônica de terra-firme manejada experimentalmente**. In: Workshop Bionte - Aspectos Silviculturais e ecológicos do Manejo Florestal INPA - Manaus- AM.

HINOJOSA, A; MILANÉS, A. **Uma introdução aos processos estocásticos com aplicações**. Departamento de Estatística - ICEX. UFMG. Notas de Aula, S.A.

IBF - Instituto Brasileiro de florestas. 1998. **Bioma Amazônico**. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico>. Acesso em: 05 mar. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. **Amazônia Legal - Sobre a publicação - 2014**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-leal.html?edicao=16194&t=sobre>. Acesso em. 28 fev. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. **Amazônia Legal - Sobre a publicação - 2020**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?edicao=30963>. Acesso. 28 fev. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289>>. Acesso em: 25 jan. 2019.

IDESP - Instituto de Desenvolvimento Economico, Social e Ambiental do Pará. **Estatística Municipal**. Dom Eliseu - PA, 2014.

IFT - Informativo Técnico 1. **Manejo florestal e exploração de impacto reduzido em florestas naturais de produção da Amazônia.** Disponível em: <<http://www.ift.org.br/download/material-tecnico/>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

ITTO - International Tropical Timber Organization. 2017. **Biennial review and assessment of the world timber situation 2015-2016.** Disponível em: [https://www.itto.int/direct/topics/topics\\_pdf\\_download/to\\_ics\\_id=5194&no=1](https://www.itto.int/direct/topics/topics_pdf_download/to_ics_id=5194&no=1). Acesso em: 22 fev. 2022.

LEAL, F. N.; SILVA, C. L. O.; SENA, J. S. Efeito do Desbaste em Clareiras de floresta Secundária sobre o Estabelecimento de Plântulas e Chuva de Sementes. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 210-212, 2007.

LEFKOVITCH, L. P. The study of population growth in organisms grouped by stages. **Biometrics**, Tucson, v.2, n.1, p.1-18, mar. 1965.

LESLIE, P. H. On the user of matrices in certain population mathematics. **Biometrika**, London, v.33, n.3, p.183-212, nov. 1945.

LIMA, J. P. C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, 2013 jan./mar.; 20(1):70-79.

LISBOA, P. L. B.; TEREZO, E. F. M.; SILVA, J. C. A. 1991. **Madeiras Amazônicas: considerações sobre exploração, extinção de espécies e conservação.** Boletim Museu Paraense Emílio Goldi, Sér. Bot. 7(2).

MACHADO, A. S.; BARTOSZEK, A. C. P. S.; OLIVEIRA, E. B. Estudo da estrutura diamétrica para *Araucaria angustifolia* em florestas naturais nos estados da região sul do Brasil. **Revista Floresta**, v. 26, n. ½, p. 59-70, 1997.

MACHADO, H. B. **Caracterização do potencial madeireiro de uma floresta intensamente explorada no sudeste paraense.** 2021. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais (PPGCF), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, p. 92, 2021.

MARTINS, S. V.; SARTORI, M.; FILHO RAPOSO, F.L.; SIMONELI, M.; DADALTO, G.; LIMA PEREIRA, M. L.; SILVA, A. E. S. **Potencial de regeneração natural de florestas nativas nas diferentes regiões do estado do Espírito Santo.** Centro de desenvolvimento do agronegócio. Vitória – ES Março de 2014.

MASSOCA, P. E. S.; JAKOVAC, A. C.C.; BENTOS, T. V.; WILLIAMSON, G. B.; MESQUITA, R. C. G. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 7, n. 3, p. 235-250, 2012.

MENSURAÇÃO FLORESTAL. **Modelo de Árvore Individual.** Disponível em: <http://www.mensuracaoflorestal.com.br/modelo-em-nivel-de-arvore-individual>. Acesso em: 16 set. 2022.

MERRY F.; SOARES FILHO, B.; NEPSTAD, D.; AMACHER, G.; RODRIGUES, H. BALANCING Conservation and economic sustainability: the future of the Amazon timber industry. **Environmental Management**, v.44, p.395–407, 2009.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Amazônia**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia.html#:~:text=As%20estimativas%20situam%20a%20regi%C3%A3o,abundante%20fonte%20de%20riqueza%20natural>. Acesso: 28 fev. 2022.

NOGUEIRA, W. L. P.; FERREIRA, M. J.; MARTINS, N. O. A. Estádio inicial da regeneração natural de espécies arbóreas em área alterada no Estado do Amazonas. **Pesq. flor. bras**, Colombo, v. 38, p. 1-8, 2018.

NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Variações da fisionomia da comunidade arbóreas em um fragmento de floresta semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbaste sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós**. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, L. C. L. Q; JARDIM, F. C. S; GOMES, J.M. Predição do ciclo de corte de espécies arbóreas comerciais por grupos ecológicos em uma floresta na amazônia brasileira. **Rev. Bras. Biom.**, Lavras, v.38, n.1, p.18-34, 2020 - doi: 10.28951/rbb.v38i1.412.

PANAMAZÔNIA II. **Monitoramento da Cobertura Vegetal da Amazônia Sul Americana**. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/laf/panamazonia/>>. Acesso em: 05 mar. 2022.

PARÁ (Estado). Secretaria de Estado e Meio Ambiente. SEMA. Gerência de Sistemas de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais. **Autorização para Exploração Florestal nº 2377/2013 (AUTEF)**. Belém, 2014. Disponível em: <http://monitoramento.sema.pa.gov.br/simlam/index.htm>. Acesso em: 15 dezembro de 2016.

PEDEN, L. M.; WILLIAMS, J. S.; FRAYER, W. E. A Markov model for stand projection. **Forest Science**, v. 19, p.303-14, 1973.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia 2010**. Imazon, Belém – PA, 126p., 2010.

PIRES, I. P. **Crescimento, mortalidade e viabilidade técnica e financeira do Desbaste de Liberação de Copas em uma floresta ombrófila úmida, no leste do Pará**. 2014. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.

PUIG, H. **A floresta tropical úmida**. São Paulo: Editora da UNESP, 2008.

PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Acuracidade de predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiana com a matriz de transição. **Revista Cerne**, V.5, N.1, P.001-014, 1999.

REIS, L. P. et al. Avaliação do potencial madeireiro na Floresta Nacional do Tapajós após 28 anos da exploração florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 265-281, 2010. 10.4336/2010.pfb.30.64.265.

REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, J. N. M.; REIS, P. C. M.; CARVALHO, J. O. P.; SOARES, M. H. M. Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 57, p. 234-243, 2014. 10.4322/rca.ao1401.

REIS, L. P.; SOUZA, A. L. de; REIS, P. C. M. dos; FREITAS, L. J. M. de; SILVA, L. F. da; REGO, L. J. S. Aplicação do método mexicano de ordenamento florestal (MMOF) para estimar o ciclo e intensidade de corte em Floresta na Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 113, p. 187-195, 2017.

REIS, L. P.; TORRES, C. M. M. E. T; SOUZA, A. L; FREITAS, L. J. M; REIS, P. C. M. R; SILVA, L. F; LEITE, R. V. Prognose da distribuição diamétrica por matriz de transição em floresta após colheita no leste da Amazônia. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 28, n. 2, p. 715-724, abr. - jun., 2018.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 1999. 799p.

RICHARDSON, V. A.; PERES, C. A. Temporal decay in timber species composition and value in Amazonian logging concessions. **PLOS ONE**, v.11, 2016.

ROBERTS, M. R.; HRUSKA, A. J. Predicting diameter distributions: a test of the stationary Markov model. **Can. J. For. Res.**, v.16, p.130-135, 1986.

ROCHA, R. M. 2001. **Taxas de Recrutamento e Mortalidade da Floresta de Terra Firme da Bacia do Rio Cuieiras na Região de ManausAM**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 49p. 2001

ROSA, L. S. Ecologia e silvicultura do parica (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia brasileira. **Rev aenc. agrar.**, Belém. n. 45. p. 135-174. Jan/jun. 2006.

SABOGAL, C.; LENTINI, M.; POKORNY, B.; SILVA, J. M. N.; ZWEEDE, J.; VERÍSSIMO, A.; BOSCOLO, M. **Manejo empresarial da Amazônia brasileira**. Belém: CIFOR, 74p., 2006.

SALES, A. **Análise técnica e econômica do cultivo de paricá em sistema agrissilvicultural**. 2018. p. 77. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2018.

SALES, A.; SIVIERO, M. A.; VIEIRA, S. B.; YARED, J. A. G.; RUSCHEL, A. R.; DA SILVA, M. L. Silvicultural Management System Applied to Logged Forests in the Brazilian Amazon: A Case Study of Adaptation of Techniques to Increase the Yield and Diversity of Species Forestry. **Diversity**. 2021, 13, 509. <https://doi.org/10.3390/d13110509>.

SANQUETTA, C. R.; ANGELO, H.; BRENA, D. A. et al. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 65-78, nov. 1996 a.

SANQUETTA, C. R.; ANGELO, H.; BRENA, D. A. et al. Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz Markoviana de potência. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 23-26, jul. 1996 b.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo Sustentado de Florestas Inequiânes Heterogêneas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Ciências Florestais. 2000. 195 p.

SCHWARTZ, G., LOPES, J. do C.A. Loggin in the Brazilian Amazon forest: the challenges of reaching sustainable future cutting cycles. In: Daniels, J.A. (Ed.), **Advances in Environmental Research**. Nova Publishers, New York, p. 113–137, 2015.

SCHWARTZ, G.; PEREIRA, P. C. G.; SIVIERO, M. A.; PEREIRA, J. F.; RUSCHEL, A. R.; YARED, J. A. G. 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, 2017.

SCHULZE, M. Technical and financial analysis of enrichment planting in logging gaps as a potential component of forest management in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 866–879, 2008.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal: Modelos de Crescimento e Produção Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELO, J. M. (1998) **Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e análise estrutural**. In: Scolforo, J.R.S., Ed., **Manejo Florestal**, UFLA/FAEPE, Lavras, 189-206.

SILVA JUNIOR, M. C.; SILVA, A. F. Distribuição dos Diâmetros dos Troncos das Espécies Mais Importantes do Cerrado na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba (EFLEX)-MG. **Acta bot. Bras**, v. 2 (I-2), p. 107-126, 1988.

SILVA, C.S.; SILVA, F.; MATILLA, V.; CARNEIRO, V.M.C.; LIMA, A.J.N.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Avaliação da estrutura de uma floresta submetida a diferentes intensidades de anelamento, 28 anos após a intervenção. **Scientia Forestalis**, v.44, n.112, p. 987-999, 2016.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S. TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de Parcelas Permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira** - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 68p. 2005.

SILVA, J. N. M; CARVALHO, J. O. P; LOPES, J. C. A. **Silvicultura na Amazônia oriental: Contribuições do Projeto Embrapa IDFID**. Resumos Expandidos. Belém, PA, 23 a 25 de fev. 1999.

SILVA, J. N. M; CARVALHO, J. O. P; LOPES, J. C. A; OLIVEIRA, R. P; OLIVEIRA, L. C. 1996. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Rev.** 75(4): 325–329.

SILVA, L. D. **Estoque madeireiro em floresta explorada na Amazônia oriental**. Trabalho de Conclusão do Curso (graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Estudos Superiores de Imperatriz – CESI, Imperatriz, 2016.

SIVIERO, M, A; RUSCHEL, A. R; YARED, J. A. G; VIEIRA, S. B; SALES, A; PEREIRA, J. F; AGUIAR, O. J. R; JUNIOR, S. B; PEREIRA, P. C. G; BERBERIAN, G. A; CONTINI, K. P. S. Manejo de florestas naturais degradadas na Amazônia: estudo de caso sobre critérios de colheita. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 43-59, jan./mar. 2020.

ANTONIO SIVIERO, A; RUSCHEL, R. A; BOAVENTURA, M. B; SIVIERO, T. P. **Nossa indústria madeireira: rumo a sustentabilidade**. Artigo. 2009

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; SILVA, M. L.; RODRIGUES, F. L. Ciclo de Corte econômico ótimo em floresta ombrófila densa de terra firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Arvore**, Viçosa-MG, v. 28, n.5, p. 681-689, 2004.

SOUZA, D.V.; CARVALHO, J.O.P.; MENDES, F.S.; MELO, L.O.; SILVA, J.N.M.; JARDIM, F.C.S. 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, 2015.

SOUZA, M. A. S.; AZEVEDO, C. P.; SOUZA, C. R.; FRANÇA, M. VASCONCELOS NETO, E. L. Dinâmica e Produção de uma Floresta sob Regime de Manejo Sustentável na Amazônia Central. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 47, n. 1, p. 55 – 63, jan. / mar, 2017.

TAFFAREL, M.; CARVALHO, J.O.P.; MELO, L.O.; SILVA, M.G.; GOMES, J.M.; FERREIRA, J.E.R. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Lecythis lurida* (Miers) Mori em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v.24, n.4, p.889-898, 2014.

TAVARES et al., **Estatística Municipal.Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – Fapespa**. Dom Eliseu, Pará. 2016.

TEIXEIRA, L. M; JEFFREY, Q; CHAMBERS, A. R; SILVA, A. J. N. L. et al. Projeção da dinâmica da floresta natural de Terra Firme, região de Manaus-AM, com o uso da cadeia de transição probabilística de Markov. **Acta Amazonica**. vol. 37(3) 2007: 377 - 384.

THIAGO RODRIGUES FEITOSA, T. R; RUSCHEL, A. R; FREITAS, L. J. M; SOARES, M. H. M; MUÑOZ, S. H; GUEDES, M, C. **Crescimento de uma floresta antropizada por exploração madeireira em Dom Eliseu, Estado do Pará**. 65ª Reunião Anual da SBPC, 2013. Disponível em: [www.sbpcnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/3887.htm](http://www.sbpcnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/3887.htm). Acesso em: 30 jul. 2022.

UNEP - United Nations Environment Programme. **Global environmental outlook**. 2012. Disponível. <http://www.unep.org/geo/geo5.asp>. Acesso: 05 mar. 2013.

USHER, M. B. A matrix approach to the management of renewable resources, with special reference to selection forests. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.3, n.2, p.355-367, 1966.

USHER, M. B. A matrix model for forest management. **Biometrics**, p.309-315, 1969.

USHER, M. B. Markovian approaches to ecological succession. **Journal Animal Ecology** 48 (2 : 413-426. 1979.

USHER, M. B. Modelling ecological succession with particular reference to Markovian models. **Vegetatio** 46-47:11-18. 1981.

VAN GARDINGEN, P.R.; VALLE, D.; THOMPSON, IAN. Evaluation of yield regulation options for primary forest in Tapajós National Forest, Brazil. **Forest Ecology and Management**, n.231, p. 184-195, 2006.

VASCONCELOS, S. S.; HIGUCHI, N.; OLIVEIRA, M. V.N. Projeção da distribuição diamétrica de uma floresta explorada seletivamente na Amazônia Ocidental. **Revista Acta Amazônica**, v. 39, n. 1, p. 71-80, 2009.

VATRAZ, S.; CARVALHO, J.O.P.; GOMES, J.M.; TAFFAREL, M.; FERREIRA, J.E.R. Efeitos de tratamentos silviculturais sobre o crescimento de *Laetia procera* (Poepp.) Eichler em Paragominas, PA, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 93, p. 095-102, 2012.

VATRAZ, S.; CARVALHO, J.O.P.; SILVA, J.N.M.; CASTRO, T.C. Efeito da exploração de impacto reduzido na dinâmica do crescimento de uma floresta natural. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 109, p. 261-271, mar. 2016.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**. v.19, n.38, p. 13-44, 2014.

VIDAL, E.; VIANA, V.M.; BATISTA, J.L. Crescimento de floresta tropical três anos após colheita de madeira com e sem manejo florestal na Amazônia oriental. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 133-143, jun. 2002.

WWF Brasil; IMAFLORA. **As concessões florestais na Amazônia brasileira. IV Encontro Diálogos Sustentáveis: Financiamento Para A Conservação**. Brasília, 21 de setembro de 2017.

**ANEXO A - LISTA DAS ESPÉCIE E QUANTIFICAÇÃO DE MADEIRA NATIVA  
AUTORIZADA NO PLANO OPERACIONAL ANUAL - POA**

ESPÉCIES FLORESTAIS DO POA		ÁRVORE	VOLUME	
Nome científico	Nome Popular	Nº	M³.ha <sup>-1</sup>	Total
<i>Annona</i> sp.	Ata	6	0,0397	21,2456
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba	3	0,0476	25,5159
<i>Belluca</i> sp.	Muúba	30	0,0736	39,4462
<i>Brosimum lanciferum</i> Ducke	Conduru	1	0,0005	0,2496
<i>Campomanesia eugenioides</i> (cambess.)D.Legrand	Gabiroba	1	0,0003	0,1426
<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	Imbaúba	2443	5,2528	2.813,4114
<i>Cenostigma tocantinum</i> Ducke	Pau-preto	88	1,0635	569,6225
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)Oken	Freijó	129	0,3172	169,9180
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Freijó	15	0,0272	14,5753
<i>Couepia</i> sp.	Coco-pau	6	0,1603	85,8531
<i>Couratari</i> sp.	Tauari-rosa	2	0,0322	17,2373
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.)Willd.	Camura	1	0,0023	1,2578
<i>Enterolobium contortisiliauum</i> (Vell.) Morong	Tamburil	1	0,0036	1,9259
<i>Eschweilera ovato</i> (Cambess.) Miers	Matamatá- preto	18	0,1053	56,4022
<i>Eschweilera parviflora</i> (Albl.) Miers	Matamatá	66	0,2496	133,6625
<i>Eugenia lanbertiana</i> DC.	Goiabinha	56	0,1328	71,1084
<i>Ficus catappifolia</i> Kunth & Bouché	Caxinguba	3	0,1081	57,8761
<i>Geissospermum sericeum</i> (Sagot) Benth	Quina	59	0,6657	356,5616
<i>Goupia glaba</i> Aubl.	Cupiúba	1	0,0030	1,6099
<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	Embira - preta	7	0,0208	11,1213
<i>Guazumaulmifolia</i> Lam.	Mutamba	4	0,0139	7,4614
<i>Helicostylis pedunculata</i> R.Benoist	Inhare	105	0,3777	202,2709
<i>Hymenaea courbaril</i> .	Jatoba	6	0,0499	26,7121
<i>Inga</i> Sp.	Inga	665	1,0238	548,3336

<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Mamuí	1	0,0013	0,7219
<i>Lecythis lurida</i> (Miers)S.A.Mori	Jarana	12	0,1368	73,2760
<i>Maclura tinctoria</i> (L.)D.Don ex Steud.	Taúba	16	0,2256	120,8320
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	Maçaranduba	14	0,0308	16,5196
<i>Myrcia paivae</i> O. Berg	Goiabarana	1	0,0006	0,3342
<i>Nectandra</i> sp.	Louro-canela	33	0,1672	89,5377
<i>Parkia multijuga</i> benth.	Faveira	6	0,1158	62,0462
<i>Pausandra densiflora</i> laol.	Arataciciurana	59	0,0650	34,8092
<i>Peltogyne lecointei</i> Ducke	Roxinho	25	0,0847	45,3408
<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	Timborana	72	0,5919	317,0082
<i>Poecilanthe effusa</i> (Huber) Ducke	Amarelinho	134	0,3168	169,6536
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Abiurana	237	0,7862	421,0760
<i>Pouteria pachycarpa</i> Pires	Goibão	88	0,5673	303,8267
<i>Pouteria venosa</i> subsp. <i>amazonica</i> T.D.Penn.	Guajará	14	0,1524	81,6291
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl) Decne.& Planch.	Mandiocão	19	0,0683	36,5897
<i>Scheizolobium amazonicum</i> (Huber) Ducke	Paricá	4440	12,2354	6.553,2895
<i>Sclerelobium paniculatum</i> var. <i>rubiginosum</i> (Mart. ex tul.) benth	Taxi-branco	16	0,0623	33,3753
<i>Senna multijulga</i> (Rich.)Irwin & Bam.	Canafistula	1	0,0016	0,8487
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá	3	0,0041	2,2108
<i>Sterculina pluriens</i> (Aubl.) K.Schum.	Axixá	184	0,6335	339,2855
<i>Strychnos pseudo-quina</i> A.St.-Hil.	Quina-branca	72	0,1817	92,3381
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichois.	Ipê	8	0,0555	29,7493
<i>Talisia</i> sp.	Pitomba	75	0,2248	120,4279
<i>Terminalia tanibouca</i> Rich.	Tanibuca	2	0,0117	6,2522
<i>Trattinnickia burseraefolia</i> (Mart.) Willd.	Amescla	1106	2,6779	1.434,2673
<i>Virola michelia</i> heckel.	Ucuúba-da- terra-firme	65	0,2490	133,3559

<i>Vochysia maxima</i> Ducke.	Cedrorana	2	0,0048	2,5882
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Limãozinho	248	0,5370	298,3447
<i>Zollernia paraensis</i> Huber.	Pau-santo	2	0,0177	9,4753
	<b>TOTAL</b>	<b>10671</b>	<b>29,9991</b>	<b>16.067,5308</b>