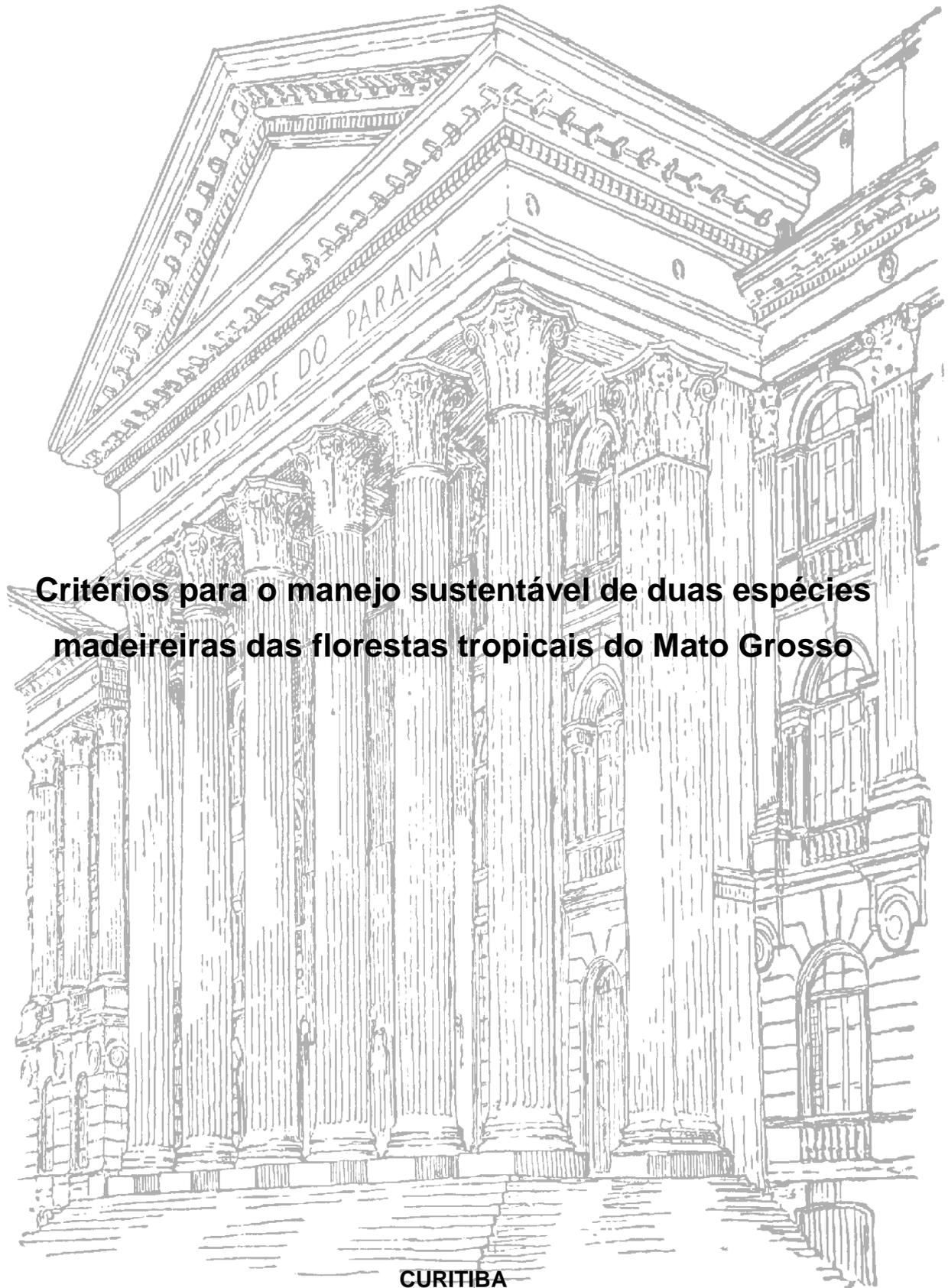


MARIANA FERRAZ DE OLIVEIRA



**Crerios para o manejo sustentvel de duas espccies  
madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**

CURITIBA

2014

**MARIANA FERRAZ DE OLIVEIRA**

**Critérios para o manejo sustentável de duas espécies  
madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**

Dissertação apresentada à Comissão Examinadora, como requisito parcial à obtenção do Título de “Mestre em Ciências Florestais – M.Sc.”. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Carlos Rosot

Co-orientadores: Dr. Evaldo Muñoz Braz

Dr<sup>a</sup>. Patrícia Póvoa de Mattos

**CURITIBA**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR  
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Oliveira, Mariana Ferraz de

Critérios para o manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso / Mariana Ferraz de Oliveira. – 2014  
114 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Carlos Rosot

Coorientadores: Dr. Evaldo Muñoz Braz  
Dr<sup>a</sup>. Patrícia Póvoa de Mattos

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 14/03/2014.

Área de concentração: Manejo Florestal

1. Manejo florestal. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Produtividade florestal. 4. Dendrocronologia. 5. Teses. I. Rosot, Nelson Carlos. II. Braz, Evaldo Muñoz. III. Mattos, Patrícia Póvoa de. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.64



Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da  
Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

**PARECER**  
Defesa n°. 1039

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após argüir o(a) mestrando(a) *Mariana Ferraz de Oliveira* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**CRITÉRIOS PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE DUAS ESPÉCIES MADEIREIRAS DAS FLORESTAS TROPICAIS DO MATO GROSSO**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em MANEJO FLORESTAL.



Dr. Randolph Zachow  
Serviço Florestal Brasileiro  
Primeiro examinador

Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima  
Universidade Federal do Paraná  
Segundo examinador

Dr. Nelson Carlos Rosot  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 14 de março de 2014.

Antonio Carlos Batista  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

Agradeço a Universidade Federal do Paraná e ao meu orientador professor Nelson Carlos Rosot pelo apoio e confiança neste trabalho.

Aos meus co-orientadores Patrícia Póvoa de Mattos e Evaldo Muñoz Braz, pesquisadores de renome da Embrapa Florestas, meus mentores e grandes amigos, por toda a atenção, dedicação e conhecimento transmitido nesta longa jornada em que estamos juntos, que vai muito além dessa dissertação.

À empresa de consultoria Elabore, em Sinop, que disponibilizou os dados, ao Sindusmad pelo apoio e confiança, e à Embrapa Florestas que disponibilizou recursos financeiros e humanos além de espaço físico para a realização deste trabalho.

À minha mãe Janete, meu avô Anibal, meus irmãos Vinícius e Letícia, minha prima Mila e demais familiares por todo suporte psicológico e amor dedicado a mim. Ao meu pai e engenheiro florestal José Capucho Júnior pela inspiração e exemplo profissional. Ao meu grande amor, companheiro e parceiro de trabalho Vitor Domene, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis e presença em todos os momentos felizes.

Às minhas amigas e parceiras de trabalho, Aline Canetti, Andréia Taborda, Rafaella Curto e Maíra Macedo, pela contribuição nesta pesquisa e amizade incondicional. Ao querido Jonatas Gueller, técnico laboratorial que tanto contribuiu para este trabalho. À pesquisadora Marilice Garrastazu pela disponibilidade e conhecimento que foram de grande ajuda.

A todos que participaram direta ou indiretamente deste trabalho que tanto me orgulha.

***Dedico***

*À memória de Maria Aparecida de Oliveira*

*Minha amada e saudosa avó*

## SUMÁRIO

|  | Página      |
|--|-------------|
| Sumário .....  | ii          |
| Lista de tabelas .....   | iv          |
| Lista de figuras .....   | vi          |
| <b>Resumo</b> .....  | <b>viii</b> |
| <b>Abstract</b> .....  | <b>ix</b>   |
| 1. <b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>1</b>    |
| 1.1 <b>Justificativa</b> .....   | 1           |
| 1.2 <b>Objetivos</b> .....   | 3           |
| 2. <b>CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO VEGETACIONAL DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....  | <b>4</b>    |
| 2.1 <b>Introdução</b> .....  | 4           |
| 2.2 <b>Revisão bibliográfica</b> .....   | 6           |
| 2.3 <b>Metodologia</b> .....   | 12          |
| 2.4 <b>Resultados e discussão</b> .....  | 17          |
| 2.5 <b>Conclusão</b> .....   | 32          |
| 3. <b>CAPÍTULO III – DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL PARA ESTIMAR A DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE <i>Goupia glabra</i> e <i>Qualea albiflora</i></b> ..... | <b>34</b>   |
| 3.1 <b>Introdução</b> .....  | 34          |
| 3.2 <b>Revisão bibliográfica</b> .....   | 35          |
| 3.3 <b>Metodologia</b> .....   | 43          |
| 3.4 <b>Resultados e discussão</b> .....  | 45          |
| 3.5 <b>Conclusão</b> .....   | 63          |
| 4. <b>CAPÍTULO IV – PADRÃO DE CRESCIMENTO DE <i>Goupia glabra</i> e <i>Qualea albiflora</i></b> .....  | <b>64</b>   |
| 4.1 <b>Introdução</b> .....  | 64          |
| 4.2 <b>Revisão bibliográfica</b> .....   | 65          |
| 4.3 <b>Metodologia</b> .....   | 70          |

|   |            |
|---|------------|
| <b>4.4 Resultados e discussão .....</b>   | <b>75</b>  |
| <b>4.5 Conclusão.....</b>   | <b>92</b>  |
| <b>5. CAPÍTULO V – SUBSÍDIOS PARA O MANEJO FLORESTAL DE<br/>        ESPÉCIES COMERCIAIS .....</b> | <b>94</b>  |
| <b>Referências .....</b>  | <b>100</b> |

## LISTA DE TABELAS

Página

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1.</b> Espécies presentes na área de estudo, em um total de 789 unidades amostrais.....  | 19 |
| <b>Tabela 2.</b> Resultados florísticos obtidos considerando a área de 789 unidades amostrais.....   | 21 |
| <b>Tabela 3.</b> Índice de agregação de McGuinnes (IGA).....   | 26 |
| <b>Tabela 4.</b> Distribuição diamétrica dos indivíduos encontrados na área de estudo.....   | 29 |
| <b>Tabela 5.</b> Vantagens e desvantagens do inventário florestal 100% - censo.....  | 41 |
| <b>Tabela 6.</b> Métodos usados para obtenção do número de classes.....  | 44 |
| <b>Tabela 7.</b> Modelos usados para estimativa do número de árvores por classe diamétrica.  | 44 |
| <b>Tabela 8.</b> Descrição das classes diamétricas.....  | 46 |
| <b>Tabela 9.</b> Estatísticas dos modelos de distribuição diamétrica testados para o censo.  | 47 |
| <b>Tabela 10.</b> Estimativa percentual por classe diamétrica para o censo.....  | 49 |
| <b>Tabela 11.</b> Estatísticas dos modelos de distribuição diamétrica testados para a espécie <i>Qualea albiflora</i> .....  | 51 |
| <b>Tabela 12.</b> Estimativa percentual por classe diamétrica para a espécie <i>Qualea albiflora</i> .   | 53 |
| <b>Tabela 13.</b> Estatísticas dos modelos de distribuição diamétrica testados para a espécie <i>Goupia glabra</i> .....   | 54 |
| <b>Tabela 14.</b> Estimativa percentual por classe diamétrica para a espécie <i>Goupia glabra</i> .  | 56 |
| <b>Tabela 15.</b> Resultado do ranqueamento para a escolha do modelo que melhor estima a distribuição diamétrica para cada intensidade amostral, para o censo e para as espécies selecionadas..... | 57 |
| <b>Tabela 16.</b> Resultados estatísticos da estimativa da distribuição diamétrica por intensidade amostral e validação por meio do teste do $\chi^2$ , para o censo.....                          | 59 |
| <b>Tabela 17.</b> Resultados da estatística descritiva do número de espécies por parcela.....  | 61 |
| <b>Tabela 18.</b> Resultados estatísticos da estimativa da distribuição diamétrica por intensidade amostral e validação por meio do teste do $\chi^2$ , para <i>Qualea albiflora</i> .....         | 62 |
| <b>Tabela 19.</b> Resultados estatísticos da estimativa da distribuição diamétrica por intensidade amostral e validação por meio do teste do $\chi^2$ , para <i>Goupia glabra</i> .....            | 62 |
| <b>Tabela 20.</b> Modelos de crescimento testados para <i>Goupia glabra</i> e <i>Qualea albiflora</i> ....   | 74 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 21.</b> Resultados obtidos por meio da medição dos anéis de crescimento de <i>Qualea albiflora</i> .....            | 76 |
| <b>Tabela 22.</b> Resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para <i>Qualea albiflora</i> .....                  | 77 |
| <b>Tabela 23.</b> Ranqueamento dos resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para <i>Qualea albiflora</i> ..... | 77 |
| <b>Tabela 24.</b> Resultados obtidos por meio da medição dos anéis de crescimento de <i>Goupia glabra</i> .....               | 84 |
| <b>Tabela 25.</b> Resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para <i>Goupia glabra</i> .....                     | 85 |
| <b>Tabela 26.</b> Ranqueamento dos resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para <i>Goupia glabra</i> .....    | 85 |
| <b>Tabela 27.</b> Número de indivíduos e tempo de passagem por classe de diâmetro para as duas espécies analisadas.....       | 92 |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| <b>Figura 1.</b> Mapa de localização da área de estudo.....   | 13     |
| <b>Figura 2.</b> Vegetação na área de estudo.....   | 13     |
| <b>Figura 3.</b> Área de estudo com plano de manejo aprovado.....   | 14     |
| <b>Figura 4.</b> Mapa da densidade de Kernel para a espécie <i>Qualea albiflora</i> e <i>Goupia glabra</i> .....  | 23     |
| <b>Figura 5.</b> Dispersão da espécie <i>Qualea albiflora</i> .....   | 27     |
| <b>Figura 6.</b> Dispersão da espécie <i>Goupia glabra</i> .....  | 28     |
| <b>Figura 7.</b> Mapa da distribuição dos indivíduos de <i>Qualea albiflora</i> em classes de diâmetro.   | 30     |
| <b>Figura 8.</b> Mapa da distribuição dos indivíduos de <i>Goupia glabra</i> em classes de diâmetro.  | 31     |
| <b>Figura 9.</b> Distribuição diamétrica para o total da área segundo amostragem.....   | 32     |
| <b>Figura 10.</b> Parcelas virtuais distribuídas aleatoriamente pela área de estudo.....  | 45     |
| <b>Figura 11.</b> Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para o censo.....   | 48     |
| <b>Figura 12.</b> Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para a espécie <i>Qualea albiflora</i> .....                                      | 52     |
| <b>Figura 13.</b> Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para a espécie <i>Goupia glabra</i> .....   | 55     |
| <b>Figura 14.</b> Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para cada intensidade amostral, para o censo e para as espécies selecionadas..... | 58     |
| <b>Figura 15.</b> Análise gráfica do número de espécies que não são amostradas nas intensidades amostrais.....  | 60     |
| <b>Figura 16.</b> Curva de crescimento.....   | 68     |
| <b>Figura 17.</b> Curva de produção.....  | 68     |
| <b>Figura 18.</b> Coleta das amostras para análise dendrocronológica.....   | 71     |
| <b>Figura 19.</b> Preparo das amostras e discos lixados.....  | 72     |
| <b>Figura 20.</b> Limite dos anéis de crescimento de <i>Qualea albiflora</i> (A) e <i>Goupia glabra</i> (B). ...  | 73     |
| <b>Figura 21.</b> Identificação e marcação dos anéis de crescimento.....  | 73     |
| <b>Figura 22.</b> Curvas de crescimento estimadas pelas equações de Logística, Gompertz e Schumacher para <i>Qualea albiflora</i> .....                         | 78     |
| <b>Figura 23.</b> Distribuição de resíduos para o modelo Schumacher para <i>Qualea albiflora</i> .....  | 79     |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 24.</b> Curva de crescimento estimada pela equação de Schumacher para a espécie <i>Qualea albiflora</i> , em função da idade.....           | 80 |
| <b>Figura 25.</b> Curvas de produção estimadas pela equação de Schumacher para a espécie <i>Qualea albiflora</i> , em função da idade.....            | 80 |
| <b>Figura 26.</b> Classes de crescimento diferenciado para <i>Qualea albiflora</i> .....  | 81 |
| <b>Figura 27.</b> Tempo de passagem entre classes diamétricas para a espécie <i>Qualea albiflora</i> .  | 82 |
| <b>Figura 28.</b> Área basal acumulada da população da espécie <i>Qualea albiflora</i> em função do tempo.....  | 83 |
| <b>Figura 29.</b> Curvas de crescimento estimadas pelas equações de Chapman, Gompertz e Schumacher para <i>Goupia glabra</i> .....                    | 86 |
| <b>Figura 30.</b> Distribuição de resíduos para o modelo Schumacher para <i>Goupia glabra</i> .....   | 87 |
| <b>Figura 31.</b> Curva de crescimento estimada pela equação de Schumacher para a espécie <i>Goupia glabra</i> , em função da idade.....              | 88 |
| <b>Figura 32.</b> Curvas de crescimento e produção estimadas pela equação de Schumacher para a espécie <i>Goupia glabra</i> , em função da idade..... | 88 |
| <b>Figura 33.</b> Classes de crescimento diferenciadas para <i>Goupia glabra</i> .....  | 89 |
| <b>Figura 34.</b> Tempo de passagem entre classes diamétricas para a espécie <i>Goupia glabra</i> .   | 90 |
| <b>Figura 35.</b> Área basal acumulada da população da espécie <i>Goupia glabra</i> em função do tempo.....   | 91 |

## RESUMO

A necessidade de entendimento da dinâmica de espécies de florestas tropicais aumenta à medida que se busca a sustentabilidade do manejo. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a vegetação da área de estudo, identificar a intensidade amostral ótima, e determinar a distribuição diamétrica e o padrão de crescimento para as duas espécies comerciais, buscando subsidiar o manejo sustentável na região. Foram utilizados dados do inventário 100%, com árvores de DAP  $\geq 30$  cm, em uma área de manejo no município de Santa Carmem, MT. Foram testados seis modelos de função de densidade probabilística para modelagem da distribuição diamétrica, selecionando-se o melhor por Kolmogorov-Smirnov. A determinação da intensidade amostral foi analisada usando parcelas simuladas de 1 ha, sendo a melhor selecionada por Qui-quadrado. A determinação do padrão de crescimento das espécies selecionadas foi feita a partir da medição e datação dos anéis de crescimento em discos de *Qualea albiflora* (23) e de *Goupia glabra* (15). Foram testados cinco modelos de crescimento, e o melhor foi escolhido com base nos resultados estatísticos e análise gráfica. Com os dados estimados pela equação de crescimento foi determinado o tempo de passagem entre classes diamétricas. A área de estudo apresentou 22 famílias entre 36 espécies reconhecidas. O modelo que melhor estimou a distribuição diamétrica considerando todas as espécies, bem como para as duas espécies selecionadas foi o Sb de Johnson e a intensidade amostral que melhor reflete a distribuição de diâmetro real foi 5% quando consideradas todas as espécies do censo e 10% para ambas as espécies individualmente. A equação que melhor refletiu o padrão de crescimento das espécies estudadas foi a de Schumacher. O incremento médio anual em diâmetro da *Q. albiflora* foi de 0,7 cm.ano<sup>-1</sup> e de *G. glabra* 0,5 cm.ano<sup>-1</sup>. Observou-se para *Q. albiflora* um ponto ótimo de produção aos 38 cm de DAP e 57 anos e para *G. glabra*, 38 cm e 78 anos. O tempo de passagem observado nas classes remanescentes foi em média 15 anos para *Q. albiflora* e 23 anos de *G. glabra*. A área de estudo apresenta grande potencial para a realização de um plano de manejo florestal sustentável, desde que também sejam considerados no planejamento os critérios técnicos apresentados nesse trabalho.

**Palavras-chaves:** Dendrocronologia, Manejo Florestal Sustentável, Amazônia, *Qualea albiflora*, *Goupia glabra*.

## ABSTRACT

The demand to understand the dynamics of tropical forests increases as it is aimed the forest management sustainability. The objective of this study was to characterize the vegetation of the studying area, identify the optimal sampling intensity, and to determine the diameter distribution and growth pattern for two wood species. This information will support sustainable management in the region. Data were obtained from 100% forest inventory in a forest management in Santa Carmem, Mato Grosso State, Brazil, including all trees DBH  $\geq$  30 cm. Six models of probability density function for modeling diameter distribution were tested, selecting the best by Kolmogorov-Smirnov test. The determination of sampling intensity was analyzed using virtual plots of 1 ha, and the best sample intensity was selected by Chi-square test. The determination of the growth pattern of the selected species was taken from the measurement and cross dating of growth ring series obtained in disks of *Qualeaalbiflora* (23 disks) and *Goupiaglabra* ( 15 disks). Five growth models were tested, and the best was chosen based on statistical results and graphical analysis. With data estimated by the growth equation it was determined the transit period between diameter classes. The study area presented 22 recognized families and 36 species. The model that estimated the diameter distribution considering all species, as well as for the two selected species was Sb Johnson and the sampling intensity that best reflected the actual diameter distribution was 5% when considering all species from 100% inventory, and 10% for both species separately. The equation that best reflected the growth pattern of the species was Schumacher. The average annual increment of *Q. albiflora* was 0.7 cm yr<sup>-1</sup> and of *G. glabra* was 0.5 cm yr<sup>-1</sup>. It was observed for *Q. albiflora* the higher production point at 38 cm of DBH and 57 years and for *G. glabra*, 38 cm of DBH and 78 years. The passage period observed in the remaining classes was on average 15 years to *Q. albiflora* and 23 years to *G. glabra*. The study area has great potential for sustainable forest management, but must be considered the technical criteria presented in this work.

**Key words:** Dendrochronology, sustainable forest management, Amazonia, *Qualea albiflora*, *Goupia glabra*.

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

### 1.1 Justificativa

A principal característica das florestas tropicais é sua heterogeneidade, que consiste na ocorrência de diversas tipologias florestais distribuídas em diferentes sítios com atributos biofísicos específicos (PUTZ, 1993). Esta é também uma das maiores dificuldades encontradas atualmente no manejo florestal nos trópicos, pois, com dezenas de espécies da flora distribuídas em micro-sítios específicos, o entendimento de suas relações seria complexo (BUONGIORNO & GILLESS, 1987). Entretanto, já existem atualmente, várias ferramentas que podem dirimir razoavelmente este problema, tais como pesquisa operacional, análise de agrupamento, sistemas de informações geográficas, dendrocronologia, dentre outras, além do enorme avanço da informática. Estas ferramentas, as quais possibilitariam a otimização do manejo, têm sido, em sua quase totalidade, negligenciadas. Para Leuschner (1992), um ponto principal relativo às normas de manejo para florestas ineqüilibradas é que estas podem ser desenvolvidas a partir de informações quantitativas e não necessariamente devem partir de bases subjetivas, como tem sido feito praticamente até agora.

A aparente dificuldade de entendimento das complexas relações ambientais das florestas tropicais está refletida na legislação florestal atual (BRASIL, 2008), que estabelece critérios para o manejo das espécies nativas. O manejo com critérios genéricos engloba espécies de diferentes grupos ecológicos, densidades variadas e ritmos de crescimentos distintos, fato este que pode comprometer o manejo sustentável. Muitas vezes, verifica-se que a taxa de extração aparece unicamente em metros cúbicos, sem uma explicação da origem do valor sugerido. Não existe plano algum apresentado formalmente que considere seu cálculo, ou sequer a estimativa da mesma. Normalmente, ela simplesmente é estimada em metros cúbicos, sem menção às espécies e sua possibilidade de recuperação de estoque (BRAZ, 2010). O conceito “manejo de florestas naturais” não estará completo, em qualquer plano de manejo se não contiver uma previsão razoável, de quanto a floresta (espécies principais comerciais) pode recuperar dentro de um intervalo de tempo (BRAZ, 2012).

Por outro lado o manejo de florestas naturais tem atraído cada vez menos os produtores, pois não lhes são oferecidas ferramentas de gestão adequadas, ou seja,

ferramentas que além de garantir ganhos ambientais também garantam melhores formas de gestão, com redução de custos e maior produtividade. Essas ferramentas estão disponíveis, mas são pouco usadas e tampouco exigidas nos planos de manejo (BRAZ, 2010).

Um diferencial para a melhoria das propostas de manejo em florestas tropicais é a incorporação de dados de crescimento das espécies com potencial de exploração, por meio do estudo dos anéis de crescimento, como complemento às informações do monitoramento das parcelas permanentes. A principal vantagem é que a informação dos anéis de crescimento cobre um período muito mais longo do que as informações de crescimento atualmente disponíveis a partir do monitoramento das parcelas permanentes (PP), possibilitando a análise e determinação com maior precisão do ritmo de crescimento de cada espécie ou grupo de espécies, como em trabalhos desenvolvidos em espécies da Amazônia (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006, SCHONGART, 2008; CANETTI et al., 2013; MATTOS et al., 2013).

Fundamentado nisso, este trabalho visa à aplicação de informações detalhadas sobre o ritmo de crescimento com base em informações de séries longas de crescimento, mediante estudos dendrocronológicos, possibilitando o planejamento da exploração e respeitando-se os padrões naturais de desenvolvimento da floresta. Este trabalho visa também analisar a estrutura espacial das espécies consideradas e sua relação com o crescimento.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo geral deste trabalho foi definir subsídios para o manejo de espécies de interesse comercial, com base na sua dinâmica de crescimento, em floresta amazônica primária, no município de Santa Carmem, estado do Mato Grosso.

### **Os objetivos específicos foram:**

- Fazer a caracterização da vegetação do local de estudo;
- Estimar a distribuição diamétrica para o total da área e para as espécies comerciais selecionadas;
- Definir equações de crescimento para as espécies selecionadas;
- Definir classes de diâmetro ótimas para corte.

## CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO VEGETACIONAL DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Introdução

Devido à sua grande extensão territorial, diferentes tipos de solo e clima, o Brasil apresenta uma enorme diversidade de ecossistemas florestais. E devido à falta de informação e necessidade de espaço físico, esses ecossistemas vem sendo explorados de forma irracional, principalmente em decorrência de abertura de rodovias e aos redores de centro humanos.

De acordo com Freitas et al., (2005), a Amazônia Brasileira ocupa cerca de 5 milhões de km<sup>2</sup>, abrangendo mais de 50% do território nacional, onde abriga mais de 32% das florestas tropicais ainda existentes no mundo.

As florestas de terra-firme, formação importante da região Amazônica, são assim conhecidas por não ocorrerem períodos de inundações. Devido a isso, possuem uma grande diversidade florística, podendo ser divididas em florestas densas, florestas abertas com bambus, florestas de encosta, campinarana, e florestas secas, sendo predominantes as florestas densas (BRAGA, 1979).

Segundo Queiróz (2004), para a manutenção das florestas tropicais de forma sustentável, será necessária a realização de estudos que propiciem a compreensão de como se comportam as espécies desses ambientes, para que possam ser usadas de forma ambientalmente correta, economicamente viável e socialmente justa.

Um plano de manejo adequado deve ser a base para o uso sustentável dos recursos florestais existentes, para a sobrevivência das florestas remanescentes e para a recuperação das florestas degradadas. Sua elaboração só é possível a partir da definição dos parâmetros de um ecossistema florestal, que devem ser fundamentados por um inventário florestal (UBIALLI, 2007).

O inventário florestal é uma atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos existentes em uma área pré-especificada (Péllico Netto & Brena, 1993).

Basicamente, os inventários em florestas destinadas ao uso sustentado podem ser de três tipos (ARAÚJO, 2006):

- **Inventário de reconhecimento ou diagnóstico:** realizado antes da implantação de um plano de manejo. Tem como objetivo analisar a composição e a estrutura da floresta, abordando todos os indivíduos e permitindo determinar seu potencial para o manejo. É feito por métodos de amostragem em bases estatísticas em que são mensuradas e avaliadas as parcelas, a uma intensidade amostral pré-estabelecida, cujos resultados são estendidos à área total a ser manejada;
- **Inventário a 100% ou pré-exploratório:** é realizado em áreas onde está em execução um plano de manejo florestal. Tem o propósito de determinar, com bom grau de precisão, o estoque de madeira para fins de planejamento da exploração. Neste inventário é realizada em toda a área de manejo prevista para exploração, a medição de todas as árvores adultas ocorrentes a partir de um DAP mínimo estabelecido por lei, que para região Amazônica é de 50 cm, mapeando-as e classificando-as. É realizado antes da exploração florestal, possibilitando a definição das espécies a explorar e a estimativa dos respectivos volumes. Atualmente este inventário é feito igual e acima de 30 cm, para ter uma estimativa das árvores de estoque para o próximo ciclo;
- **Inventário contínuo ou de monitoramento:** pode ser realizado em áreas florestais em qualquer situação. Tem como objetivo analisar e acompanhar o desenvolvimento estrutural de uma floresta ao longo do tempo através de mensurações sucessivas, por meio de parcelas permanentes ou temporárias. Busca avaliar o comportamento de uma floresta frente às causas naturais de alteração e, principalmente, às intervenções de exploração promovidas por atividades de manejo florestal. São avaliados ingressos e mortalidade de árvores, crescimento volumétrico, reações da regeneração natural, danos provocados pela exploração, entre outros.

A obtenção de informações das características de todas as espécies de uma população florestal, proporcionado pelo censo florestal, trás, inegavelmente, reflexos altamente positivos para o planejamento e para a condução de uma sistemática de utilização e aproveitamento otimizado desses recursos (UBIALLI, 2007).

Presentemente, contamos com ferramentas práticas que auxiliam o processamento dos dados provenientes do inventário florestal, o que proporciona maior agilidade para a realização de análises de vegetação e planos de manejo para florestas naturais.

De acordo com Almeida et al., (2004), mesmo que atualmente seja ressaltado que na região Amazônica é necessário conciliar a conservação ao desenvolvimento sustentável, poucos estudos foram desenvolvidos analisando as características ecológicas das espécies e sua estrutura nas diferentes tipologias florestais.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo, por meio dos dados provenientes do inventário 100%, a caracterização da área total de estudo.

## **2.2 Revisão bibliográfica**

### **Amazônia**

A bacia amazônica possui uma área aproximada de 5 milhões de km<sup>2</sup>. Compreende seis países da América do Sul: Brasil, Peru, Bolívia, Colômbia, Equador e Venezuela. Essa região tem atraído os olhos do mundo por apresentar um dos índices de diversidade biológicos mais elevados do mundo (MENIN, 2007).

De acordo com Sioli (1991), o clima na bacia Amazônica é predominantemente úmido, com variações diurnas na temperatura do ar. A temperatura média na estação úmida é de aproximadamente 30 °C e na estação seca pode chegar a 26 °C, podendo também ocorrer a “friagem”, que é um fenômeno que ocorre quando uma massa polar atinge a parte central e oeste da Amazônia, podendo a temperatura atingir 10 °C.

A precipitação é bem variada na região Amazônica, sendo que as menores taxas de precipitação se localizam no sul e leste da Amazônia, com precipitação anual abaixo dos 2.000 mm, já as áreas com maiores índices de precipitação se localizam no noroeste da Amazônia, com precipitação anual de 3.600 mm. Os tipos de rios conhecidos para a região são: rios de água branca (barrenta), que tem origem nas áreas de terras altas (Andes); água clara, que provêm dos escudos das guianas e Brasileiros; e água preta, que ocorrem em relevos pouco movimentados em suas cabeceiras (SIOLI, 1991).

Segundo Ab'Saber (2002), seguindo os critérios de suporte ecológico e o padrão de biodiversidade, a Amazônia pode ter seus ecossistemas agrupados em três categorias: “terra-firme”, igapós e “mini-refúgios”.

As florestas de inundações podem ser divididas em igapós, que são banhados por água preta ou clara; e várzeas, também chamadas de igarapés, que são banhadas por águas barrentas. A vegetação desse tipo de ecossistema é tolerante a inundações e dá nome a região em que ocorre, quando apresenta-se nas margens dos rios de água clara ou preta, são chamados igapós, já quando ocorrem ao longo dos igarapés, são denominadas várzeas (SIOLI, 1991).

Segundo Passos & Mason (2005), a substituição das florestas naturais por outros usos de solo tem se impulsionado nas últimas décadas, principalmente pela agricultura mecanizada em larga escala e o extrativismo ilegal de madeira. Isso resulta, segundo os autores, da grande biodiversidade da região Amazônica, o que dificulta o cálculo do potencial econômico florestal, e principalmente o desenvolvimento de tecnologias de utilização da floresta, fato esse, que tem atraído a atenção de cientistas do mundo todo.

### **Considerações sobre a floresta Amazônica**

A Amazônia Brasileira é composta por diferentes formações vegetais, que também são bastante distintas quanto à sua florística, dentre essas formações, destaca-se a Floresta de Terra Firme, que compreende cerca de 90% da região e representa um ecossistema com grande biodiversidade e de maior interesse científico (PIRES, 1972).

Ainda segundo Pires (1972), a Floresta de Terra Firme ocupa diferentes tipos de solo com fertilidade bastante variável. De maneira geral, as árvores são muito altas, com sobreposição de copas, o que determina um sombreamento no solo. A ciclagem de nutrientes é rápida e a regeneração ocorre com espécies capazes de tolerar sombreamento na fase inicial de desenvolvimento. O número de espécies por unidade de área é muito elevado. Destaca-se também a alta ocorrência de espécies raras.

De acordo com Dantas et al., (1980), considerando a extensa área da Amazônia, os levantamentos botânicos disponíveis ainda são insuficientes para se conhecer a composição e estrutura da vegetação, como também todas as espécies de plantas.

## Considerações sobre variáveis fitossociológicas

Ao longo de sua existência, uma comunidade florestal sofre constantes mudanças no que diz respeito a sua estrutura, fisionomia e composição florística. Uma das técnicas para obtenção de informações sobre o estágio sucessional em que se encontra a floresta, assim como sobre as alterações que ela sofre é a análise estrutural da vegetação, de modo que sejam observadas separadamente informações em nível de espécies e as interações relativas aos indivíduos que compõe a comunidade florestal (SCOLFORO & MELLO, 1997).

A análise da estrutura da floresta é uma das técnicas mais utilizadas para se fazer deduções sobre a origem, características ecológicas, dinâmica e tendência sobre seu futuro desenvolvimento. Esse tipo de informação permite a tomada de decisões sobre o tipo de manejo a ser adotado (RIBEIRO et al., 1999).

Ainda de acordo com Ribeiro et al., (1999), a estrutura caracteriza a distribuição dos indivíduos verticalmente, por meio da divisão em estratos definidos pelo limite da altura da árvore, e horizontalmente, corresponde a percentagem do solo coberto pela projeção perpendicular de cada estrato.

Na análise estrutural quantifica-se a participação de cada espécie em relação às outras, verificando a distribuição espacial de cada uma, por meio da determinação do índice de densidade e de frequência (HOSOKAWA 1998).

A soma dos valores relativos de densidade, dominância e frequência, é expressa pelo índice de valor de importância (IVI) (RIBEIRO et al., 1999). Já o valor do índice de valor de cobertura é expresso pela soma da densidade e da dominância da espécie em questão (SCOLFORO & MELLO, 1997).

- **Densidade:** expressa, por unidade de área, a existência de uma espécie em função de um conjunto de espécies. Seu valor relativo é dado em função da proporção de indivíduos de determinada espécie em relação ao número total de indivíduos amostrados (MARTINS, 1993). Uma forma sofisticada de cálculo de densidade é por meio do método de Kernel, que consiste na análise de uma vizinhança circular ao redor de um ponto principal. Aplica-se, então, uma função matemática que vai de 1 na posição do ponto principal a 0 (zero) na fronteira da vizinhança. Caso haja sobreposição de pontos no centro da célula, o valor é obtido pela soma

dos valores de Kernel sobrepostos dividido pela área de cada raio de pesquisa. O valor de Kernel é obtido em unidades específicas.

- **Dominância:** pode ser usada na determinação de qualidade de sítio. Correlacionam dados de altura com suas respectivas áreas basais ou transversais (SCOLFARO & MELLO, 1997).
- **Frequência:** é a porcentagem de ocorrência de uma determinada espécie em uma série de amostras de tamanho uniforme, dentro de uma comunidade (SOUZA, 1973).

A diversidade de uma espécie é dada pela variação e abundância com que ocorre em determinada área. Geralmente, representa a riqueza da espécie, em relação às demais presentes na mesma área. Para estimativa da diversidade de uma espécie foram desenvolvidos inúmeros índices, como o de Cânon, Simpson, etc. (MAGURRAN, 1988).

Dispersão ou distribuição de uma espécie corresponde ao modo como os indivíduos estão distribuídos no ambiente e o seu conhecimento é importante visto que o grau de agregação dos indivíduos pode causar maior impacto sobre a população do que o número médio por unidade de área (MATTEUCCI & COLMA, 1982).

Segundo Barros & Machado (1984), o conhecimento de informações sobre o padrão de distribuição de uma espécie pode servir de base para elaboração de futuros planos de manejo, possibilitando avanços no que se diz respeito aos problemas típicos das florestas tropicais, devido à grande heterogeneidade e complexa dispersão, em particular de espécies de valor comercial.

De acordo com Barros (1980), a distribuição diamétrica é uma variável horizontal de suma importância na elaboração de planos de manejo, constituindo uma maneira fácil de descrever a população.

Assim, segundo Bólos (1990), para que um levantamento fitossociológico seja significativo faz-se necessário que a superfície seja homogênea tanto nas condições ecológicas como na composição florística, e que sua extensão não seja inferior a área mínima da comunidade em questão. No caso das florestas tropicais, que são heterogêneas, a área mínima é consideravelmente maior, podendo variar de 500 m<sup>2</sup> a 1 ha.

## Caracterização das espécies escolhidas

### ***Goupia glabra* – Cupiúba**

Pertencente à família das Goupiaceae, é conhecida popularmente como cupiúba, cupiúba-rosa, cutiúba, cachaceiro, peniqueiro e peroba-do-norte. A árvore apresenta altura de 10 a 40 m, o tronco retilíneo e cilíndrico, podendo alcançar 1,30 m de DAP. A base é reta a acanalada. A casca acinzentada, fendida longitudinalmente mede cerca de 1 cm de espessura e desprende-se em lâminas largas (SCHWENGBER & SMIDERLE, 2005).

O cerne possui coloração castanho-amarelo a avermelhado, o albúrnio é rosado ou castanho. Possui grã reversa, textura média. Os poros são difusos e não possuem um padrão de distribuição, são exclusivamente solitários. Apresenta parênquima apotraqueal difuso ou paratraqueal escasso. Possui densidade média de  $0,84 \text{ g.cm}^{-3}$ , sendo considerada uma madeira pesada (FERREIRA & TONINI, 2004).

A Cupiúba é uma espécie semidecídua, ciófito até heliófito, seletiva xerófito, característica exclusiva da mata pluvial Amazônica de Terra Firme, onde é muito frequente, porém, possui dispersão descontínua e irregular. Ocorre do Panamá à Amazônia brasileira, sendo frequente em todo o estado do Pará e, comumente nos arredores de Manaus (FERREIRA & TONINI, 2004). Ocorre também nos estados do Maranhão, Rondônia e Mato Grosso (SCHWENGBER & SMIDERLE, 2005).

Segundo Lorenzi (1998), a *G. glabra* floresce durante um longo período do ano, predominando, os meses de outubro-novembro.

A espécie se caracteriza por ser uma planta que vai do estágio de plântula ao reprodutivo, com a participação de clareiras em algum momento. São árvores mais longevas do que as pioneiras, alcançando o dossel superior. As sementes têm curta viabilidade, rápida germinação, atrativos para disseminação zoocórica e queda maciça sob a matriz (DANIEL et al., 1990).

De acordo com Lacoste & Alexandre (1991), a cupiúba é uma espécie de grande valor comercial, pois reúne várias particularidades interessantes, como: plasticidade ecológica, excelente adaptação ao solo dos trópicos, facilidade para povoar clareiras, predisposição a uma silvicultura semi-intensiva, rápido crescimento, e madeira com boas qualidades tecnológicas.

A madeira apresenta moderada resistência a fungos, aos cupins e ao apodrecimento. É usada para diversas finalidades: vigas, caibros, ripas, batentes de portas e janelas, tábuas para assoalhos e rodapés, dormentes, estacas, mourões, postes, cruzetas, pontes, caixas, engradados, torneados, móveis, embarcações, carrocerias, compensados, faqueados, lenha e carvão. O cheiro desagradável da madeira lembra o cheiro de cupim e deu origem ao nome “Cupiúba”. A casca da árvore é popularmente usada como analgésico dentário. A árvore é indicada para arborização, reflorestamentos homogêneos e heterogêneos, pois apresenta rápido crescimento e tolerância à luz direta (SCHWENGBER & SMIDERLE, 2005).

### ***Qualea albiflora* – Cambará**

Pertencente a família Vochysiaceae, a espécie *Qualea albiflora*, na região Amazônica, pode atingir 10 a 35 m de altura. Ocorre no Brasil, com maior frequência nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso. Popularmente é conhecida como canela-mandioca, mandioqueira, mandioqueira-vermelha, entre outros (SOUZA et al., 1997).

No Amazonas, a floração se dá de outubro a novembro. A madeira é moderadamente pesada, com massa específica variando de 0,65 a 0,75 g.cm<sup>-3</sup>. O cerne é bege claro rosado e o alburno é amarelo-castanho, a casca é grossa, persistente e de cor predominantemente marrom, com manchas claras (LOUREIRO & SILVA, 1977).

Possui parênquima visível a olho nu, do tipo vasicêntrico e aliforme. Os poros são perceptíveis também a olho nu, são predominantemente solitários, porém também ocorrem em múltiplos de 2 ou 3. As linhas vasculares são longas, retas, contendo substâncias da cor do lenho, e assim como o parênquima e poros, é visível a olho nu. Os raios, porém, são visíveis somente com o auxílio de lupas, apresentam boa distribuição, são numerosos e levemente sinuosos, na face tangencial são irregulares, apresentando alturas diferenciadas, já na face radial, é possível serem vistos a olho nu (LOUREIRO & SILVA, 1977).

De acordo com Lorenzi (1998), a madeira de Cambará apresenta baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos, apresentando resistência moderada ao ataque de cupins. É moderadamente permeável a soluções preservantes quando submetidas a tratamento sob pressão.

Segundo Loureiro & Silva (1977), sua madeira é usada para caixotaria, marcenaria, construções internas, canoas, tacos, coronhas de armas, caibros e pasta para celulose. É uma madeira que possui grande espaço no mercado nacional e, de acordo com Souza et al., (1997), sua madeira é empregada na construção civil, para uso interno, compensados, caixas e embalagens, e armação de móveis.

## **2.3 Metodologia**

### **Descrição da área de estudo**

Com cerca de 90,6 milhões de hectares, Mato Grosso é o maior estado da região Centro-Oeste do país, correspondendo a 10,6% do território brasileiro. O estado possui 139 municípios, distribuídos em cinco mesorregiões homogêneas e vinte duas microrregiões homogêneas (PASSOS & MASON, 2005).

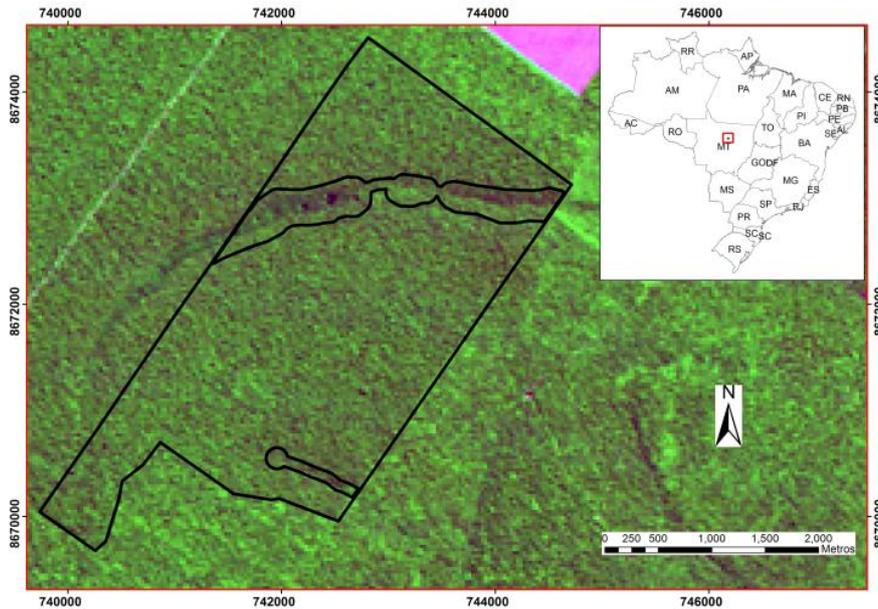
Segundo Vilani et al., (2006), o clima da região norte do estado é predominantemente tropical, quente e úmido, com três meses de estação de seca bem definida.

O estado tem altitude variando de 300 a 750 metros, sendo que as principais unidades de relevo são: Planalto dos Parecis, Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná, Planaltos Residuais do Alto Paraguai Guaporé, Planaltos Residuais da Amazônia Meridional, Planície do Bananal e Planícies e Pantanais Mato-grossenses (ITTO et al., 1995).

De acordo com Canivatto et al., (1995), o estado contempla as bacias hidrográficas Amazônica, Araguaia-Tocantins e Platina, tendo extensas áreas de drenagem.

O estado possui classes de solo variadas e a cobertura vegetal é composta por: Floresta Ombrófila Densa e Aberta, Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, Cerrado, além de formações pioneiras e de transição (PASSOS & MASON, 2005).

A área de estudo está localizada no município de Santa Carmem, inserida na microrregião homogênea de Sinop, distante 500 km da capital Cuiabá (figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo.  
**Fonte:** a autora.

É uma região de Floresta Ombrófila Densa de Terra-Firme primária (figura 2), contando com a presença de espécies de grande importância comercial como *Qualea albiflora*, *Goupia glabra*, *Mezilaurus itauba*, *Apuleia leiocarpa*, entre outras, além de espécies de importância ecológicas como a *Bertholletia excelsa*.



**Figura 2.** Vegetação na área de estudo.  
**Fonte:** Evaldo Muñoz Braz.

Consiste em uma área de 1.024 ha, com plano de manejo aprovado pelos órgãos competentes (figura 3). No censo florestal realizado na pré-exploração, foram medidos os diâmetros à altura do peito (DAP) das árvores superiores a 30 cm, sendo estimadas as alturas comerciais e identificadas e codificadas todas as espécies.



**Figura 3.** Área de estudo com plano de manejo aprovado para a primeira unidade de produção anual (UPA) explorada.

**Fonte:** Evaldo Muñoz Braz.

A área usada nas estimativas foi de 939,54 ha, considerada passível de exploração, excluindo-se as áreas destinadas para preservação permanente (APPs).

### **Análise dos dados – Software Mata Nativa 2.0**

No Brasil, o uso dos recursos florestais ainda é feito de maneira depredatória, o que resulta em constantes ameaças aos diversos biomas, como é o caso da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica. Esse fato decorre, muitas vezes, da falta de informação sobre técnicas adequadas para se manejar a floresta (FREITAS et al., 2005).

O uso de sistemas de informação como base para a tomada de decisão na conservação e exploração sustentável dos recursos florestais no Brasil ainda é recente, porém, já se apresenta como fonte de conhecimento para profissionais da área florestal (FREITAS et al., 2005).

O planejamento da produção florestal tem como objetivos descobrir quando, quanto, como e onde explorar a floresta, fazendo com que se cumpra a legislação florestal, bem como visando diminuir o máximo possível os impactos ambientais. Neste contexto, desenvolveu-se o software Mata Nativa, que consiste em uma ferramenta prática e eficiente para a realização de análises fitossociológicas e elaboração de planos de manejo de florestas nativas (SILVA et al., 2005).

Estudos florísticos, fitossociológicos e estruturais de remanescentes florestais são de suma importância ao embasamento de metodologias visando seu manejo, conservação e recuperação (GOMIDE et al., 2005).

Neste trabalho foi considerada a estrutura horizontal:

### **a) Florística**

Neste trabalho, procurou-se saber sobre a composição florística da área de estudo, visando conhecer seu potencial madeireiro.

### **a) Densidade**

Indica o número de indivíduos por espécie ou grupo de espécies, que constituem a floresta.

- Densidade absoluta (DA) =  $n_i$  (1)

- Densidade relativa (DR) =  $(n_i / N) * 100$  (2)

Onde,

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  por hectare

$N$  = número total de indivíduos por hectare

### **b) Frequência**

Consiste no número de ocorrências de determinada espécie nas referidas parcelas.

- Frequência absoluta (FA) = número de parcelas em que ocorre uma espécie (3)

- Frequência relativa (FR) =  $(FA_i / \sum FA_i) * 100$  (4)

Onde,

$FA_i$  = frequência absoluta da espécie i

### c) Dominância

Expressa a influencia de cada espécie na comunidade, considerando sua área transversal.

- Dominância absoluta (DoA) =  $\sum g_i$  (5)

- Dominância relativa (DoR) =  $(DoA / G) * 100$  (6)

Onde,

$g_i$  = área transversal da espécie i ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ )

G = área basal para o total do conjunto de espécies ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ )

### d) Valor de Importância

Permite separar diferentes tipos de uma mesma formação, bem como relacionar a distribuição das espécies em função de fatores externos (RODAL et al., 1992).

$$VI = DR + FR + DoR \quad (7)$$

Onde,

DR = Densidade relativa (%)

FR = Frequência relativa (%)

DoR = Dominância relativa (%)

### e) Valor de Cobertura

Como considera somente a densidade e a dominância, define o grau de cobertura na comunidade florestal (GOMIDE et al., 2005).

$$VC = DR + DoR \quad (8)$$

Onde,

DR = Densidade relativa (%)

DoR = Dominância relativa (%)

Os dados usados para a caracterização da área, por meio do software Mata Nativa 2.0, foram provenientes do inventário 100%. Os dados de entrada para análise foram:

- Número de identificação da árvore;
- Código da espécie;
- Nome da espécie;
- Diâmetro à altura do peito (DAP), em cm.

Como o software Mata Nativa faz o uso de parcelas para a análise, com o auxílio do software ArcGIS, foram criadas parcelas simuladas de 1 ha, distribuídas na forma de um reticulado cobrindo toda a área de estudo, totalizando 789 parcelas e gerou-se uma tabela de atributos, contendo informações em nível de parcela.

Também no software ArcGIS, foram realizadas análises de dispersão em nível de espécie, utilizando o método do vizinho mais próximo. Foram geradas figuras com os resultados da análise de densidade de Kernel, que considera uma vizinhança circular ao redor do ponto principal. Neste trabalho utilizou-se um raio de 150 m e foram consideradas as densidades em função do número de indivíduos e diâmetro à altura do peito (DAP).

## **2.4 Resultados e Discussão**

Para a área analisada, foram observadas 22 famílias, 34 gêneros e 36 espécies, tendo destaque à família Fabaceae, seguida por Vochysiaceae, Sapotaceae, Lauraceae, Caesalpinaceae e Anacardiaceae. As demais famílias apresentaram apenas uma espécie cada. Na tabela 1, é possível observar a lista de espécies encontradas, bem como o número de unidades amostrais em que ocorrem.

Apocynaceae, Annonaceae, Lauraceae e Fabaceae, são muito comuns e no geral apresentam um maior número de espécies e indivíduos em floresta Densa de Terra Firme. Além disso, a presença de espécies com pouca frequência é quase sempre elevado.

Ferreira et al. (2000), em estudo realizado em um fragmento florestal de 2.111 ha localizado no município de Rio Branco – AC, observou para um total de 1.719 ha de floresta primária, 57 famílias, com destaque para a família Moraceae, com 27,27%

de índice de valor de importância. A família das Fabaceae, que se destacou na área de estudo deste trabalho, apresentou 14,4% de IVI.

Queiróz (2004), em estudo desenvolvido em área de Floresta de Várzea, no estado do Amapá, encontrou 37 famílias em um total de 8.879 indivíduos amostrados, semelhante ao que foi observado para a área de estudo desse trabalho. Dantas et al. (1980), em estudo realizado em região de floresta Densa de Terra Firme no estado do Pará, encontrou 188 espécies distribuídas em 52 famílias, valor este, muito superior ao encontrado na área deste trabalho, com a mesma tipologia florestal.

Rodrigues et al., (1997), em pesquisa realizada em duas áreas de floresta de Terra Firme localizadas no nordeste do estado do Pará, observou em 4 ha de floresta primária, 39 famílias, 99 gêneros e 135 espécies, com maior representatividade a família das Leguminosae. O valor relativamente superior de famílias, gêneros e espécies encontrados pelo autor citado, mesmo sendo amostrada uma área bem menor que a do presente trabalho, pode ser explicado devido à amostragem de indivíduos acima de 10 cm de diâmetro, o que já inclui espécies de sub-bosque ou que não atingem grandes valores de DAP.

Em trabalho realizado em uma região de floresta Densa, na região de Marabá e Carajás no estado do Pará, Ribeiro et al., (1999), observou um total de 130 espécies distribuídas em 41 famílias. Para as duas regiões, a família Fabaceae foi a que mais teve representante, assim como foi observado neste trabalho.

Ubialli (2007), em estudo realizado no município de Marcelândia, MT, em uma região de transição de floresta Densa com floresta Semidecídua, encontrou 70 espécies, 58 gêneros e 31 famílias. Neste estudo também foram amostrados indivíduos acima de 30 cm de DAP e diversas espécies observadas na área deste estudo também foram observadas no estudo feito pelo autor citado, como cambará, cupiúba, peroba, copaíba, garapeira, caroba, itaúba, angelim-pedra, entre outras.

As espécies que se destacaram por ocorrer em um número relevante de unidades amostrais foram *Qualea albiflora*, ocorrendo em 781 unidades amostrais (Ua), de um total de 789, seguida por *Erisma uncinatum* (742), *Trattinnickia busseraefolia* (736), *Goupia glabra* (693) e *Mezilaurus itauba* (593).

Cabe destaque também as espécies *Sclerolobium* sp, *Chorisia speciosa*, *Cordia goeldiana*, *Lafoensia pacari* e *Neoxythece robusta*, que aparecem em somente uma unidade amostral de um total de 789 unidades amostrais.

**Tabela 1.** Espécies presentes na área de estudo, em um total de 789 unidades amostrais.

| <b>Espécie</b>                     | <b>Família</b>   | <b>Nome popular</b>  | <b>Ua</b> |
|------------------------------------|------------------|----------------------|-----------|
| <i>Qualea albiflora</i>            | Vochysiaceae     | cambará              | 781       |
| <i>Erisma uncinatum</i>            | Vochysiaceae     | cedrinho             | 742       |
| <i>Trattinnickia busseraefolia</i> | Burseraceae      | amescla              | 736       |
| <i>Goupia glabra</i>               | Goupiaceae       | cupiúba              | 693       |
| <i>Mezilaurus itauba</i>           | Lauraceae        | itaúba               | 593       |
| <i>Dipteryx odorata</i>            | Fabaceae         | cumarú               | 562       |
| <i>Cnidocolus phyllacanthus</i>    | Euforbiaceae     | favela               | 511       |
| <i>Micropholis</i> sp              | Sapotaceae       | catanudo             | 489       |
| <i>Ocotea</i> sp                   | Lauraceae        | louro canela         | 490       |
| <i>Jacaranda copaia</i>            | Bignoniaceae     | caroba               | 384       |
| <i>Qualea</i> sp                   | Vochysiaceae     | cambará roxo         | 361       |
| <i>Apuleia leiocarpa</i>           | Fabaceae         | garapeira            | 316       |
| <i>Bertholletia excelsa</i>        | Lecythidaceae    | castanheira          | 109       |
| <i>Astronium</i> sp                | Anacardiaceae    | muiracatiara         | 265       |
| <i>Hymenolobium petraeum</i>       | Fabaceae         | angelim-pedra        | 238       |
| <i>Parkia pendula</i>              | Fabaceae         | angelim-saia         | 214       |
| <i>Enterolobium maximum</i>        | Mimosaceae       | tamboril             | 182       |
| <i>Bowdichia virgilioides</i>      | Fabaceae         | sucupira parda       | 172       |
| <i>Diploptropis purpurea</i>       | Fabaceae         | sucupira preta       | 171       |
| <i>Schefflera morototoni</i>       | Araliaceae       | mandiocão            | 116       |
| <i>Caryocar villosum</i>           | Caryocaraceae    | piquiá               | 90        |
| <i>Copaifera martii</i>            | Leguminosae      | copaíba              | 96        |
| <i>Aspidosperma polyneuron</i>     | Apocynaceae      | peroba               | 54        |
| <i>Hymenaea courbaril</i>          | Caesalpinaceae   | jatobá               | 44        |
| <i>Pterodon pubescens</i>          | Fabaceae         | sucupira branca      | 41        |
| <i>Simarouba amara</i>             | Simarubaceae     | marupá               | 36        |
| <i>Spondias lutea</i>              | Anacardiaceae    | cajá                 | 30        |
| <i>Bowdichia nitida</i>            | Fabaceae         | sucupira amarela     | 12        |
| <i>Sclerolobium</i> sp             | Fabaceae         | tachi                | 3         |
| <i>Apeiba burchelli</i>            | Tiliaceae        | penete-de-macaco     | 3         |
| <i>Erythroxylum argentinum</i>     | Erythroxylaceae  | marmeleiro           | 2         |
| Não identificada                   | Não identificada | Não identificada     | 2         |
| <i>Sclerolobium</i> sp             | Fabaceae         | tachi vermelho       | 1         |
| <i>Chorisia speciosa</i>           | Bombacaceae      | paineira             | 1         |
| <i>Cordia goeldiana</i>            | Boraginaceae     | freijó-branco        | 1         |
| <i>Lafoensia pacari</i>            | Lithraceae       | Amarelinho mirindiba | 1         |
| <i>Neoxythece robusta</i>          | Sapotaceae       | abiú                 | 1         |

\*Ua = unidade amostral.

**Fonte:** a autora.

Considerando a estrutural horizontal, com base na variável diâmetro à altura do peito (DAP), foram obtidos os valores de densidade, frequência e dominância relativa, valor de cobertura e o valor de importância (tabela 2).

Considerando-se todos os parâmetros analisados a *Qualea albiflora* destaca-se por apresentar valores consideravelmente superiores aos das demais espécies. Comparando com a espécie que ocupou a segunda colocação nos parâmetros analisados, a *Qualea albiflora* apresentou uma densidade relativa de 33,9%, pelo menos 3 vezes maior que o valor observado para a espécie *Erismia uncinatum*, com 9,9%. A frequência relativa foi de 9,1% e a dominância relativa foi de 27,5%, aproximadamente o dobro do que foi observado para *E. uncinatum*, 15,4%. *Q. albiflora* é responsável por um valor de cobertura de 30,7%, mais que o dobro do valor obtido para a espécie seguinte.

A *Qualea albiflora* foi a espécie que apresentou maior IVI, com mais de 23%, as espécies seguintes foram *Erismia uncinatum*, com 11%, *Trattinnickia busseraefolia*, com 10%, *Goupia glabra*, com 9% e *Mezilaurus itauba*, com 5%. As demais espécies apresentaram índice de valor de importância menor que 5%, ou seja, não significativos.

De 36 espécies observadas na área de estudo, 18 espécies apresentaram valor de importância inferior a 1 %, dentre elas, *Copaifera martii* (copaíba), *Aspidosperma polyneuron* (peroba), e *Hymenaea courbaril* (jatobá), que são consideradas espécies de madeira nobre.

Silva et al., (2008), em um trabalho feito em um ambiente de Terra Firme, em Manaus, AM, observou para *Goupia glabra* um IVI de 1,09%, inferior ao observado neste trabalho (4,73%).

Figueiredo et al., (2000) analisou o IVI em nível de família e encontrou a família Moraceae como principal em uma floresta primária, com 27,3%. A família Fabaceae, segunda família em valor de importância neste trabalho, apresentou no trabalho citado um IVI de 14,4%.

Apesar de a família Fabaceae ser a que possui maior número de espécies na área, a família Vochysiaceae apresenta maior IVI, pelo maior número de indivíduos no local de estudo.

**Tabela 2.** Resultados florísticos obtidos considerando a área de 789 unidades amostrais.

| <b>Espécie</b>                     | <b>N</b> | <b>AB</b> | <b>DR</b> | <b>FR</b> | <b>DoR</b> | <b>VC</b> | <b>IVI</b> | <b>DAPmín</b> | <b>DAPméd</b> | <b>DAPmáx</b> |
|------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Qualea albiflora</i>            | 7844     | 1876,77   | 33,87     | 9,14      | 27,51      | 30,69     | 23,51      | 32,15         | 54,02         | 114,91        |
| <i>Erismia uncinatum</i>           | 2287     | 1051,11   | 9,88      | 8,69      | 15,41      | 12,64     | 11,32      | 32,15         | 73,66         | 142,92        |
| <i>Trattinnickia busseraefolia</i> | 2305     | 814,06    | 9,95      | 8,62      | 11,93      | 10,94     | 10,17      | 32,15         | 64,03         | 161,38        |
| <i>Goupia glabra</i>               | 1926     | 746,23    | 8,32      | 8,11      | 10,94      | 9,63      | 9,12       | 32,15         | 66,98         | 174,75        |
| <i>Mezilaurus itauba</i>           | 1241     | 379,31    | 5,36      | 6,94      | 5,56       | 5,46      | 5,95       | 32,15         | 60,20         | 132,74        |
| <i>Dipteryx odorata</i>            | 921      | 247,32    | 3,98      | 6,58      | 3,63       | 3,80      | 4,73       | 32,15         | 56,44         | 121,28        |
| <i>Cnidocolus phyllacanthus</i>    | 835      | 178,68    | 3,61      | 5,98      | 2,62       | 3,11      | 4,07       | 31,51         | 51,04         | 99,31         |
| <i>Micropholis</i> sp              | 809      | 160,12    | 3,49      | 5,72      | 2,35       | 2,92      | 3,85       | 32,79         | 49,51         | 93,58         |
| <i>Ocotea</i> sp                   | 794      | 163,04    | 3,43      | 5,74      | 2,39       | 2,91      | 3,85       | 32,15         | 50,19         | 107,91        |
| <i>Jacaranda copaia</i>            | 562      | 121,31    | 2,43      | 4,49      | 1,78       | 2,10      | 2,90       | 32,15         | 51,48         | 90,72         |
| <i>Qualea</i> sp                   | 521      | 93,81     | 2,25      | 4,23      | 1,38       | 1,81      | 2,62       | 30,56         | 47,02         | 87,54         |
| <i>Apuleia leiocarpa</i>           | 500      | 181,37    | 2,16      | 3,70      | 2,66       | 2,41      | 2,84       | 32,47         | 65,42         | 127,01        |
| <i>Bertholletia excelsa</i>        | 590      | 246,01    | 2,55      | 1,28      | 3,61       | 3,08      | 2,48       | 38,52         | 70,10         | 138,15        |
| <i>Astronium</i> sp                | 335      | 63,67     | 1,45      | 3,10      | 0,93       | 1,19      | 1,83       | 32,79         | 48,14         | 102,81        |
| <i>Hymenolobium petraeum</i>       | 271      | 85,72     | 1,17      | 2,79      | 1,26       | 1,21      | 1,74       | 33,10         | 60,44         | 141,65        |
| <i>Parkia pendula</i>              | 238      | 85,52     | 1,03      | 2,50      | 1,25       | 1,14      | 1,60       | 32,47         | 65,01         | 142,92        |
| <i>Enterolobium maximum</i>        | 207      | 65,91     | 0,89      | 2,13      | 0,97       | 0,93      | 1,33       | 35,33         | 62,18         | 102,50        |
| <i>Bowdichia virgilioides</i>      | 201      | 63,78     | 0,87      | 2,01      | 0,93       | 0,90      | 1,27       | 33,10         | 61,11         | 124,46        |
| <i>Diploptropis purpúrea</i>       | 195      | 27,81     | 0,84      | 2,00      | 0,41       | 0,62      | 1,08       | 31,19         | 42,15         | 63,03         |
| <i>Schefflera morototoni</i>       | 129      | 24,74     | 0,56      | 1,36      | 0,36       | 0,46      | 0,76       | 33,74         | 48,57         | 74,17         |
| <i>Caryocar villosum</i>           | 99       | 41,06     | 0,43      | 1,05      | 0,60       | 0,51      | 0,69       | 35,33         | 69,43         | 149,29        |
| <i>Copaifera martii</i>            | 103      | 31,92     | 0,44      | 1,12      | 0,47       | 0,46      | 0,68       | 33,74         | 61,17         | 96,13         |
| <i>Aspidosperma polyneuron</i>     | 62       | 22,95     | 0,27      | 0,63      | 0,34       | 0,30      | 0,41       | 33,10         | 66,50         | 121,59        |

Continua.

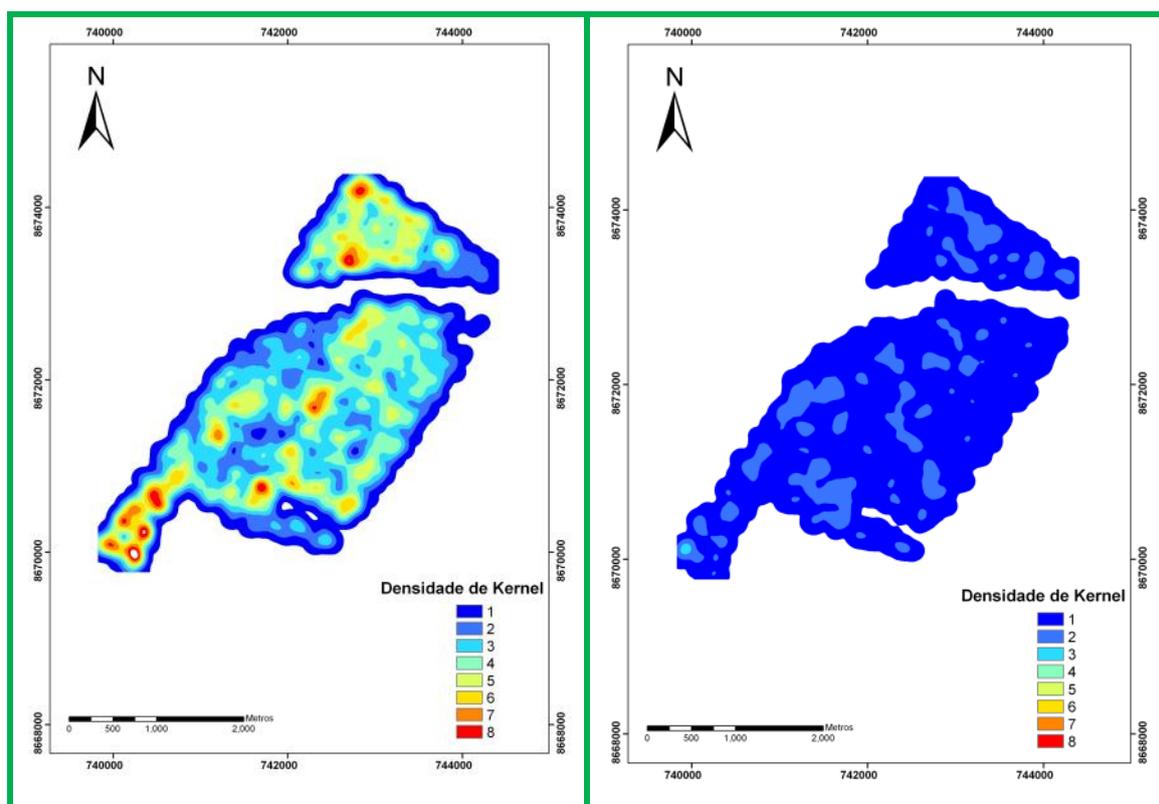
| <b>Espécie</b>                 | <b>N</b>     | <b>AB</b>      | <b>DR</b>     | <b>FR</b>     | <b>DoR</b>    | <b>VC</b>     | <b>IVI</b>    | <b>DAPmín</b> | <b>DAPméd</b> | <b>DAPmáx</b> |
|--------------------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <i>Hymenaea courbaril</i>      | 44           | 17,91          | 0,19          | 0,52          | 0,26          | 0,23          | 0,32          | 37,24         | 70,01         | 106,63        |
| <i>Pterodon pubescens</i>      | 41           | 8,89           | 0,18          | 0,48          | 0,13          | 0,15          | 0,26          | 33,42         | 51,28         | 80,85         |
| <i>Simarouba amara</i>         | 41           | 6,72           | 0,18          | 0,42          | 0,10          | 0,14          | 0,23          | 32,47         | 44,73         | 75,76         |
| <i>Spondias lútea</i>          | 31           | 7,65           | 0,13          | 0,35          | 0,11          | 0,12          | 0,20          | 37,56         | 54,30         | 98,36         |
| <i>Bowdichia nítida</i>        | 12           | 4,58           | 0,05          | 0,14          | 0,07          | 0,06          | 0,09          | 56,02         | 69,18         | 82,44         |
| <i>Sclerolobium</i> sp         | 3            | 1,04           | 0,01          | 0,04          | 0,02          | 0,01          | 0,02          | 60,16         | 66,31         | 70,98         |
| <i>Apeiba burchelli</i>        | 3            | 0,79           | 0,01          | 0,04          | 0,01          | 0,01          | 0,02          | 52,84         | 57,61         | 66,53         |
| <i>Erythroxylum argentinum</i> | 2            | 0,40           | 0,01          | 0,02          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 50,29         | 50,45         | 50,61         |
| Não identificada               | 2            | 0,43           | 0,01          | 0,02          | 0,01          | 0,01          | 0,01          | 51,25         | 52,36         | 53,48         |
| <i>Sclerolobium</i> sp         | 1            | 0,29           | 0,00          | 0,01          | 0,00          | 0,00          | 0,01          | 61,12         | 61,12         | 61,12         |
| <i>Chorisia speciosa</i>       | 1            | 0,27           | 0,00          | 0,01          | 0,00          | 0,00          | 0,01          | 58,57         | 58,57         | 58,57         |
| <i>Cordia goeldiana</i>        | 1            | 0,27           | 0,00          | 0,01          | 0,00          | 0,00          | 0,01          | 58,25         | 58,25         | 58,25         |
| <i>Lafoensia pacari</i>        | 1            | 0,24           | 0,00          | 0,01          | 0,00          | 0,00          | 0,01          | 54,75         | 54,75         | 54,75         |
| <i>Neoxythece robusta</i>      | 1            | 0,23           | 0,00          | 0,01          | 0,00          | 0,00          | 0,01          | 53,79         | 53,79         | 53,79         |
| <b>Total</b>                   | <b>23159</b> | <b>6821,94</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>100,00</b> | <b>30,56</b>  | <b>58,76</b>  | <b>174,75</b> |

\*N = número de árvores; AB = área basal (m<sup>2</sup>); DR = densidade relativa (%); FR = frequência relativa (%); DoR = dominância relativa (%); VC = valor de cobertura (%); IVI = valor de importância (%); DAPmín = diâmetro à altura do peito mínimo (cm); DAPméd = diâmetro à altura do peito médio (cm); DAPmáx = diâmetro à altura do peito máximo (cm).

**Fonte:** a autora.

Para uma melhor visualização da densidade da espécie *Qualea albiflora* e *Goupia glabra* na área, foi representada graficamente a densidade de Kernel, dividida em 8 classes de densidades, variando de valores menos densos para valores de maior densidade (figura 4).

É possível observar que a *Q. albiflora* apresentou indivíduos nas 8 classes de densidade, já a *G. glabra* teve representatividade somente nas 3 primeiras classes, confirmando o que foi observado no resultado florístico, que a espécie possui uma densidade significativamente inferior ao da *Q. albiflora*. Nota-se também que a disposição das classes de maior densidade para ambas as espécies ocorre no mesmo local, mostrando que as espécies tem zonas preferenciais nas áreas de manejo, onde a densidade se mostra maior. Isto mostra que nas áreas com maior densidade deve ser feito um planejamento diferenciado para a determinação dos pátios de estocagem.



**Figura 4.** Mapa da densidade de Kernel para a espécie *Qualea albiflora* e *Goupia glabra*, respectivamente.

**Fonte:** a autora.

A distribuição mostra que as zonas preferenciais são menos nítidas para *G. glabra*. Ubialli (2007) encontrou para a espécie uma densidade relativa de 0,03% o que pode ser explicado pelo fato de que a espécie apresenta menor ocorrência em zonas de tensão ecológica. Isto comprova também que as tipologias variam muito em toda Amazônia.

O volume de madeira de um povoamento natural varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição das espécies. E por tal razão, é impossível esperar que uma divisão da área em partes iguais vá corresponder à divisão do volume também em partes iguais (HOSOKAWA et al., 1998), apropriada para a exploração de acordo com o ciclo considerado. Por isso, no planejamento das unidades de produção anual (UPAs) em cada ano (do ponto de vista do planejamento de rede de estradas, pátios e trilhas de arraste), deve-se relacionar as produções volumétricas ou densidade de espécies com sub-compartimentos de tamanho variado (unidades de trabalho – UTs). Assim, os sítios de alta produtividade devem ter áreas menores e os de baixa, áreas maiores. Isto nos indica que devemos buscar o planejamento, visando ao fluxo constante, almejando UPAs otimizadas, apesar da heterogeneidade da floresta (BRAZ, 2005).

O índice de Shannon ( $H'$ ) observado para o total das 36 espécies deste trabalho foi de 2,45, indicando que em nível de parcela, considerando que todas as espécies tenham a mesma abundância, espera-se encontrar cerca de 12 espécies por parcela.

Ribeiro et al., (1999), encontrou para a região de Carajás um  $H' = 3,66$  e  $H'$  igual a 3,71 para a região de Marabá, considerando indivíduos acima de 5 cm de DAP. Este resultado foi superior ao observado neste trabalho, indicando que a floresta estudada pelo autor citado possuía uma diversidade maior que a da área do presente estudo.

Silva et al., (2008), encontrou para sua área de estudo um índice de Shannon de 2,71, e considerou que este valor indicava baixa densidade do local, sendo amostrados indivíduos com DAP superiores a 20 cm. O valor observado neste trabalho foi relativamente inferior ao observado por Silva et al., (2008) e considerando que foram mensurados somente os indivíduos com DAP igual ou superior a 30 cm, pode-se afirmar que o valor de  $H'$  observado na área de estudo indica uma baixa diversidade de espécies. Porém, torna-se uma área importante a

partir do momento em que as espécies de maiores densidades são de importância econômica para o setor madeireiro.

Segundo Dantas et al., (1980), a espécie *Qualea albiflora*, em região de floresta Densa de Terra Firme, no estado do Pará, apesar da espécie ter apresentado baixa densidade, apresentou um maior volume de madeira.

Os resultados gerados pelo índice de agregação de McGuinnes (IGA) estão apresentados na tabela 3.

Das 36 espécies reconhecidas, seis espécies foram classificadas como ocorrência uniforme ( $IGA < 1,0$ ), sendo duas espécies de angelim (*Hymenolobium petraeum* e *Parkia pendula*), duas espécies de sucupira (*Pterodon pubescens* e *Bowdichia nítida*), e as espécies cumarú (*Dipteryx odorata*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*). Nove espécies foram classificadas como aleatórias ( $IGA = 1,0$ ), cabendo destaque para a espécie tamboril (*Enterolobium maximum*), que apresentou valor relevante de indivíduos ocorrentes na área quando comparado com as demais espécies que apresentaram valores de indivíduos não significativos, explicando assim essa classificação. Aproximadamente 53% das espécies observadas no local de estudo apresentaram segundo a classificação IGA tendência a agrupamento ( $1,0 < IGA < 2,0$ ), dentre elas, espécies de importância como cedrinho (*Erismia uncinatum*), amescla (*Trattinnickia busseraefolia*), cupiúba (*Goupia glabra*, com IGA 1,16), itaúba (*Mezilaurus itauba*), garapeira (*Apuleia leiocarpa*), caroba (*Jacaranda copaia*) e peroba (*Aspidosperma polyneuron*). As espécies cambará (*Qualea albiflora*) e castanheira (*Bertholletia excelsa*), foram classificadas como agregadas ( $IGA > 2,0$ ), com 2,17 e 5,03, respectivamente.

Segundo Ribeiro et al., (1999), nas regiões Carajás e Marabá, as espécies com IVI maior que 2 apresentaram classificação IGA como agregadas. Na região de Carajás 30% das espécies são agregadas e 70% com tendência a agrupamento. Em Marabá mais de 80% das espécies tem comportamento gregário. Este resultado é semelhante ao observado neste trabalho, onde a maioria das espécies apresentou comportamento com tendência a agrupamento, e somente duas espécies apresentaram-se como agrupadas. Porém, uma delas, a *Qualea albiflora*, é a espécie de maior densidade no local de estudo, ocorrendo assim, em reboleiras espalhadas por toda a área.

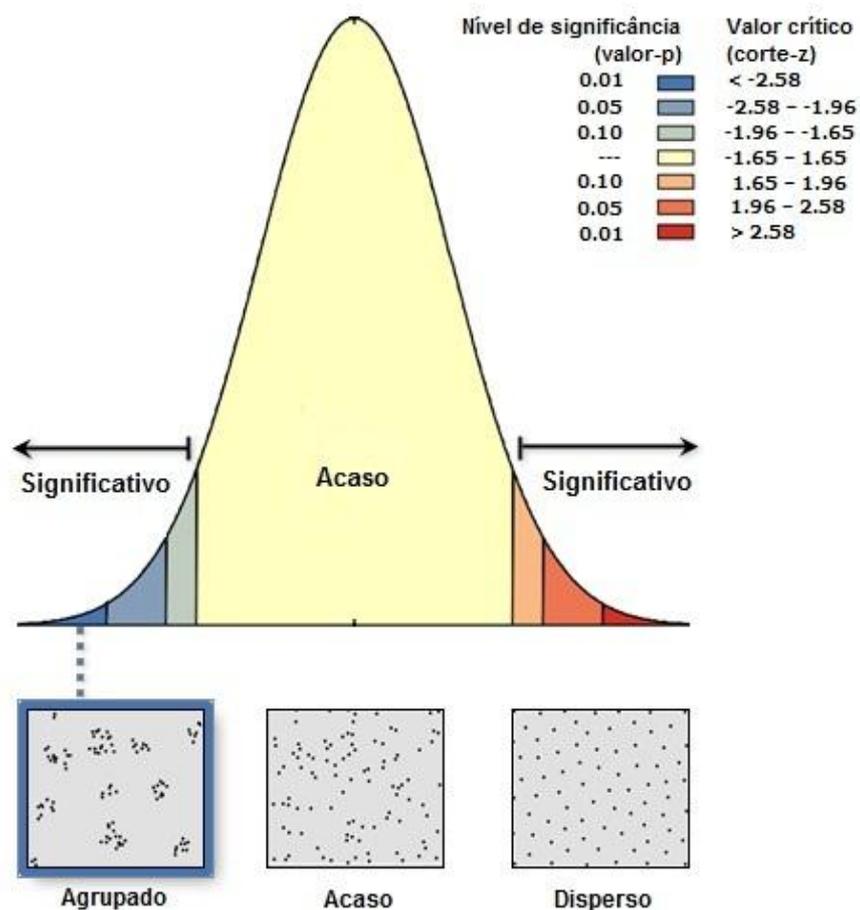
**Tabela 3.** Índice de agregação de McGuinnes (IGA).

| <b>Espécie</b>                     | <b>IGA</b> | <b>Classificação IGA</b> |
|------------------------------------|------------|--------------------------|
| <i>Dipteryx odorata</i>            | 0,94       | Uniforme                 |
| <i>Parkia pendula</i>              | 0,95       | Uniforme                 |
| <i>Hymenolobium petraeum</i>       | 0,96       | Uniforme                 |
| <i>Hymenaea courbaril</i>          | 0,97       | Uniforme                 |
| <i>Pterodon pubescens</i>          | 0,97       | Uniforme                 |
| <i>Bowdichia nitida</i>            | 0,99       | Uniforme                 |
| <i>Enterolobium maximum</i>        | 1,00       | Aleatória                |
| <i>Sclerolobium</i> sp.            | 1,00       | Aleatória                |
| <i>Apeiba burchelli</i>            | 1,00       | Aleatória                |
| <i>Erythroxylum argentinum</i>     | 1,00       | Aleatória                |
| Desconhecida                       | 1,00       | Aleatória                |
| <i>Sclerolobium</i> sp.            | 1,00       | Aleatória*               |
| <i>Chorisia speciosa</i>           | 1,00       | Aleatória*               |
| <i>Cordia goeldiana</i>            | 1,00       | Aleatória*               |
| <i>Lafoensia pacari</i>            | 1,00       | Aleatória*               |
| <i>Neoxythece robusta</i>          | 1,00       | Aleatória*               |
| <i>Cnidocolus phyllacanthus</i>    | 1,01       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Diploporis purpurea</i>         | 1,01       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Copaifera martii</i>            | 1,01       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Spondias lutea</i>              | 1,01       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Erismia uncinatum</i>           | 1,03       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Schefflera morototoni</i>       | 1,03       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Ocotea</i> sp.                  | 1,04       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Astronium</i> sp.               | 1,04       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Bowdichia virgilioides</i>      | 1,04       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Caryocar villosum</i>           | 1,04       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Micropholis</i> sp.             | 1,06       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Jacaranda copaia</i>            | 1,07       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Trattinnickia busseraefolia</i> | 1,08       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Qualea</i> sp.                  | 1,08       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Aspidosperma polyneuron</i>     | 1,11       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Simarouba amara</i>             | 1,11       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Mezilaurus itauba</i>           | 1,13       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Goupia glabra</i>               | 1,16       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Apuleia leiocarpa</i>           | 1,24       | Tendência a agrupamento  |
| <i>Qualea albiflora</i>            | 2,17       | Agregada                 |
| <i>Bertholletia excelsa</i>        | 5,03       | Agregada                 |

**Fonte:** a autora.

Por meio do software ArcGIS, foi representada graficamente a dispersão para as espécies *Qualea albiflora* e *Goupia glabra* (figuras 5 e 6). É possível observar que de acordo com o método do vizinho mais próximo, valores inferiores a -2,58 representam agrupamento e superiores a +2,58 indicam dispersão.

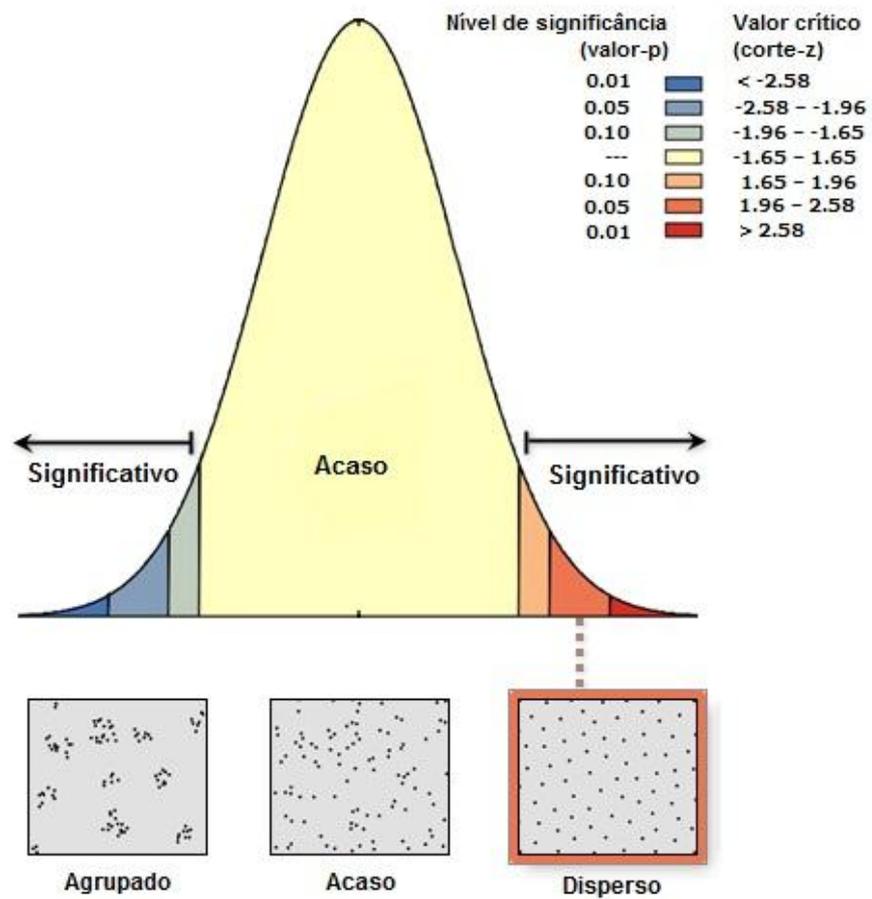
A espécie *Qualea albiflora* apresentou como valor de corte (ou valor crítico) de -6,71, valor de p 0,00 semelhante ao observado pelo processamento no software Mata Nativa, que a espécie possui comportamento gregário.



**Figura 5.** Dispersão da espécie *Qualea albiflora*.

**Fonte:** a autora.

A *Goupia glabra* apresenta comportamento disperso, ou seja, ocorre distribuído em toda a área. E apresentou um valor de corte de 2,27 e valor de p 0,02. O resultado do IGA classificou a espécie como tendo tendência a agrupamento.



**Figura 6.** Dispersão da espécie *Goupia glabra*.  
**Fonte:** a autora.

A distribuição diamétrica de indivíduos na área de estudo está apresentada na tabela 4.

**Tabela 4.** Distribuição diamétrica dos indivíduos encontrados na área de estudo.

| <b>Centro de classes de DAP (cm)</b> | <b>N</b>     | <b>AB</b>     | <b>DA</b>    | <b>DoA</b>  |
|--------------------------------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| 35                                   | 2333         | 254,36        | 2,33         | 0,25        |
| 45                                   | 7042         | 1138,23       | 7,04         | 1,14        |
| 55                                   | 7232         | 1701,56       | 7,23         | 1,70        |
| 65                                   | 4592         | 1504,33       | 4,59         | 1,50        |
| 75                                   | 2516         | 1105,51       | 2,52         | 1,11        |
| 85                                   | 1433         | 805,52        | 1,43         | 0,81        |
| 95                                   | 833          | 584,64        | 0,83         | 0,59        |
| 105                                  | 474          | 406,58        | 0,47         | 0,41        |
| 115                                  | 216          | 222,36        | 0,22         | 0,22        |
| 125                                  | 114          | 137,80        | 0,11         | 0,14        |
| 135                                  | 42           | 59,25         | 0,04         | 0,06        |
| 145                                  | 15           | 24,92         | 0,02         | 0,03        |
| 155                                  | 5            | 9,20          | 0,01         | 0,01        |
| 165                                  | 2            | 4,11          | 0,00         | 0,00        |
| 175                                  | 1            | 2,40          | 0,00         | 0,00        |
| <b>Total</b>                         | <b>26850</b> | <b>7960,8</b> | <b>26,85</b> | <b>7,96</b> |

\*N = número de árvores; AB = área basal (m<sup>2</sup>); DA = densidade absoluta; DoA = dominância absoluta.

**Fonte:** a autora.

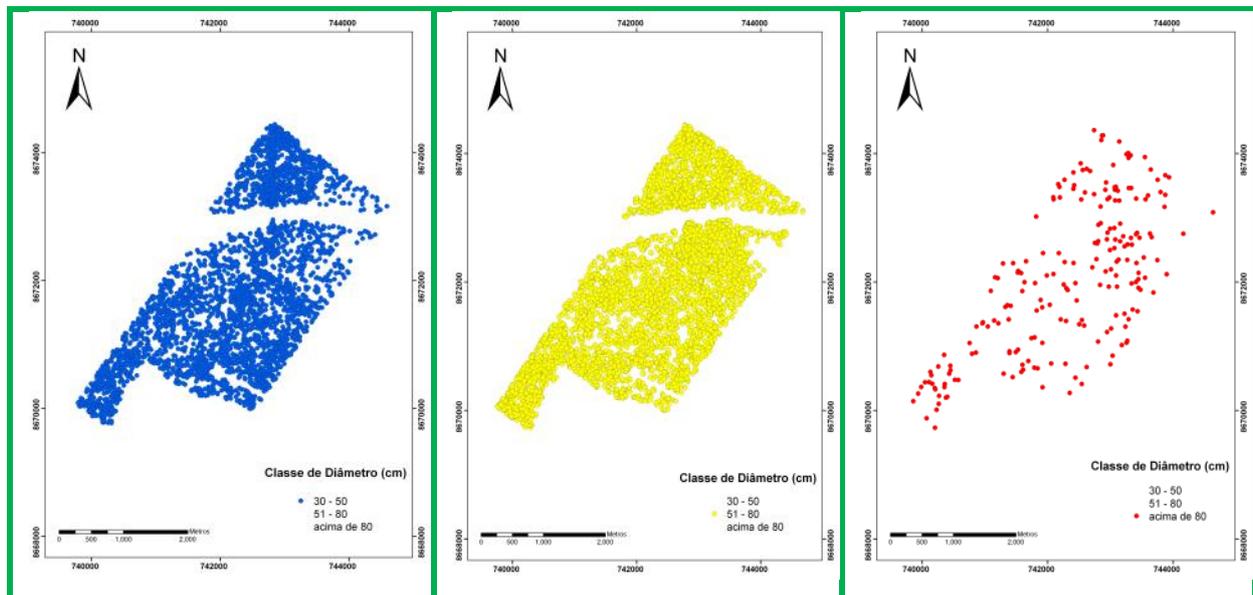
Na tabela 4 é possível perceber que a classe que possui maior concentração de indivíduos é a de 40 a 50 cm de diâmetro, com uma densidade absoluta de 7,23 e dominância absoluta de 1,7. As classes seguintes em número de indivíduos são as de centro de classe 55 e 65, com densidade absoluta de 7,04 e 4,6 e dominância absoluta de 1,14 e 1,5, respectivamente. A distribuição “J” invertido só ocorre a partir da classe de 45 cm. Existe uma defasagem na classe de 35cm. Isto pode ocorrer devido supressão das classes inferiores devido a grande densidade das classes maiores. Para O’Hara (1998) a mortalidade nas classes menores ocorre devido a altos níveis de competição dentro da classe. A alta mortalidade nestas classes também é um resultado da competição e cobertura das árvores maiores.

Em trabalho realizado por Queiróz (2004), observou-se para uma área de Várzea, considerando como limite inferior de classe 5 cm de DAP, a curva do “J” invertido, verificando uma grande concentração de indivíduos nas primeiras classes, decrescendo conforme os diâmetros aumentam.

Silva et al., (2008) também observou o padrão de curva de “J” invertido, considerando classes diamétricas superiores e igual a 25 cm. A maior concentração de indivíduos foi na primeira classe, de 20 a 30 cm de DAP, sendo que as três primeiras classes somam 84% dos indivíduos. Não houve representação de indivíduos nas classes de 85 e 95 cm de DAP.

Na tabela 4 é possível observar que a representatividade de indivíduos com relevância ocorre até a classe de 85 cm de DAP, após, o número de árvores passa a diminuir drasticamente. A maior concentração de indivíduos ocorre em classes remanescentes e na classe passível de exploração, considerada economicamente viável, sendo uma vantagem da área de estudo deste trabalho.

A distribuição dos indivíduos de *Qualea albiflora* e *Goupia glabra* em três classes de diâmetro foram representadas nas figuras 7 e 8, respectivamente, sendo que a primeira compreende os indivíduos de 30 a 50 cm, a segunda classe vai de 51 cm a 80 cm, e a terceira classe representa os indivíduos com diâmetro a altura do peito (DAP) superior a 81 cm.

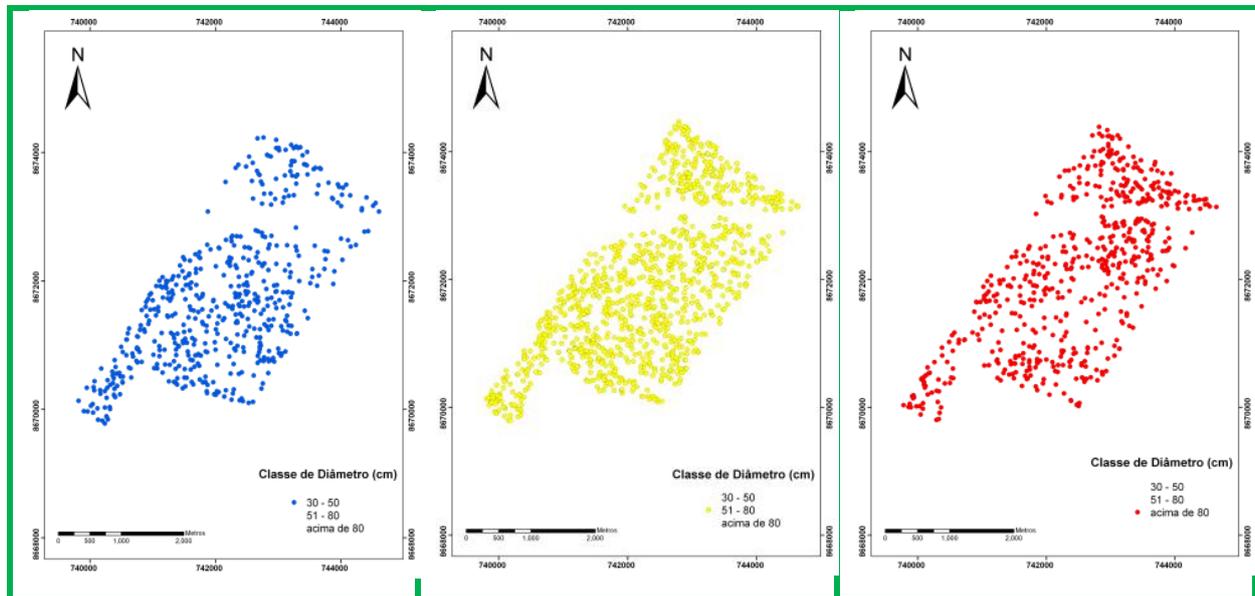


**Figura 7.** Mapa da distribuição dos indivíduos de *Qualea albiflora* em classes de diâmetro.

**Fonte:** a autora.

Como a *Qualea albiflora* possui uma alta densidade na área, a espécie possui boa representação de indivíduos nas duas primeiras classes, ou seja, possui um grande estoque e uma grande quantidade de indivíduos passíveis de exploração. Porém, possui uma baixa quantidade de indivíduos nas classes superiores a 80 cm,

indicando que a espécie raramente atinge grandes diâmetros e pode ter um ciclo de vida mais curto, apresentando considerável mortalidade nas últimas classes.

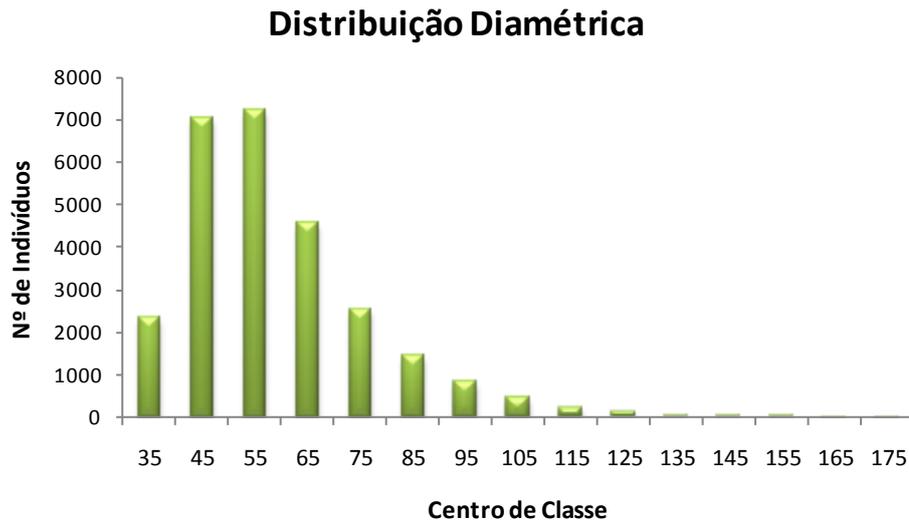


**Figura 8.** Mapa da distribuição dos indivíduos de *Goupia glabra* em classes de diâmetro.

**Fonte:** a autora.

A *Goupia glabra* apresentou número de indivíduos bem distribuídos em todas as classes (figura 8), com leve vantagem para a classe comercial (51 – 80 cm), mostrando que esta espécie também possui um bom estoque (30- 50 cm). Como a ocorrência de indivíduos na classe superior a 80 cm é equivalente as demais, pode-se então considerar que a espécie possui um número de ingresso nas classes inferiores semelhante ao número de mortalidade nas classes superiores.

Considerando que o local de estudo é, por finalidade, uma “floresta de produção”, essas informações são muito importantes, pois a estrutura diamétrica é fundamental, junto a informações de crescimento para determinação de cortes sustentáveis. A figura 9 mostra a disponibilidade de estoque e árvores passíveis de corte, respeitando-se as árvores matrizes e condicionantes da legislação.



**Figura 9.** Distribuição diamétrica para o total da área segundo amostragem.  
**Fonte:** a autora.

Visto que neste capítulo foram usadas parcelas simuladas para a análise, vale ressaltar que será determinada a distribuição diamétrica de todos os indivíduos com DAP superior a 30 cm, mensurados no censo florestal.

## 2.5 Conclusões

- De 36 espécies observadas na área, a família que mais se destaca é a Fabaceae, seguida por Vochysiaceae e Sapotacea. Apesar das Fabaceae apresentarem maior número de espécies representantes, a família Vochysiaceae foi a que apresentou maior valor de importância.
- A *Qualea albiflora* teve os melhores índices em todos os indicadores avaliados: densidade, frequência, dominância e valor de importância. A *Goupia glabra* foi a quarta espécie em IVI na área.
- O local de estudo apresenta uma baixa diversidade, mesmo considerando que a amostragem de indivíduos foi acima de 30 cm de DAP. Porém, pode-se considerar que a área possui um grande potencial de exploração madeireira, visto que pelo menos 10 espécies das 36 observadas possuem importância econômica.

- A maior parte das espécies foi classificada com IGA com tendência a agrupamento. A espécie de maior densidade na área, *Qualea albiflora*, apresentou-se como agrupada, ocorrendo em reboleiras por toda a área. Espécies consideradas pouco frequentes no local de estudo apresentaram comportamento aleatório de distribuição.
- Com a distribuição diamétrica dos indivíduos foi possível constatar que a floresta possui grande estoque madeireiro, contendo a maior concentração de indivíduos na classe de 50 a 60 cm.
- A área de estudo possui grande aptidão para o manejo florestal sustentável.

## CAPITULO III – DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL PARA ESTIMAR A DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Goupia glabra* E *Qualea albiflora*

### 3.1 Introdução

A partir dos anos 1980, a Floresta Amazônica tornou-se uma região de grande interesse mundial. Isso se deve por sua grande extensão territorial, riqueza da biodiversidade, grande quantidade de biomassa lenhosa e complexidade de seu ecossistema, onde o equilíbrio pode ser afetado, com modificações irreversíveis após uma perturbação intensa (UMAÑA & ALENCAR, 1998).

Nota-se atualmente uma crescente preocupação por parte dos pesquisadores e da própria sociedade em relação a proteção da biodiversidade, assim, a conscientização sobre o desenvolvimento sustentável é de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico (MACHADO et al., 2009).

De acordo com Queiroz et al., (2006), antes de qualquer intervenção numa floresta faz-se necessária uma criteriosa avaliação das consequências presentes e futuras que possam resultar seu uso. Para que haja um aproveitamento racional e sustentabilidade das florestas é necessária a aplicação de técnicas silviculturais adequadas, baseadas na ecologia de cada formação florestal (HOSOKAWA, 1986).

Em 1898 o francês De Liocourt estabeleceu o conceito sobre distribuição diamétrica em florestas multiâneas, desenvolvendo uma série de modelos matemáticos capazes de descrever a estrutura de populações (BARROS, 1980).

Na busca da ampliação dos estudos e aprofundamento dos resultados, foram desenvolvidas distribuições de frequência, que são agrupamentos de dados em classes. Uma distribuição de frequência relativa, para os resultados de um espaço amostral, constitui uma distribuição de probabilidade (SCOLFORO, 2006).

Assim, a distribuição diamétrica tornou-se uma importante ferramenta no levantamento da estrutura horizontal de uma floresta, pois permite a caracterização da tipologia florestal, além de servir como indicativo de estoque em crescimento na floresta e como subsídio para tomada de decisões durante o planejamento do manejo a ser aplicado (MACHADO et al., 2009).

Segundo Barros (1980), em florestas tropicais o conhecimento da estrutura diamétrica é de vital importância para fins de manejo, visto que a idade é uma variável de difícil obtenção e de ampla variação.

Assim como em um trabalho desenvolvido por Cunha (1994), em estudo desenvolvido na região do presente trabalho, são desenvolvidas atividades de exploração comercial de madeira, ou seja, há alterações na estrutura diamétrica da floresta. É importante que não seja perturbada drasticamente a distribuição diamétrica da população, procurando manter o equilíbrio da floresta.

Para Machado et al., (2010), nos dias atuais a melhor forma de descrever a estrutura diamétrica de uma floresta ou de uma espécie se dá por meio de funções de densidade probabilísticas (FDP), que permitem obter a probabilidade das árvores ocorrerem dentro de determinados intervalos, ou classe de diâmetro. Os modelos de FDP devem ser devidamente testados e selecionados de forma a identificar qual deles melhor descreve o comportamento da variável em questão.

De acordo com Cunha (1994), o inventário florestal serve como embasamento para análises estatísticas das variáveis básicas coletadas por meio do censo florestal ou em unidades amostrais. Os métodos de análise variam de acordo com o objetivo do trabalho e do tipo de variável quantitativa sob investigação. No caso da estrutura diamétrica, existe o interesse em descrever a distribuição de frequência do diâmetro por meio do uso de funções de densidade probabilística.

Neste contexto, o objetivo deste capítulo foi estimar a distribuição diamétrica de uma área de exploração de Floresta Amazônica no município de Santa Carmem, MT, bem como determinar a intensidade amostral que melhor reflete a distribuição diamétrica observada nos dados obtidos por meio do censo florestal.

## **3.2 Revisão bibliográfica**

### **Distribuição diamétrica**

O manejo florestal é uma das práticas mais complexas dentro da ciência florestal, pois envolve a identificação e análise de inúmeros fatores que influenciarão o planejamento das mais variadas formas. Assim, poder gerar diferentes cenários da

floresta em idades futuras, sendo uma ferramenta muito importante ao manejador na tomada de decisões (FELDE, 2010).

De acordo com Miguel et al., (2010), a estrutura de uma floresta baseia-se principalmente na distribuição de árvores e de suas dimensões em relação a uma unidade de área, resultado das características de crescimento da espécie, dos fatores ambientais e das atividades de manejo.

Assim, segundo Téo et al., (2011), a distribuição diamétrica é um meio de controle da densidade da floresta, pois permite estimar o número de árvores por hectare existentes em cada classe de diâmetro.

Em florestas plantadas a distribuição diamétrica é importante para programar a predição ou prognose da produção florestal. Em florestas nativas, que não tem idade definida, ela permite obter a amplitude dos diâmetros e a densidade de indivíduos por classe diamétrica (SCOLFORO, 2006).

Segundo Ferreira (2011), uma das particularidades que envolvem o uso das distribuições diamétricas é a possibilidade de realizar a prognose da produção florestal, fazendo-se uso das funções de densidade de probabilidade, conhecidas como FDP.

### **Funções de densidade probabilísticas (FDP)**

As distribuições probabilísticas possibilitam prever fenômenos inferidos por modelos matemáticos, facilitando assim o estudo do comportamento de variáveis tanto do meio físico como biológico (SILVA et al., 2003).

Neste trabalho foram ajustados os seguintes modelos de FDP:

#### ***Normal***

Estatisticamente, a distribuição Normal é considerada a mais importante dentre as várias distribuições contínuas existentes. Seu estudo teve início no século XVIII, quando ficou constatado que as discrepâncias entre repetidas medidas da mesma grandeza física apresentavam um grau surpreendente de regularidade, sendo a distribuição satisfatória das discrepâncias, denominada curva normal dos erros (FREUND & SIMON, 2000).

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\left(\frac{-1}{2}\right)\left[\frac{(x-\mu)^2}{\sigma}\right]} \quad (9)$$

Sendo:

$x$  = variável aleatória diâmetro;

$e$  = exponencial;

$\sigma$  = desvio-padrão;

$\mu$  = média.

A distribuição Normal é amplamente empregada nas áreas das ciências florestais. Isso se deve ao fato de que a maioria das variáveis biométricas são aproximadamente normais, e as variáveis que não apresentam distribuição normal podem ser facilmente transformadas em variáveis normais.

### ***LogNormal***

Para Scolforo (2006), a distribuição LogNormal é uma alternativa à distribuição Normal, visto que distinguem-se apenas para a obtenção da média e da variância e os valores dos diâmetros são transformados em seus correspondentes logarítmicos.

$$f(x) = \frac{e^{\left(\frac{-1}{2}\right)\left[\frac{(\ln x - \mu)^2}{\sigma}\right]}}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \quad (10)$$

Sendo:

$x \geq 0$  e  $x$  = variável aleatória diâmetro;

$e$  = exponencial;

$\sigma$  = desvio-padrão;

$\mu$  = média.

A distribuição LogNormal além de ser usada na ciência florestal é também muito usada em ciências como hidrologia e hidroclimatologia, pois considera que os logarítmicos das variáveis aleatórias seguem uma distribuição normal (LYRA et al., 2006).

### ***Gamma***

O modelo Gamma é uma função flexível. Sendo assim, pode-se usar para florestas naturais ou povoamentos florestais, pois se ajusta a diferentes tipos de curvas passando por diversos graus de assimetria (SCOLFORO, 2006).

$$f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (11)$$

Sendo:

$\Gamma$  = função gamma;

$\alpha$  e  $\beta$  = parâmetros a serem estimados. Apresentam sinais positivos e definem a forma da distribuição.

De acordo com Botelho & Morais (1999), o grande problema na distribuição Gamma é a obtenção dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  devido à alta complexidade. São diversos os métodos usados para obtenção dos parâmetros, sendo os mais usados o método da máxima verossimilhança e dos momentos.

Araújo et al. (2001) afirmam que a função de verossimilhança consiste em maximizar uma função de parâmetros da distribuição e Scolforo (2006) indica o método dos momentos como o mais eficiente para obtenção dos parâmetros, pois o mesmo apresenta maior facilidade nos cálculos.

### **Beta**

Segundo Scolforo (2006), dependendo da dimensão dos coeficientes, a função Beta pode ser considerada uma função de densidade de probabilidade, observando sempre os limites definidos entre o menor e o maior diâmetro encontrados no povoamento. Esta FDP pode ser aplicada tanto em florestas nativas quanto em plantadas, podendo ser ajustada a diferentes tipos de curva, estendendo-se por diversos graus de assimetria.

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta) \cdot \mathbf{1}} \cdot (x - a)^{\alpha-1} (b - x)^{\beta-1} \quad (12)$$

Sendo:

b e a = valores máximos e mínimos da variável aleatória;

$\alpha$  e  $\beta$  = parâmetros a serem estimados, maiores que zero.

Finger (1982) observou que a distribuição Beta é muito eficiente quando usada para representar processos dinâmicos, como por exemplo, curvas de crescimento, e mostrou também que a função é apropriada para a descrição matemática de algumas distribuições decrescentes.

## **Weibull**

Hoje em dia, a distribuição de Weibull é a mais usada no Brasil, pois é bastante flexível e se ajusta bem a uma infinidade de formas de curvas, tanto unimodal quanto multimodal, servindo para qualquer tipo de floresta, gerando uma configuração que coincide com as condições ideais para o perfeito ajuste dessa função (BINOTI et al., 2010).

A distribuição Weibull pode ser descrita conforme o número de parâmetros em 2P e 3P. Neste trabalho foi usada a distribuição de Weibull 3P, sendo esta representada pela equação 13:

$$f(x) = \left(\frac{c}{b}\right) \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} e \left[-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c\right] \quad (13)$$

Sendo:

a = parâmetro de locação;

b = parâmetro de escala;

c = parâmetro de forma;

$a \leq x < \infty$ ;  $x \geq 0$ ;  $b > 0$  e  $c > 0$ .

De acordo com Scolforo (2006), um dos motivos que fazem a distribuição Weibull ser aplicada em muitas situações é a íntima relação entre os parâmetros e o comportamento da distribuição. Pode ser considerada como uma forma mais genérica da distribuição exponencial, por ela ter três parâmetros, que determina sua amplitude, sua forma e seus momentos.

## **SB de Johnson**

Segundo Ferreira (2011), a distribuição SB tem importantes vantagens em relação a distribuição Beta do ponto de vista de aplicação prática. Primeiro, atravessa uma faixa ligeiramente extensa da distância dos coeficientes de assimetria e curtose, e segundo, é possível obter estimadores de máxima verossimilhança com forma fechada de soluções, uma vez identificados os limites superiores e inferiores do conjunto de dados, em que a distribuição Beta exige solução iterativa para estes estimadores.

$$f(x) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\lambda}{(x-\varepsilon)(\lambda+\varepsilon-x)} e^{-\frac{1}{2} \left[ \gamma + \delta \ln\left(\frac{x-\varepsilon}{\lambda+\varepsilon-x}\right) \right]^2} \quad (14)$$

Sendo:

$\varepsilon$  = parâmetro de locação;

$\lambda$  = parâmetro de escala;

$\delta$  e  $\gamma$  = determinam a forma da distribuição. Quando  $\delta$  aumenta implica em grande aumento na forma. Já aumentos no valor absoluto de  $\gamma$  implica em mais assimetria, ou seja,  $\delta$  é o parâmetro curtose e  $\gamma$  é o parâmetro que expressa a assimetria.

Ainda segundo Ferreira (2011), cada uma das distribuições estatísticas tradicionalmente consideradas para ajustar dados de mensuração florestal tem seus pontos fortes e fracos, os quais podem resultar em extremos em termos de ajustes de um conjunto de dados para outro. A distribuição SB de Johnson demonstra relativa estabilidade por meio de uma variedade de conjunto de dados.

### **Teste de Aderência**

Para observar a qualidade do ajuste obtido pelas distribuições probabilísticas se faz necessário à utilização de testes de aderência não paramétricos, como o teste do qui-quadrado, Kolmogorov-Smirnov, teste G, entre outros. O teste do qui-quadrado e de Kolmogorov-Smirnov são amplamente utilizados nos estudos de funções de densidade probabilísticas. Porém, o primeiro apresenta uma desvantagem em relação ao segundo, pois pode apresentar limitações no que se diz respeito ao número de frequência de elementos em cada classe (FERREIRA, 2011).

Com isso, Scolforo (2006) recomenda o uso do teste de Kolmogorov-Smirnov para verificação da qualidade do ajuste obtido por cada função. Basicamente o teste Kolmogorov-Smirnov compara a frequência cumulativa estimada com a frequência observada. O ponto de maior divergência entre as duas distribuições é o valor D de Kolmogorov-Smirnov.

$$D_{cal} = \frac{SUP_X |F_{o(x)} - F_{e(x)}|}{n} \quad (15)$$

Sendo:

$F_{o(x)}$  = frequência observada acumulada;

$F_{e(x)}$  = frequência esperada acumulada;

n = número de observações;

$D_{cal}$  = valor D (Kolmogorov-Smirnov) calculado.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para testar as hipóteses de  $H_0$  (verdadeiro) e  $H_1$  (falso) para o nível de 5% de significância do teste bilateral. Sendo que:  $H_0$  = diâmetros observados seguem as distribuições propostas; e  $H_1$  = diâmetros observados não seguem as distribuições propostas.

### **Inventário Florestal 100% - Censo**

Segundo Péllico Netto & Brena (1993), o inventário florestal 100% ou censo florestal, como o próprio nome indica, consiste na enumeração completa dos indivíduos de uma população, reproduzindo assim, as características reais da população, ou seja, os valores verdadeiros.

Figueiredo Filho (1999) afirma que o censo florestal é uma técnica tradicional no estudo da dinâmica e da análise estrutural da floresta, pois proporciona o conhecimento total da população, possibilitando estudos individuais por espécie.

Na IN nº 05 de 11 de Dezembro de 2006 (DOU nº 238, 13/12/2006), o inventário 100% da área a ser explorada confirmou-se como uma exigência legal para a execução de planos de manejo florestais sustentáveis (PMFSs). Primeiro como uma ferramenta de fiscalização, paulatinamente vai se tornando fundamental ao bom planejamento de extração.

Bonetes (2003) cita as vantagens e desvantagens do inventário florestal 100%, que estão apresentadas na tabela 5.

**Tabela 5.** Vantagens e desvantagens do inventário florestal 100% - censo.

| <b>VANTAGENS</b>   | <b>DESvantagens</b>  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Obtenção do volume total sem erros amostrais, pois todos os indivíduos têm sua altura e DAP medidos, além da classe de qualidade;</li><li>• Deduções de defeito podem ser determinadas com precisão.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Os indivíduos devem ser marcados para evitar omissões ou duplicações nas contagens, requerendo adicional de tempo e mão de obra;</li><li>• Altos custos devido ao tempo gasto e recursos requeridos.</li></ul> |

Fonte: BONETES (2003).

Entretanto, de acordo com Braz et al., (2003), o censo florestal é fundamental para o planejamento da extração, reduzindo substancialmente os custos, pois todas as árvores potenciais e a situação do terreno se encontram mapeadas. Sendo uma exigência legal, esse tipo de levantamento não foi inicialmente compreendido ou utilizado por empresas florestais, que o consideravam apenas uma formalidade burocrática.

### **Amostragem**

Segundo Spiegel (1993), a teoria de amostragem consiste no estudo das relações existentes entre uma população e as amostras provenientes desta. É usada para estimar os parâmetros populacionais por meio dos parâmetros estatísticos correspondentes.

A medição precisa de parte da população freqüentemente fornece informações tão seguras quanto às obtidas por meio do censo florestal (AVERY & BURKHART, 1983).

De acordo com Hosokawa (1998), é prática nos levantamentos florestais selecionar uma amostra correspondente a população da qual se deseja obter informações, pois, por meio da observação de unidades amostrais pode-se estimar sua estatística correspondente.

Os planos de manejo na Amazônia baseiam-se fundamentalmente em inventário 100%. Isto facilita grandemente a fiscalização e principalmente o planejamento da extração com baixo impacto de forma econômica. Entretanto, o inventário amostral é necessário para: a) licitação de florestas públicas (Cavalcanti et al., 2009); b) avaliação do potencial de grandes áreas; c) inventário nacionais e d) instalação de Parcelas Permanentes (PP).

A instalação correta de PP tem grande importância para o monitoramento do manejo ou pesquisa da dinâmica da floresta e tem sido fonte de equívocos na interpretação dos dados devido amostragem insuficiente. Assim, a amostragem ideal para as PP é fundamental para o correto diagnóstico do manejo florestal.

## **Intensidade Amostral**

De acordo com Péllico Netto & Brena (1993), a intensidade amostral consiste na razão entre o número de amostras utilizadas para estimativa estatística e o número total de amostras que comportam na população. Esta pode ser obtida por meio de procedimentos: em função da variabilidade da população, do erro de amostragem admitido e da probabilidade de confiança fixada, que é o procedimento normal e desejável; ou em função do tempo e recursos disponíveis para a realização do inventário florestal, sendo que neste caso não é possível fixar o erro de amostragem requerido, sendo o erro resultante maior ou menor dependendo das características da floresta.

Segundo Husch et al., (1982), a intensidade de amostragem indica a porcentagem de área total da população que é compreendida na amostra. Caso a população seja pequena, torna-se conveniente a realização do censo florestal, porém, geralmente usa-se medir somente parte da população.

Para a realização de uma amostragem, o primeiro passo é a determinação do tamanho de amostra necessário. Assim, faz-se necessário a aferição dos dados em pequenas parcelas separadamente, até que cesse o surgimento de novas espécies. A soma das áreas dessas parcelas corresponde à área mínima representativa da população (LAMPRECHT, 1990).

### **3.3 Metodologia**

Os dados de diâmetro e localização de todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) superior a 30 cm foram obtidos por meio do inventário florestal 100% (censo), disponibilizados pela empresa Elabore Consultoria. A área total consiste em 1.024 ha, sendo considerada área de trabalho 939,54 ha, pois para essa análise foram excluídas as áreas de preservação permanente (APP).

Assim, os dados reais, bem como os dados estimados, foram extrapolados para uma área de 1.000 ha, visando obter uma única escala de trabalho, facilitando a interpretação dos resultados.

Para a análise da distribuição diamétrica foi pré-determinado um intervalo de classe de 10 cm e para comparação foi estimado o número de classes de diâmetro pelos métodos de Sturges, Dixon & Kromal e Velleman (tabela 6).

**Tabela 6.** Métodos usados para obtenção do número de classes.

| Método         | Fórmula                          |
|----------------|----------------------------------|
| Sturges        | $nc = 1+3,3 \cdot \text{Log}(N)$ |
| Dixon & Kromal | $nc = 10 \cdot \text{Log}(N)$    |
| Velleman       | $nc = 2 \cdot \sqrt{N}$          |

\*nc = número de classes.

**Fonte:** a autora.

Após ter sido obtida a distribuição diamétrica real, tanto para o censo quanto individualmente para as espécies *Goupia glabra* e *Qualea albiflora*, foram testados seis modelos de função probabilística (FDP) para estimativa da distribuição. Estes estão apresentados na tabela 7.

**Tabela 7.** Modelos usados para estimativa do número de árvores por classe diamétrica.

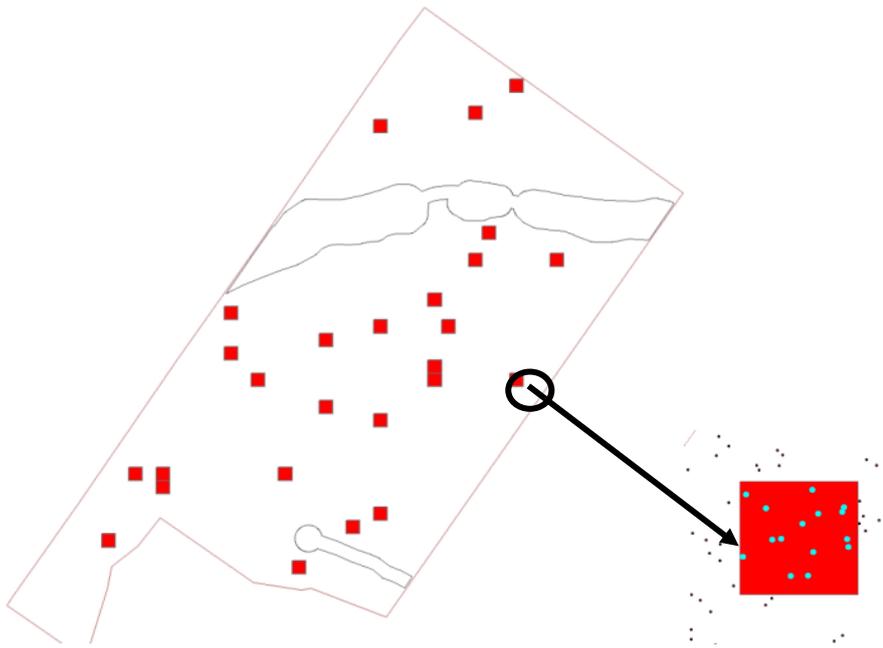
|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Normal</b>        | $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$  |
| <b>LogNormal</b>     | $f(x) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2}}{x\sigma\sqrt{2\pi}}$   |
| <b>Gamma</b>         | $f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)}$  |
| <b>Beta</b>          | $f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta) \cdot \mathbf{1}} \cdot (x - a)^{\alpha-1} (b - x)^{\beta-1}$   |
| <b>Weibull</b>       | $f(x) = \left(\frac{c}{b}\right) \left(\frac{x - a}{b}\right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x - a}{b}\right)^c}$  |
| <b>Sb de Johnson</b> | $f(x) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{\lambda}{(x - \varepsilon)(\lambda + \varepsilon - x)} e^{\frac{-1}{2\left[\gamma + \delta \ln\left(\frac{x - \varepsilon}{\lambda + \varepsilon - x}\right)\right]^2}}$ |

**Fonte:** a autora.

A análise estatística dos dados foi feita pelo software TableCurve, sendo obtidas as frequências estimadas pelos modelos testados.

O melhor modelo foi escolhido com base no teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS) e na análise gráfica da distribuição observada e estimada.

Para a estimativa da intensidade amostral foram simuladas parcelas distribuídas aleatoriamente pela área (figura 10). Foram testadas as intensidades de 2,5%, 5%, 10%, 15% e 20%. Foram testados para cada intensidade os mesmos modelos de função de probabilidade usados na estimativa da distribuição diamétrica. A escolha da intensidade que melhor refletiu a distribuição observada foi feita com base no teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ), bem como na análise gráfica da distribuição real e estimada.



**Figura 10.** Parcelas simuladas distribuídas aleatoriamente pela área de estudo.

**Fonte:** a autora.

### **3.4 Resultados e Discussão**

Segundo Carvalho (1981), informações sobre a distribuição diamétrica dos indivíduos de uma floresta permite estabelecer o potencial madeireiro das espécies comercializáveis e recomendar estudos tecnológicos para as espécies florestais mais frequentes e de maiores volumes, cujas características sejam pouco conhecidas.

Desde os primeiros estudos sobre a distribuição de diâmetro de espécies da Amazônia, utiliza-se um intervalo de classe diamétrica pré-determinado de 10 cm,

devido às grandes dimensões dos indivíduos. Fato observado em estudos realizados por Carvalho (1981; 1987), Lima & Gazel Filho (1999), Higuchi (2007), Azevedo et al., (2007) e Braz et al., (2012).

Entre os resultados obtidos pelos métodos de Sturges, Dixon & Kromal e Velleman para determinação do número de classes, o método de Sturges foi o que mais se aproximou do número de classes pré-determinado para um intervalo de classe de 10 cm. Considerando a área total (censo), o método de Sturges estimou 15 classes para um intervalo de classe de 9,5 cm. Para *Goupia glabra* o valor obtido foi de 12 classes de diâmetro para um intervalo de 11,9 cm e para *Qualea albiflora* foram estimadas 14 classes de diâmetro para um intervalo de aproximadamente 6 cm. Para o censo e ambas as espécies, os modelos de Sturges, Dixon & Kromal e Velleman superestimaram o número de classes de diâmetro com relação ao que foi pré-determinado. No censo, foram observadas 28.578 árvores em 1.000 ha, para *Qualea albiflora* observou-se 9.758 indivíduos e 2.345 de *Goupia glabra*. Os resultados obtidos por classe diamétrica estão apresentados na tabela 8.

**Tabela 8.** Descrição das classes diamétricas.

| Classe       | LI    | CC           | LS    | Censo         | <i>Qualea albiflora</i> | <i>Goupia glabra</i> |
|--------------|-------|--------------|-------|---------------|-------------------------|----------------------|
|              |       |              |       | N/classe      | N/classe                | N/classe             |
| 1            | 30,0  | <b>35,0</b>  | 40,0  | <b>2483</b>   | <b>853</b>              | <b>112</b>           |
| 2            | 40,0  | <b>45,0</b>  | 50,0  | <b>7495</b>   | <b>3072</b>             | <b>452</b>           |
| 3            | 50,0  | <b>55,0</b>  | 60,0  | <b>7697</b>   | <b>3090</b>             | <b>478</b>           |
| 4            | 60,0  | <b>65,0</b>  | 70,0  | <b>4887</b>   | <b>1822</b>             | <b>393</b>           |
| 5            | 70,0  | <b>75,0</b>  | 80,0  | <b>2678</b>   | <b>701</b>              | <b>290</b>           |
| 6            | 80,0  | <b>85,0</b>  | 90,0  | <b>1525</b>   | <b>187</b>              | <b>264</b>           |
| 7            | 90,0  | <b>95,0</b>  | 100,0 | <b>887</b>    | <b>27</b>               | <b>165</b>           |
| 8            | 100,0 | <b>105,0</b> | 110,0 | <b>505</b>    | <b>6</b>                | <b>90</b>            |
| 9            | 110,0 | <b>115,0</b> | 120,0 | <b>230</b>    |                         | <b>51</b>            |
| 10           | 120,0 | <b>125,0</b> | 130,0 | <b>121</b>    |                         | <b>30</b>            |
| 11           | 130,0 | <b>135,0</b> | 140,0 | <b>45</b>     |                         | <b>14</b>            |
| 12           | 140,0 | <b>145,0</b> | 150,0 | <b>16</b>     |                         | <b>6</b>             |
| 13           | 150,0 | <b>155,0</b> | 160,0 | <b>5</b>      |                         |                      |
| 14           | 160,0 | <b>165,0</b> | -     | <b>3</b>      |                         |                      |
| <b>Total</b> |       |              |       | <b>28.578</b> | <b>9.758</b>            | <b>2.345</b>         |

\*LI = Limite Inferior (cm); CC = Centro de classe (cm); LS = Limite Superior (cm); N/classe = Número de árvores por classe diamétrica.

**Fonte:** a autora.

Segundo Carvalho (1987), em estudo realizado na Flona do Tapajós e florestas pluviais semelhantes, observou-se que a forma geral da curva de distribuição

diamétrica é balanceada, pois o número de árvores por classe diamétrica decresce da menor classe para a maior. Porém, cada espécie possui uma curva típica de distribuição e sendo assim, deve-se analisar separadamente.

No caso do presente trabalho, o fato de a curva de distribuição diamétrica não ter se apresentado como a curva tradicional do “J invertido” explica-se devido aos dados terem sido coletados acima de 30 cm de DAP. Por outro lado, Braz et al. (2014) identificaram para a mesma área a intensidade de regeneração de 1. ha<sup>-1</sup> para a *G. glabra* e 4. ha<sup>-1</sup> para o *Q. albiflora*. Estas intensidades, extrapoladas para os 1000 ha da UPA avaliada seriam suficientes para equilibrar o ajuste para “J”.

Em geral, todos os modelos apresentaram bons ajustes. Para escolha do melhor modelo foi feito um ranqueamento, considerando o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>aj), o número de árvores estimado pelo modelo e o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov a um nível de 5% de probabilidade, sendo que o modelo que apresentou menor somatório foi selecionado como melhor.

Considerando a área total, o único modelo aceito pelo teste de Kolmogorov-Smirnov foi o SB de Johnson. O modelo também apresentou o melhor resultado de R<sup>2</sup>aj com 0,99, e número de árvores estimado, superando o valor observado em apenas 20 indivíduos (tabela 9).

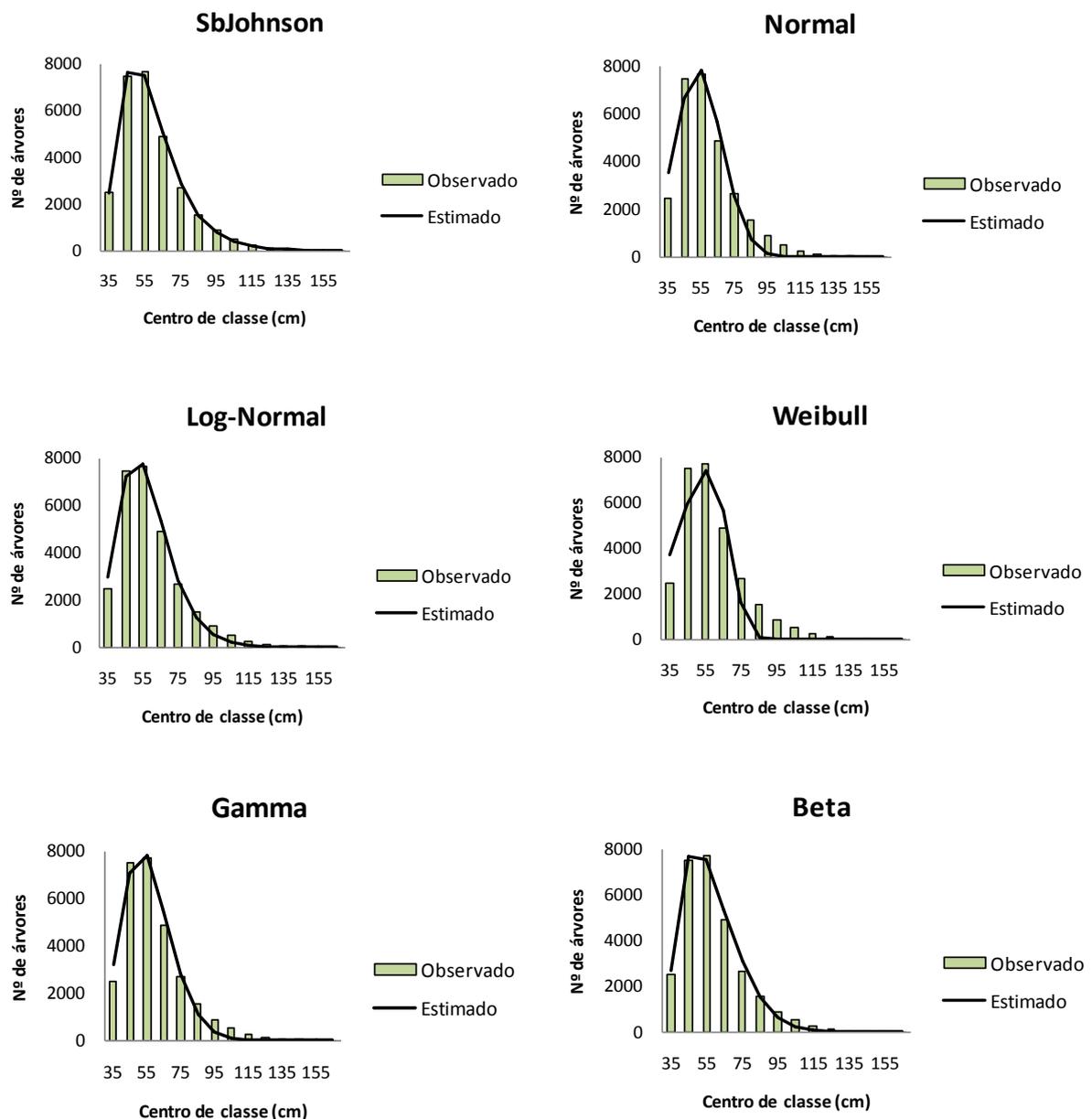
**Tabela 9.** Estatísticas dos modelos de distribuição diamétrica testados para o censo.

|                              | <b>Normal</b> | <b>Log-normal</b> | <b>Gamma</b> | <b>Beta</b> | <b>Weibull</b> | <b>Sb Johnson</b> |
|------------------------------|---------------|-------------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|
| <b>R<sup>2</sup>ajustado</b> | 0,9518        | 0,9896            | 0,9782       | 0,9917      | 0,8805         | 0,9982            |
| <b>N estimado</b>            | 27139         | 28353             | 24439        | 28107       | 28784          | 28598             |
| <b>D calculado</b>           | 0,0373        | 0,0172            | 0,0257       | 0,0166      | 0,0542         | 0,0063            |
| <b>N observado</b>           | <b>28578</b>  |                   |              |             |                |                   |
| <b>D tabelado 5%</b>         | <b>0,0083</b> |                   |              |             |                |                   |
| <b>Ranqueamento</b>          |               |                   |              |             |                |                   |
| <b>R<sup>2</sup>ajustado</b> | 5             | 3                 | 4            | 2           | 6              | 1                 |
| <b>N estimado</b>            | 5             | 3                 | 6            | 4           | 2              | 1                 |
| <b>D calculado</b>           | 6             | 6                 | 6            | 6           | 6              | 1                 |
| <b>Soma</b>                  | <b>16</b>     | <b>12</b>         | <b>16</b>    | <b>12</b>   | <b>14</b>      | <b>3</b>          |

\*R<sup>2</sup>ajustado = Coeficiente de determinação ajustado; N estimado = número de árvores estimado; D calculado = Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5% = Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

**Fonte:** a autora.

Na análise gráfica dos valores estimados pelos modelos em comparação com o que foi observado, é possível notar que o modelo SB de Johnson foi o que apresentou a melhor estimativa. Os demais modelos que foram excluídos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov também refletiram pior ajuste pela análise gráfica (figura 11).



**Figura 11.** Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para o censo.  
**Fonte:** a autora.

Pode-se observar que com exceção do modelo escolhido, os demais modelos subestimaram as classes superiores, o que pode ser observado com maior clareza na tabela 10.

**Tabela 10.** Estimativa percentual do número de árvores por classe diamétrica para o censo.

| Centro de classe (cm) | N/classe obs.(%) | Normal      | Log-normal  | Weibull     | Gamma       | Beta         | SBJohnson    |
|-----------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 35                    | 8,7              | 12,4        | 10,4        | 13,0        | 11,3        | 9,4          | 8,6          |
| 45                    | 26,2             | 23,4        | 25,3        | 20,8        | 24,7        | 26,8         | 26,7         |
| 55                    | 26,9             | 27,4        | 27,2        | 26,0        | 27,4        | 26,5         | 26,3         |
| 65                    | 17,1             | 19,9        | 18,7        | 19,8        | 19,3        | 18,8         | 17,6         |
| 75                    | 9,4              | 8,9         | 10,0        | 5,6         | 9,9         | 10,8         | 10,0         |
| 85                    | 5,3              | 2,5         | 4,5         | 0,2         | 3,9         | 5,2          | 5,3          |
| 95                    | 3,1              | 0,4         | 1,9         | 0,0         | 1,3         | 2,2          | 2,7          |
| 105                   | 1,8              | 0,0         | 0,7         | 0,0         | 0,4         | 0,7          | 1,4          |
| 115                   | 0,8              | 0,0         | 0,3         | 0,0         | 0,1         | 0,2          | 0,7          |
| 125                   | 0,4              | 0,0         | 0,1         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,4          |
| 135                   | 0,2              | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,2          |
| 145                   | 0,1              | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,1          |
| 155                   | 0,0              | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,1          |
| 165                   | 0,0              | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0          | 0,0          |
| <b>Total</b>          | <b>100,0</b>     | <b>95,0</b> | <b>99,2</b> | <b>85,5</b> | <b>98,4</b> | <b>100,7</b> | <b>100,1</b> |

Fonte: a autora.

Com os resultados relativos apresentados na tabela 10, nota-se que os modelos descartados, em geral, superestimaram as classes inferiores, e após a quinta classe, os valores passam a ser subestimados, semelhante ao observado na figura 11.

O modelo SB de Johnson apresentou pouca variação dos valores estimados em relação ao que foi observado nas classes diamétricas, mostrando a eficiência do modelo para a área de estudo. O único modelo que superestimou o número de indivíduos observados foi o Beta, os demais subestimaram os resultados.

Em trabalho realizado por Higuchi (2007), em terras da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, foi analisado o desempenho da função Weibull para diferentes tamanhos de parcelas, considerando como um único grupo todas as espécies observadas no local. Foi observado que a função Weibull mostrou-se simples e eficaz para estimativa da distribuição diamétrica, independente do tamanho da parcela.

Segundo Barros et al., (1979), em trabalho realizado na Flona de Tapajós, encontraram que a função Weibull apresentou ótimas possibilidades de uso devido a flexibilidade do modelo. Foi observado também que a função Beta apresentou boas estimativas para a área de estudo, sendo indicada para áreas de floresta semelhante.

Dalla Lana et al., (2013), analisou sete modelos de função de densidade probabilística para estimar a distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa em Pernambuco. Os modelos Log-Normal, Weber, Weibull, Sb de Johnson, Beta e Gamma apresentaram boas estimativas, sendo escolhidos como melhores os dois primeiros modelos. O modelo Normal não foi indicado para representar os dados.

Ramos et al., (2013), realizou o ajuste de funções de densidade probabilísticas para analisar a estrutura hipsométrica de uma floresta de várzea localizada na UEAP, em Macapá, AP e de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov, a distribuição normal foi a que melhor se ajustou aos dados, indicando que para florestas naturais a estrutura hipsométrica segue uma distribuição normal.

Para *Qualea albiflora* o modelo selecionado através do ranking foi o SB de Johnson, sendo o modelo apresentou melhor resultado de  $R^2_{aj}$ , com 0,99. Porém, para o número de árvores estimado o melhor modelo foi o Beta, seguido do modelo SB de Johnson. Com os resultados obtidos com o teste de aderência KS, os modelos Normal e Gamma foram excluídos, sendo que o melhor foi o de Weibull, seguido pelo modelo SB de Johnson (tabela 11).

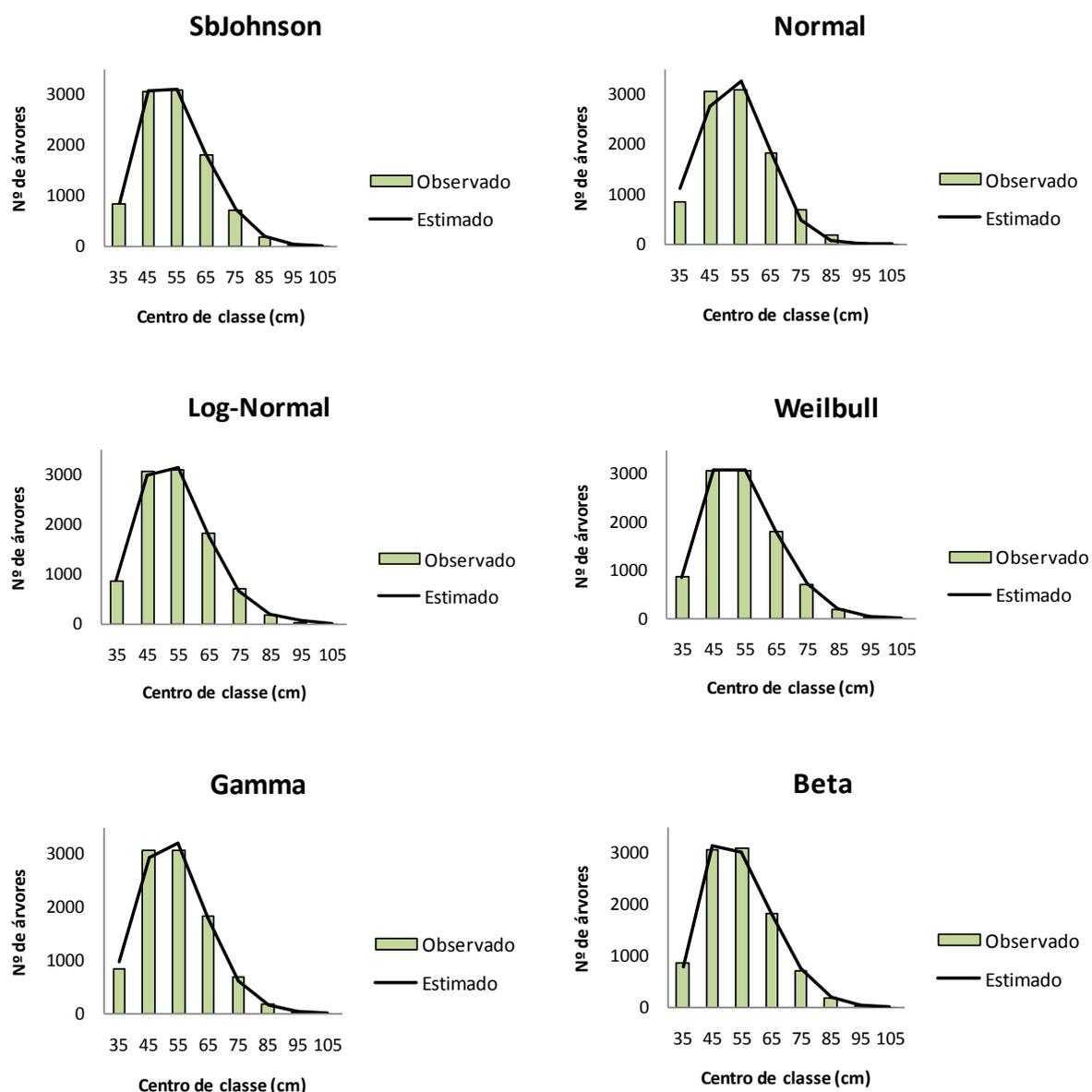
**Tabela 11.** Estatísticas dos modelos de distribuição diamétrica testados para a espécie *Qualea albiflora*.

|                              | <b>Normal</b> | <b>Log-normal</b> | <b>Gamma</b> | <b>Beta</b> | <b>Weibull</b> | <b>Sb Johnson</b> |
|------------------------------|---------------|-------------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|
| <b>R<sup>2</sup>ajustado</b> | 0,9695        | 0,9980            | 0,9931       | 0,9979      | 0,9999         | 0,9999            |
| <b>N estimado</b>            | 9523          | 9731              | 9698         | 9761        | 9811           | 9771              |
| <b>D calculado</b>           | 0,0312        | 0,0074            | 0,0148       | 0,0076      | 0,0012         | 0,0016            |
| <b>N observado</b>           | <b>9758</b>   |                   |              |             |                |                   |
| <b>D tabelado 5%</b>         | <b>0,0138</b> |                   |              |             |                |                   |
| <b>Ranqueamento</b>          |               |                   |              |             |                |                   |
| <b>R<sup>2</sup>ajustado</b> | 6             | 3                 | 5            | 4           | 1              | 1                 |
| <b>N estimado</b>            | 6             | 3                 | 5            | 1           | 4              | 2                 |
| <b>D calculado</b>           | 6             | 3                 | 6            | 4           | 1              | 2                 |
| <b>Soma</b>                  | <b>18</b>     | <b>9</b>          | <b>16</b>    | <b>9</b>    | <b>6</b>       | <b>5</b>          |

\*R<sup>2</sup>ajustado = Coeficiente de determinação ajustado; N estimado = número de árvores estimado; D calculado = Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5% = Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

**Fonte:** a autora.

Neste caso, como houve pouca variação entre o número de árvores estimado e o observado, todos os modelos, inclusive os que foram descartados, apresentaram uma boa representação gráfica (figura 12).



**Figura 12.** Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para a espécie *Qualea albiflora*.

**Fonte:** a autora.

Na tabela 12, foi possível comparar os valores relativos e observar que os modelos que foram descartados pelo teste KS foram os que apresentaram maior variação entre os valores estimados e observados por classe diamétrica, super estimando as classes inferiores e subestimando as classes superiores.

**Tabela 12.** Estimativa percentual do número de árvores por classe diamétrica para a espécie *Qualea albiflora*.

| Centro de classe (cm) | N/classe obs.(%) | Normal      | Log-normal  | Weibull      | Gamma       | Beta         | SBJohnson    |
|-----------------------|------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 35                    | 8,7              | 11,5        | 9,1         | 8,8          | 10,0        | 8,1          | 8,8          |
| 45                    | 31,5             | 28,4        | 30,7        | 31,6         | 30,0        | 32,2         | 31,5         |
| 55                    | 31,7             | 33,4        | 32,3        | 31,7         | 32,8        | 30,9         | 31,7         |
| 65                    | 18,7             | 18,7        | 17,9        | 18,7         | 18,3        | 18,7         | 18,6         |
| 75                    | 7,2              | 5,0         | 6,9         | 7,3          | 6,4         | 7,8          | 7,3          |
| 85                    | 1,9              | 0,6         | 2,1         | 2,0          | 1,5         | 2,1          | 1,9          |
| 95                    | 0,3              | 0,0         | 0,6         | 0,4          | 0,3         | 0,3          | 0,3          |
| 105                   | 0,1              | 0,0         | 0,1         | 0,0          | 0,0         | 0,0          | 0,0          |
| <b>total</b>          | <b>100,0</b>     | <b>97,6</b> | <b>99,7</b> | <b>100,5</b> | <b>99,4</b> | <b>100,0</b> | <b>100,1</b> |

Fonte: a autora.

Apesar de o modelo Beta ter estimado com maior precisão o número de árvores, observa-se que houve variações entre os valores estimados e observados em cada classe diamétrica. Já os modelos Weibull e SB de Johnson apresentaram estimativas muito semelhantes aos valores reais por classe de diâmetro, indicando que mesmo com a escolha do modelo SB de Johnson, o modelo Weibull também pode ser aplicado para estimativa de distribuição diamétrica de *Qualea albiflora*.

A espécie *Goupia glabra* teve como melhor modelo SB de Johnson, e assim como para o censo, o modelo apresentou os melhores resultados estatísticos para todos os parâmetros analisados. O coeficiente de determinação encontrado foi de 0,99 e o número de árvores estimado pelo modelo foi 9.771, superestimando em 7 árvores o valor observado. Os modelos Normal, Log-Normal e Gamma foram excluídos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (tabela 13).

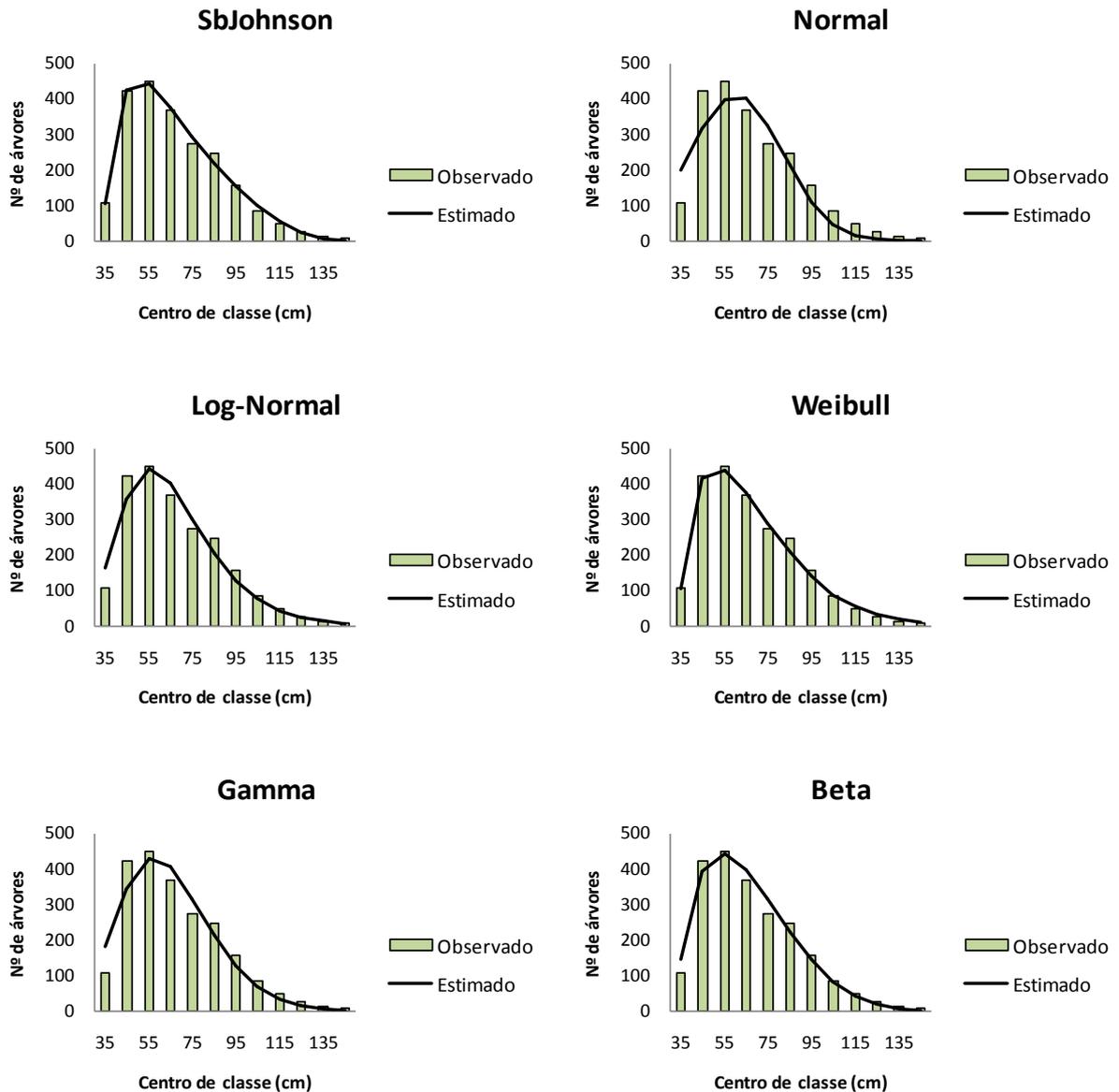
**Tabela 13.** Estatísticas dos modelos de distribuição diamétrica testados para a espécie *Goupia glabra*.

|                              | <b>Normal</b> | <b>Log-normal</b> | <b>Gamma</b> | <b>Beta</b> | <b>Weibull</b> | <b>Sb Johnson</b> |
|------------------------------|---------------|-------------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|
| <b>R<sup>2</sup>ajustado</b> | 0,8582        | 0,9462            | 0,9220       | 0,9735      | 0,9880         | 0,9904            |
| <b>N estimado</b>            | 2171          | 2309              | 2288         | 2362        | 2318           | 2338              |
| <b>D calculado</b>           | 0,0491        | 0,0303            | 0,0363       | 0,0195      | 0,0183         | 0,0137            |
| <b>N observado</b>           | <b>2345</b>   |                   |              |             |                |                   |
| <b>D tabelado 5%</b>         | <b>0,0281</b> |                   |              |             |                |                   |
| <b>Ranqueamento</b>          |               |                   |              |             |                |                   |
| <b>R<sup>2</sup>ajustado</b> | 6             | 4                 | 5            | 3           | 2              | 1                 |
| <b>N estimado</b>            | 6             | 4                 | 5            | 2           | 3              | 1                 |
| <b>D calculado</b>           | 6             | 6                 | 6            | 3           | 2              | 1                 |
| <b>Soma</b>                  | <b>18</b>     | <b>14</b>         | <b>16</b>    | <b>8</b>    | <b>7</b>       | <b>3</b>          |

\*R<sup>2</sup>ajustado = Coeficiente de determinação ajustado; N estimado = número de árvores estimado; D calculado = Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5% = Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

**Fonte:** a autora.

Por meio da representação gráfica pode ser observado que o melhor modelo se destacou perante aos demais sendo que os modelos descartados não apresentaram um bom ajuste por classe diamétrica (figura 13).



**Figura 13.** Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para a espécie *Goupia glabra*.

**Fonte:** a autora.

A distribuição da *Goupia glabra* apresentou curva de distribuição diamétrica Normal. Segundo Carvalho (1981), a espécie *Goupia glabra* em regiões de mata densa ocorre apenas nas maiores classes diamétricas, porém, pode ser encontrada na forma de regeneração às margens de rodovias e em clareiras naturais ou provocadas por exploração, demonstrando que a espécie necessita de luz na fase inicial. Em trabalho realizado por Pereira et al., (2013) analisando os parâmetros estruturais de *Goupia glabra* em uma zona de transição Cerrado-Floresta, no Amapá, encontrou uma distribuição diamétrica multimodal, considerando a

regeneração. Foi observado para o local certa dificuldade de estabelecimento de indivíduos jovens, possivelmente por competição com demais espécies.

Assim como foi observado para o censo e para a *Qualea albiflora*, com exceção dos modelos SB de Johnson e Weibull, os demais superestimaram as classes inferiores e subestimaram as classes superiores. Os valores obtidos por classe diamétrica pelos modelos testados estão na tabela 14.

**Tabela 14.** Estimativa percentual do número de árvores por classe diamétrica para a espécie *Goupia glabra*.

| Centro de classe (cm) | N/classe obs.(%) | Normal      | Log-normal  | Weibull     | Gamma       | Beta         | SBJohnson   |
|-----------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| 35                    | 4,8              | 9,2         | 7,5         | 4,7         | 8,3         | 6,6          | 4,8         |
| 45                    | 19,3             | 14,4        | 16,3        | 19,0        | 15,7        | 17,8         | 19,4        |
| 55                    | 20,4             | 18,1        | 20,2        | 19,9        | 19,5        | 20,2         | 20,1        |
| 65                    | 16,7             | 18,3        | 18,3        | 17,1        | 18,5        | 18,1         | 17,0        |
| 75                    | 12,3             | 14,8        | 13,8        | 13,2        | 14,3        | 14,3         | 13,3        |
| 85                    | 11,3             | 9,7         | 9,3         | 9,4         | 9,6         | 10,2         | 9,9         |
| 95                    | 7,0              | 5,0         | 5,8         | 6,3         | 5,7         | 6,6          | 6,9         |
| 105                   | 3,9              | 2,1         | 3,4         | 4,0         | 3,1         | 3,8          | 4,5         |
| 115                   | 2,2              | 0,7         | 2,0         | 2,5         | 1,6         | 2,0          | 2,5         |
| 125                   | 1,3              | 0,2         | 1,1         | 1,4         | 0,8         | 0,9          | 1,1         |
| 135                   | 0,6              | 0,0         | 0,6         | 0,8         | 0,3         | 0,3          | 0,2         |
| 145                   | 0,3              | 0,0         | 0,3         | 0,4         | 0,1         | 0,1          | 0,0         |
| <b>total</b>          | <b>100,0</b>     | <b>92,6</b> | <b>98,5</b> | <b>98,9</b> | <b>97,6</b> | <b>100,7</b> | <b>99,7</b> |

Fonte: a autora.

Os modelos Beta, Weibull e SB de Johnson foram os que apresentaram menor variação do valor estimado e observado por classe diamétrica, confirmando a superioridade das estimativas desses modelos em relação aos demais.

Para a estimativa da intensidade amostral que melhor reflete a distribuição foram testados os mesmos modelos de função probabilística testados para a estimativa da distribuição diamétrica para cada intensidade. A escolha do melhor modelo se deu da mesma forma aplicada para a estimativa da distribuição diamétrica, sendo considerados para o ranqueamento o valor do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), o número de árvores estimado (N) e o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS) (tabela 15).

**Tabela 15.** Resultado do ranqueamento para a escolha do modelo que melhor estima a distribuição diamétrica para cada intensidade amostral, para o censo e para as espécies selecionadas.

| <b>CENSO</b>                   | <b>2,5%</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> | <b>15%</b> | <b>20%</b> |
|--------------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|
| Normal                         | 18          | 18        | 18         | 18         | 18         |
| Log-Normal                     | 10          | 12        | 11         | 11         | 11         |
| Gamma                          | 15          | 15        | 15         | 15         | 15         |
| Beta                           | 9           | 9         | 10         | 10         | 10         |
| Weibull                        | 7           | 6         | 6          | 6          | 6          |
| SBJohnson                      | <b>3</b>    | <b>3</b>  | <b>3</b>   | <b>3</b>   | <b>3</b>   |
| <b><i>Qualea albiflora</i></b> |             |           |            |            |            |
| Normal                         | 18          | 18        | 18         | 18         | 18         |
| Log-Normal                     | 9           | 12        | <b>5</b>   | 6          | 8          |
| Gamma                          | 12          | 15        | 10         | 12         | 15         |
| Beta                           | <b>5</b>    | 7         | 11         | 11         | 10         |
| Weibull                        | 7           | 7         | 13         | 11         | 8          |
| SBJohnson                      | 6           | <b>3</b>  | <b>5</b>   | <b>4</b>   | <b>3</b>   |
| <b><i>Goupia glabra</i></b>    |             |           |            |            |            |
| Normal                         | 16          | 18        | 18         | 18         | 18         |
| Log-Normal                     | 14          | 8         | 12         | 10         | 11         |
| Gamma                          | 11          | 14        | 15         | 13         | 15         |
| Beta                           | <b>3</b>    | 11        | 5          | 8          | 8          |
| Weibull                        | 6           | 5         | 9          | <b>7</b>   | 8          |
| SBJohnson                      | 8           | <b>4</b>  | <b>3</b>   | <b>7</b>   | <b>3</b>   |

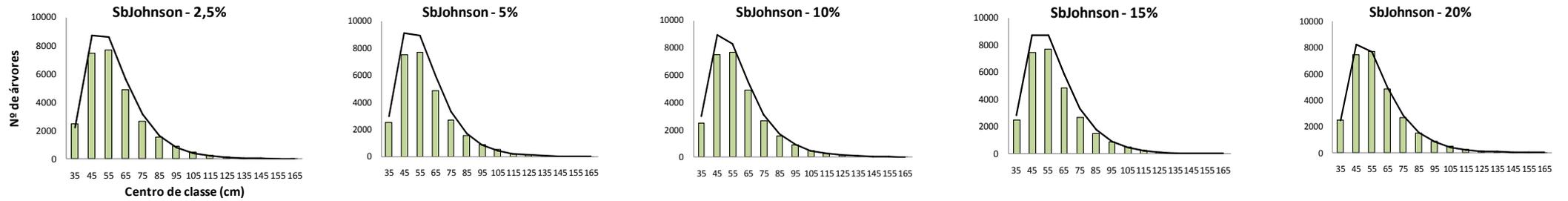
**Fonte:** a autora.

Na tabela 15, observa-se que para o censo, o modelo SB de Johnson foi o que melhor estimou a distribuição diamétrica para todas as intensidades amostrais, seguido do modelo de Weibull. Com exceção da intensidade de 2,5%, que teve todos os modelos aceitos pelo teste de aderência, nas demais intensidades somente os modelos SB de Johnson e Weibull foram aceitos pelo teste KS.

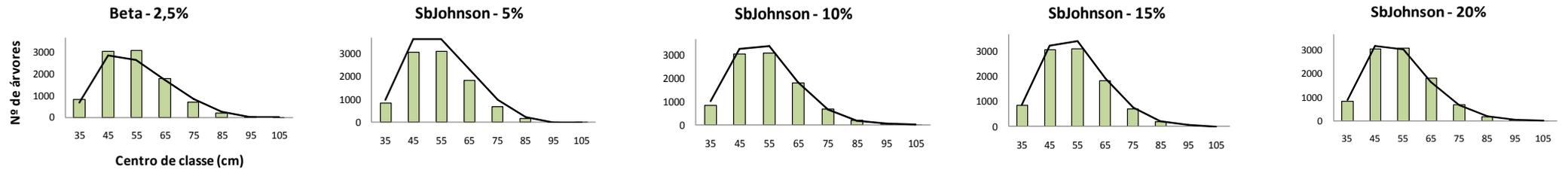
As espécies *Qualea albiflora* e *Goupia glabra* apresentaram resultados semelhantes. Todos os modelos testados foram aceitos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e, em geral, apresentaram bons resultados nos parâmetros analisados. Para a intensidade de 2,5%, o modelo selecionado para as duas espécies em questão foi o Beta, já para as demais intensidades o modelo escolhido como melhor foi o SB de Johnson, assim como foi observado para o censo. O passo seguinte para escolha da intensidade amostral foi a análise gráfica entre os valores reais e o estimado pelo modelo (figura 14).

Legenda:  Observado  Estimado

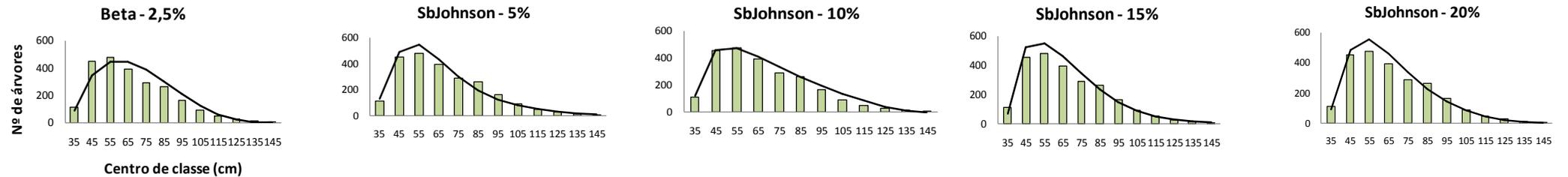
### CENSO



### Qualea albiflora



### Goupia glabra



**Figura 14.** Análise gráfica da estimativa gerada pelos modelos testados para cada intensidade amostral, para o censo e para as espécies selecionadas.  
**Fonte:** a autora.

Para o censo, foi possível observar que o ajuste aparentemente melhora com o aumento da intensidade amostral, pois visualmente, a intensidade de 20% apresentou melhor distribuição diamétrica nas classes que as demais intensidades.

Para *Q. albiflora*, o melhor ajuste observado também foi na intensidade de 20%, porém, neste caso houve certa variação nos ajustes observados para cada intensidade. Já para a *G. glabra*, o melhor ajuste se deu na intensidade de 10%.

A validação da escolha da intensidade amostral que melhor reflete a distribuição diamétrica real se deu por meio do teste do qui-quadrado ( $\chi^2$ ). Nesta análise, também foram levados em consideração os resultados do coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ), o erro padrão da estimativa ( $Sy_x\%$ ) e o valor de F.

Os resultados obtidos para o censo estão apresentados na tabela 16.

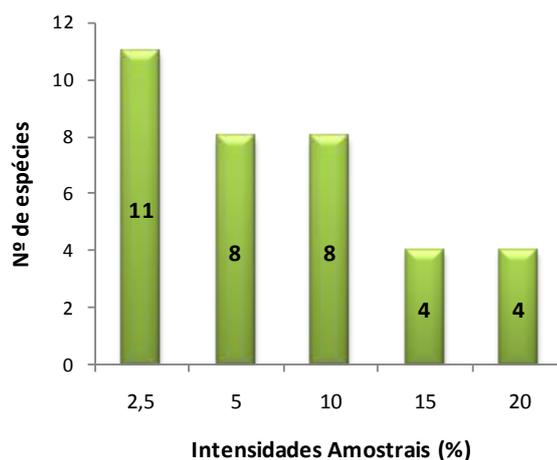
**Tabela 16.** Resultados estatísticos da estimativa da distribuição diamétrica por intensidade amostral e validação por meio do teste do  $\chi^2$ , para o censo.

| Intensidade amostral (%) | Syx % | valor de F | $R^2_{aj}$ | $\chi^2$ tab.5% | $\chi^2$ cal.       |
|--------------------------|-------|------------|------------|-----------------|---------------------|
| 2,5                      | 6,50  | 630,17     | 0,9947     | 22,36203        | 7,419405            |
| 5                        | 5,40  | 3953,91    | 0,9988     | 22,36203        | 13,92761            |
| 10                       | 19,04 | 1151,91    | 0,9958     | 22,36203        | 23,49230 Rejeita Ho |
| 15                       | 26,66 | 1380,42    | 0,9965     | 22,36203        | 25,55525 Rejeita Ho |
| 20                       | 30,85 | 1489,18    | 0,9968     | 22,36203        | 22,62995 Rejeita Ho |

Fonte: a autora.

Com o teste do  $\chi^2$  para o censo foi possível observar que somente foram aceitas as intensidades amostrais de 2,5 e 5%. Supõe-se que a exclusão das demais intensidades pode ter ocorrido devido ao aumento da área de abrangência e a inclusão de espécies raras ou pouco frequentes, causando distorção na estimativa.

De um total de 36 espécies encontradas no local de estudo, na intensidade amostral de 2,5% 11 espécies deixam de ser representadas (30%), nas intensidades de 5 e 10%, 8 espécies (22%), e por fim, nas intensidades de 15 e 20%, 4 espécies (11%) não são representadas (figura 15). Assim, em que pese que as distribuições estejam adequadas, continua ocorrendo a redução de espécies mesmo até a intensidade de 20%.



**Figura 15.** Análise gráfica do número de espécies que não são amostradas nas intensidades amostrais.

**Fonte:** a autora.

Com o gráfico, é possível visualizar que com o aumento da intensidade amostral, diminui o número de espécies que deixam de ser amostradas, podendo ser inclusas, espécies pouco frequentes ou com tendência a agrupamento. Segundo Cavalcanti et al., (2011), em trabalho desenvolvido no estado do Acre, em uma região de Floresta Amazônica, encontrou que uma intensidade amostral de 14% não se mostrou suficiente para estimativa das espécies existentes na área de estudo, pois, de 60 espécies observadas, 6 espécies deixaram de ser amostradas, ou seja, 10%.

Analisando neste sentido, para a área de estudo deste trabalho, seria necessária uma intensidade amostral superior a 20%, pois até esta intensidade, 11% das espécies deixaram de serem amostradas.

Rolim & Mendonça (1997), em estudo feito na Reserva Florestal de Linhares, no Espírito Santo, em uma Floresta Estacional Semidecidual de Terras Baixas, analisando diferentes intensidades amostrais para estimar Índices de Diversidade e verificou que quanto maior a intensidade amostral, maior o índice de diversidade.

Para verificação do comportamento das espécies com relação a sua distribuição nas intensidades amostrais, foi realizada a estatística descritiva (tabela 17).

**Tabela 17.** Resultados da estatística descritiva do número de espécies por parcela.

| Nº de Espécies              | Intensidades Amostrais |            |            |            |            |
|-----------------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                             | 2,5%                   | 5%         | 10%        | 15%        | 20%        |
| Média                       | 11,3                   | 10,9       | 10,7       | 10,8       | 10,8       |
| Erro padrão                 | 0,3628                 | 0,2925     | 0,2048     | 0,1854     | 0,1581     |
| Mediana                     | 11                     | 11         | 11         | 11         | 11         |
| Moda                        | 11                     | 9          | 10         | 11         | 11         |
| Desvio padrão               | 1,85                   | 2,11       | 2,10       | 2,33       | 2,17       |
| <b>Variância da amostra</b> | <b>3,4</b>             | <b>4,4</b> | <b>4,4</b> | <b>5,4</b> | <b>4,7</b> |
| Intervalo                   | 6                      | 9          | 15         | 15         | 16         |
| <b>Mínimo</b>               | <b>8</b>               | <b>7</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>   | <b>1</b>   |
| <b>Máximo</b>               | <b>14</b>              | <b>16</b>  | <b>16</b>  | <b>16</b>  | <b>17</b>  |
| Soma                        | 294                    | 569        | 1124       | 1704       | 2038       |
| Nível de confiança (95%)    | 0,74713                | 0,58713    | 0,40605    | 0,3662     | 0,31197    |

Fonte: a autora.

Na tabela 17, pode-se observar que com o aumento da intensidade amostral, parcelas que apresentaram apenas uma espécie, ou um indivíduo, passaram a ser representadas. Isso fez com que aumentasse a variância entre as amostras.

Diante do exposto, para o censo, visando estimativa da distribuição diamétrica, foi escolhida a intensidade amostral de 5%, que apresentou os melhores resultados estatísticos quando comparado às demais intensidades, com um  $R^2_{aj}$  de 0,99, um  $Syx\%$  de 5,4% e valor de F superior a 3.900. Assim, pode-se inferir que apesar da intensidade amostral de 20% ter apresentado a melhor análise gráfica, estatisticamente os resultados não foram satisfatórios.

Cavalcanti et al., (2009), em trabalho realizado no estado do Acre, propuseram a avaliação da intensidade amostral que refletisse melhor as variáveis abundância, área basal e volume de árvores adultas com DAP acima de 40 cm, usando dados do censo florestal. Esse autores observaram que para o total da área, com parcelas de 1 ha, uma intensidade de 11% mostrou-se suficiente.

A *Qualea albiflora* teve todas as intensidades amostrais aceitas pelo teste do  $\chi^2$  (tabela 18).

**Tabela 18.** Resultados estatísticos da estimativa da distribuição diamétrica por intensidade amostral e validação por meio do teste do  $\chi^2$ , para *Qualea albiflora*.

| Intensidade amostral (%) | Syx%        | valor de F     | R <sup>2</sup> aj. | $\chi^2$ tab.5% | $\chi^2$ cal.  |
|--------------------------|-------------|----------------|--------------------|-----------------|----------------|
| 2,5                      | 4,65        | 291,77         | 0,9718             | 14,06714        | 7,06480        |
| 5                        | 2,79        | 1835,98        | 0,9983             | 14,06714        | 1,14380        |
| <b>10</b>                | <b>3,44</b> | <b>3956,31</b> | <b>0,9992</b>      | <b>14,06714</b> | <b>1,94629</b> |
| 15                       | 3,61        | 8208,80        | 0,9996             | 14,06714        | 2,33305        |
| 20                       | 12,92       | 990,15         | 0,9969             | 14,06714        | 13,69531       |

Fonte: a autora.

Apesar de a análise gráfica ter indicado a intensidade amostral de 20% como a de melhor ajuste, assim como foi observado para o censo, a intensidade de 10% foi a que apresentou os melhores resultados estatísticos, com R<sup>2</sup>aj de 0,99, Syx% de 3,4% e valor de F superior a 3.900, e por isso foi escolhida como mais representativa para a espécie.

Assim como a *Q. albiflora*, a espécie *Goupia glabra* também teve todas as intensidades amostrais testadas aceitas pelo teste do  $\chi^2$  (tabela 19).

**Tabela 19.** Resultados estatísticos da estimativa da distribuição diamétrica por intensidade amostral e validação por meio do teste do  $\chi^2$ , para *Goupia glabra*.

| Intensidade amostral | Syx%        | valor de F    | R <sup>2</sup> | $\chi^2$ tab.5% | $\chi^2$ cal.  |
|----------------------|-------------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| 2,5                  | 2,08        | 55,28         | 0,8126         | 19,67514        | 5,82198        |
| 5                    | 2,49        | 58,75         | 0,9318         | 19,67514        | 11,90173       |
| <b>10</b>            | <b>3,22</b> | <b>113,55</b> | <b>0,9639</b>  | <b>19,67514</b> | <b>5,37551</b> |
| 15                   | 5,87        | 171,55        | 0,9648         | 19,67514        | 12,82273       |
| 20                   | 5,37        | 219,04        | 0,9811         | 19,67514        | 5,13356        |

Fonte: a autora.

Apesar da intensidade amostral de 20% ter apresentado os melhores resultados estatísticos quando comparada às demais, optou-se pela intensidade de 10%, pois além desta intensidade ter apresentado a melhor análise gráfica, também apresentou resultados estatísticos satisfatórios, com 0,96 de R<sup>2</sup>aj, 3,2% de Syx% e valor de F superior a 100, quando comparada as demais intensidades.

Até os dias atuais, poucos trabalhos foram feitos considerando a determinação de intensidades amostrais para estimativas de diferentes variáveis para a região Amazônica. Os trabalhos realizados em florestas tropicais com dados provenientes do censo florestal, na sua maioria, estimam o tamanho da unidade amostral e que

tipo de amostragem melhor reflete variáveis como volume e área basal (QUEIROZ, 1977; SILVA, 1980; HIGUCHI, 1982; 1987).

### 3.5 Conclusões

- Tanto para o total da área quanto para as espécies *Goupia glabra* e *Qualea albiflora*, o modelo que melhor refletiu a distribuição diamétrica observada foi o SB de Johnson;
- Em geral, os modelos Beta e Weibull também apresentaram bons ajustes, podendo ser usados, além do modelo SB de Johnson, para a estimativa da distribuição diamétrica em locais semelhantes. O uso dos modelos Normal, Log-Normal e Gamma não são indicados;
- Para a área total, a intensidade de 5% mostrou-se suficiente para estimativa da distribuição diamétrica. A exclusão das intensidades superiores a 5% pode ser explicada porque com o aumento da intensidade amostral, aumenta-se a área de abrangência, ocorrendo à inclusão de espécies raras ou pouco frequentes, causando distorções nas estimativas;
- Com relação a omissão de espécies de acordo com a amostragem, as lacunas continuaram até a intensidade amostral máxima analisada de 20%;
- Para as espécies *Qualea albiflora* e *Goupia glabra*, optou-se pela intensidade amostral de 10%, pois esta mostrou-se suficiente para estimar a distribuição diamétrica de ambas as espécies;
- Os resultados enfatizam o cuidado e necessidade de desenvolvimento de técnicas mais acuradas para amostragem de florestas naturais da Amazônia.

## CAPITULO IV – PADRÃO DE CRESCIMENTO DE *Goupia glabra* E *Qualea albiflora*

### 4.1 Introdução

Segundo Ribeiro et al., (1999), na Amazônia a vegetação predominante é a mata de terra-firme. Sua florística e estrutura são heterogêneas e os padrões de distribuição geográfica comuns a várias espécies definem províncias fitogeográficas distintas.

Assim, devido sua grande biodiversidade, o manejo florestal sustentável se torna extremamente complexo (MATTOS et al., 2011). Em florestas naturais, coexistem espécies de diferentes idades em um mesmo terreno, em contraste com florestas homogêneas, onde existem árvores de mesma idade em diferentes sítios (BOUNGIORNO & GILLESS, 1987).

De acordo com Mattos et al., (2011), as espécies florestais podem responder de forma diferente às condições de crescimento a que estão sendo submetidas. Por isso, a compreensão da dinâmica de crescimento de espécies arbóreas em condições naturais é de suma importância para seu manejo sustentável.

O conhecimento do ritmo de crescimento e idade das árvores fornece informações sobre a dinâmica de populações, bem como permite a identificação de perturbações recorrentes no ecossistema ao longo do tempo (SANTOS et al., 2011). Neste contexto, o estudo com anéis de crescimento se mostra eficiente no complemento de informações provenientes do monitoramento de parcelas permanentes, além disso, conferem maior agilidade na recuperação de informações de crescimento das árvores por séries históricas longas (MATTOS et al., 2010).

A formação da camada anual de crescimento se dá pela diferenciação da atividade cambial, o que ocorre como resposta a uma estação favorável de crescimento seguida de condições limitantes, que reduz as atividades celulares (FRITTS, 1976). Com isso, inúmeras pesquisas utilizando a dendrocronologia como ferramenta tem sido utilizada como base para elaboração de planos de manejo em regiões de clima temperado, pois as baixas temperaturas dos invernos rigorosos são consideradas limitantes ao crescimento da madeira (SPIECKER, 2002).

Segundo Oliveira et al., (2007), a descoberta de ciclos sazonais de crescimento em espécies tropicais e subtropicais faz da dendrocronologia uma promissora ferramenta para estudo da estrutura e dinâmica desse tipo de formação florestal. Um período de seca anual com uma extensão de dois a três meses e uma precipitação inferior a 60 mm, induzem a formação de anéis de crescimento no lenho de árvores tropicais (WORBES, 1995).

Em trabalho realizado por Worbes (2002) foram analisados cerca de 100 anos de pesquisas em dendrocronologia em regiões tropicais, e em mais de 20 países tropicais foram encontradas várias espécies com formação de camada anual de crescimento confirmada. Diversos trabalhos têm sido realizados na Amazônia com a análise dos anéis de crescimento (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006, COURALET, et al. 2005, SCHONGART, 2008; MATTOS et al., 2011; CANETTI et al., 2013; MATTOS et al., 2013).

Assim, segundo Mattos et al., (2011), a dendrocronologia é uma ferramenta que permite a aplicação direta de seus resultados no manejo de florestas tropicais e subtropicais.

Com isso, o objetivo deste capítulo consiste na análise dos anéis de crescimento de *Goupia glabra* e *Qualea albiflora* para a determinação do seu padrão de crescimento por meio da estimativa de uma equação geral, visando embasar o manejo sustentável dessas espécies.

## **4.2 Revisão Bibliográfica**

### **Dendrocronologia nos trópicos**

O conhecimento da dinâmica de crescimento de espécies arbóreas de uma floresta compõe o conhecimento mínimo necessário para o planejamento do manejo sustentável. Essas informações em regiões tropicais dependem de séries históricas de espécies obtidas tradicionalmente por meio do monitoramento de parcelas permanentes. Neste contexto, o estudo dos anéis de crescimento surge como alternativa para a recuperação de informações sobre o crescimento passado de determinada espécie de forma rápida e eficiente (MATTOS et al., 2011).

De acordo com Mattos et al., (2011), em função da presença de camadas de crescimento menos distintas do que em espécies de regiões temperadas, ou devido a generalização dos resultados obtidos para as regiões tropicais, acreditou-se por muito tempo que as espécies tropicais não formavam anéis de crescimento anuais. Hoje em dia, ainda é possível observar que em função de alguns mestres e seguidores que não acreditam na formação de camadas de crescimento anuais em espécies tropicais, muitos profissionais pouco valorizam as informações obtidas por meio da análise dos anéis de crescimento, apesar do grande número de trabalhos já publicados comprovando a aplicabilidade desta ferramenta em regiões tropicais.

Muitos estudos indicam que a formação de anéis de crescimento anuais na Amazônia se deve a sazonalidade de precipitação em regiões de terra-firme ou às inundações anuais nas várzeas e igapós (WORBES, 2004).

Diversos trabalhos têm sido realizados na Amazônia com a análise dos anéis de crescimento (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006, COURALET, et al. 2005, SCHONGART, 2008), no Pantanal (MATTOS et al.,2004; 2010; MATTOS & SEITZ, 2008), em Floresta Ombrófila Mista (OLIVEIRA & MATTOS, 2010; MATTOS et al., 2010; SANTOS et al., 2011), na Caatinga (MATTOS et al., 2012).

Assim, pode-se afirmar que a dendrocronologia é uma ferramenta que tem seu uso cada vez mais disseminado em regiões de clima tropical, com resultados diretamente aplicáveis ao manejo sustentável.

Segundo Frittz (1976), a seleção da espécie, local de coleta e sazonalidade climática ou condições ambientais são critérios importantes para obter resultados promissores em estudos dendrocronológicos.

### **Crescimento e Incremento**

O crescimento de uma árvore pode ser definido como uma mudança de qualquer variável mensurável, como diâmetro, altura, biomassa, volume, etc. (ENCINAS et al., 2005). Segundo Schneider & Schneider (2008), o crescimento de uma árvore pode ser dividido em três fases distintas:

1. Período inicial ou jovem: crescimento lento, mas crescente;
2. Período de incremento rápido: crescimento acelerado;
3. Período de maturação: crescimento lento, diminuindo naturalmente.

O crescimento em diâmetro, também denominado como crescimento secundário, se dá em função da atividade cambial e é afetado por vários fatores edafoclimáticos, mas principalmente pela densidade populacional. De acordo com Schneider & Schneider (2008), o crescimento diametral determina o grau de aproveitamento da madeira, por isso, sua determinação é uma informação importante ao silvicultor.

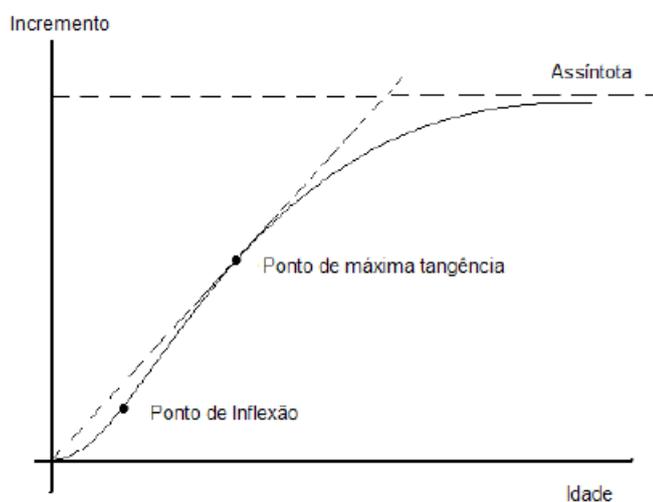
Segundo Encinas et al., (2005), o ritmo de crescimento é influenciado por fatores internos, externos e pelo tempo. Este último está sempre atrelado ao crescimento, e por esse motivo busca-se o conhecimento da idade de uma árvore.

De acordo com Schneider & Schneider (2008), o incremento pode ser medido em:

- ICA: incremento corrente anual é o incremento de determinado ano;
- IP: incremento periódico que é o incremento durante um determinado período de anos;
- IPA: incremento periódico anual é o incremento médio anual durante um período de anos.
- IMA: incremento médio anual, isto é, incremento médio a partir da idade zero até determinada idade;

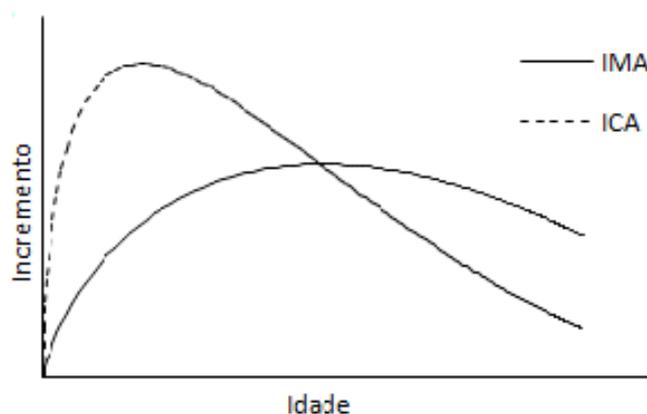
De acordo com Hosokawa (1998), considerando a idade como um fator de produção, a curva de crescimento se assemelha a curva econômica que se refere à lei dos rendimentos decrescentes, ou seja, a medida que se acrescenta uma unidade no fator de produção, aumenta em uma unidade o fator produzido, até um limite onde não ocorre mais o acréscimo de produto proporcional ao fator de produção incrementado. No mesmo sentido, até certa idade a árvore responde aos fatores ambientais de produção. Porém, à medida que o indivíduo entra na fase senil, a produção se estabiliza.

A curva de crescimento mostra valores atingidos até determinada idade. A curva possui um formato típico, sigmoidal, começando do ponto zero, com crescimento lento, passando a ser mais íngreme até um ponto de inflexão, aproximando-se da assíntota (SCHNEIDER & SCHNEIDER, 2008) (figura 16).



**Figura 16.** Curva de crescimento.  
**Fonte:** Coelho (2010).

Ainda segundo Schneider & Schneider (2008), a curva de ICA é a primeira derivada da curva de crescimento, mostrando a inclinação da curva, ou seja, o aumento do elemento analisado dentro de intervalos fixos. Até o primeiro ponto de inflexão a curva é convexa à abscissa (fase juvenil). Na fase de pleno vigor, entre os pontos de inflexão e máxima tangência, a curva é côncava. A curva de ICA é assimétrica, subindo até seu ponto máximo e diminuindo suavemente. A curva de IMA é do mesmo tipo da curva de ICA, porém, ela sobe suavemente, atinge seu ponto máximo, onde cruza a curva de ICA (figura 17).



**Figura 17.** Curva de produção.  
**Fonte:** Coelho (2010).

## **Característica da madeira de *Goupia glabra* e *Qualea albiflora***

A *Goupia glabra* apresenta madeira pesada, com aproximadamente  $0,9 \text{ g.cm}^{-3}$ . Geralmente o alburno é rosado e o cerne castanho avermelhado. Possui grã irregular, textura média e cheiro e gosto desagradáveis. É considerada uma madeira fácil de serrar e aplainar e com bom acabamento. Além disso, apresenta resistência moderada a ataque de fungos e cupins. A madeira apresenta poros visíveis a olho nu, possui linhas vasculares finas e longas, contendo resina. O parênquima axial é difuso sendo que em alguns trechos forma um retículo de linhas finas. As camadas de crescimento são demarcadas por tecidos fibrosos, com escassez de poros.

Segundo Loureiro & Silva (1977), a *Qualea albiflora* possui uma madeira considerada moderadamente pesada, com cerca de  $0,7 \text{ g.cm}^{-3}$ . Possui cerne bege claro, ligeiramente rosado, o alburno é bem distinto do cerne, com coloração amarelo castanho. Possui grã irregular e é considerada uma madeira não muito fácil de trabalhar. De acordo com Garcia (2013), possui parênquima axial visível somente sob lente, assim como os raios. As camadas de crescimento são distintas e individualizadas por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, Apresenta boa durabilidade natural e boa tratabilidade química. A madeira de cambará apresenta baixa resistência a ataques de xilófagos, com resistência moderada a cupins. É susceptível ao ataque de térmitas e susceptíveis aos perfuradores marinhos, moderadamente permeáveis às soluções preservantes quando submetidas a tratamento sob pressão (LORENZI, 1998).

### **Modelos de crescimento**

Um das maneiras de se obter informações sobre o crescimento das espécies é utilizando-se modelos de crescimento, que possibilitam a predição da produção em tempo futuros, partindo-se das condições atuais (CHASSOT et al., 2011).

Segundo Campos & Leite (2006), existe uma vasta literatura sobre modelos de crescimento para florestas homogêneas e equiâneas. Nesses povoamentos o incremento é determinado em função das características médias das variáveis dimensionais, das árvores médias do povoamento e em função da idade.

De acordo com Braz (2010), vários são os modelos de crescimento para florestas inequidâneas. A floresta tropical possui várias espécies com idades indeterminadas e uma ampla gama de padrões de crescimento e dimensões de fuste.

Para Vanclay (1994), vários modelos existentes podem ser calibrados para a floresta tropical, desde que os dados sejam adequados. Para modelos que utiliza crescimento e dinâmica, devem ser considerados dados de ingresso, tempo de passagem de uma classe para outra e mortalidade.

### **Tempo de passagem**

Segundo Souza & Jardim (1993), uma forma de descrever a dinâmica de crescimento em diâmetro se dá por meio da quantificação do tempo de duração de cada uma das fases de crescimento, a partir do cálculo do tempo de passagem entre classes diamétricas, o que possibilita determinar a taxa de movimentação das árvores por meio das classes de diâmetro.

A análise da distribuição diamétrica permite inferir sobre o passado e o futuro das florestas. Sob o ponto de vista da produção, a estrutura diamétrica de uma floresta permite caracterizar o estoque de madeira disponível antes de uma exploração (SCOLFORO et al., 1998).

Segundo Scolforo et al., (1996), o tempo de passagem pode ser definido como o tempo médio em que todas as árvores de uma classe diamétrica passam para a classe seguinte. Assim, pode-se definir quanto tempo uma espécie, ou grupo de espécies, demora para atingir uma determinada dimensão, ou seja, pode-se definir o ciclo de corte de uma floresta natural.

### **4.3 Metodologia**

O local de estudos localiza-se em um fragmento de floresta Amazônica primária, e a classificação climática segundo Köppen é tropical quente úmido, com temperatura média anual de 24°C e precipitação anual de 2.000 mm (VILANI et al., 2006). A região possui sazonalidade climática marcada por um período de três meses de estação seca bem definida.

A área, de 1024 ha, foi dividida em duas unidades de produção anual (UPAs) com cerca de 500 ha cada. A UPA 1 foi explorada no ano de 2011, de acordo com o plano de manejo aprovado junto ao órgão ambiental competente. Nesta exploração foram disponibilizados 15 discos de *Goupia glabra* e 23 discos de *Qualea albiflora*. Os discos foram coletados na base e a 5 m de altura (ponta da primeira tora comercial), não sendo autorizada a coleta a 1,3 m (DAP) (figura 18). Sendo assim, foi feito o cálculo da variação ao longo do tronco para ajustar os crescimentos à altura de 1,3 m:

- Foi realizado o teste de médias dos incrementos medidos.
- Caso houvesse diferença significativa seria seguido o procedimento abaixo:
- Primeiramente, foi verificada a diferença entre base e topo.
  - Essa diferença foi dividida por 5,5 (tamanho tora menos a base) obtendo-se a variação por metro entre os dois pontos.
  - Por interpolação, foi identificada a variação a 1,3m.
  - Foi comparada a média geral.



**Figura 18.** Coleta das amostras para análise dendrocronológica.

**Fonte:** Evaldo Muñoz Braz.

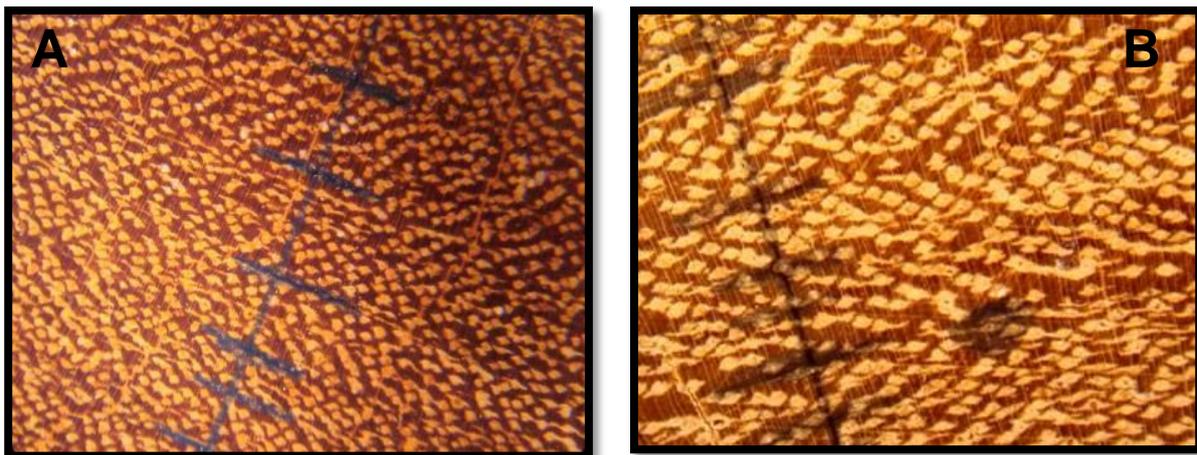
As amostras foram transportadas para análise na Embrapa florestas. Os discos foram secos à temperatura ambiente e posteriormente lixados de maneira gradual, da lixa de granulometria mais grossa para a mais fina (24, 32, 40, 80, 120, 180, 280 e 400), visando evidenciar as camadas de crescimento (figura 19).



**Figura 19.** Preparo das amostras e discos lixados.

**Fonte:** Evaldo Muñoz Braz.

Após o polimento final foram traçados oito raios em cada disco, devido a excentricidade das amostras, sendo que o primeiro raio é traçado na maior distância da medula até a casca e os demais são traçados seguindo uma orientação de 45° a partir do primeiro. Em cada raio foram marcados e contados os anéis de crescimento, com o auxílio de um microscópio estereoscópico (figura 20). As camadas de crescimento foram medidas com auxílio da mesa de mensuração LINTAB, com precisão de 0,01 mm, e do programa Time Series Analysis and Presentation – TSAP (RINN, 1996) (figura 21).



**Figura 20.** Limite dos anéis de crescimento de *Qualea albiflora* (A) e *Goupia glabra* (B).  
**Fonte:** a autora.



**Figura 21.** Identificação e marcação dos anéis de crescimento.  
**Fonte:** Evaldo Muñoz Braz.

A confirmação da camada de crescimento anual foi feita por meio da datação cruzada que consiste na sincronização dos anéis de crescimento medidos em cada raio, e posteriormente entre árvores.

Feita a datação cruzada, foi determinado o incremento corrente anual sem casca (ICA) em centímetros, possibilitando a obtenção de dados de incremento acumulado, incremento periódico (IP), incremento médio em área basal (IMA<sub>G</sub>) e incremento por classe diamétrica, bem como o tempo de passagem de uma classe diamétrica para a posterior.

$$ICA = \frac{\left(\frac{R1 + \dots + R8}{8}\right) * 2}{1000} \quad (16)$$

ICA = Incremento corrente anual (cm);

R1 ... R8 = Incremento no raio (centésimos de milímetros).

Com a obtenção da série de incrementos anuais, foram testados modelos de crescimento para as duas espécies (tabela 20). A escolha do melhor modelo foi feita com base nos resultados estatísticos do coeficiente de determinação ajustado (R<sup>2</sup><sub>aj</sub>), coeficiente de variação (CV%), valor de F e, principalmente, segundo Vanclay (1994) comparando a plotagem dos dados reais e resíduos com o ajuste da regressão.

**Tabela 20.** Modelos de crescimento testados para *Goupia glabra* e *Qualea albiflora*.

| <b>Autor</b>     | <b>Modelo</b>  |
|------------------|--|
| Chapman-Richards | $y = a(1 - e^{-bx})^c$                               |
| Schumacher       | $e^{-c(1/x)}$  |
| Gompertz         | $y = a(e^{-e^{b-cx}})$                               |
| Logística        | $y = a / \left[ \left( 1 + be \right) \right]^{-cx}$ |
| Reta             | $y = a + bx$   |

**Fonte:** a autora.

Foi determinado o incremento médio por classe diamétrica. A partir desses dados e considerando a distribuição diamétrica para cada espécie, foi determinado o

tempo de passagem, em anos, de uma classe para outra, o que possibilita um melhor entendimento da dinâmica da floresta.

$$\text{Tempo de passagem} = IC / IPA_{\text{classe}} \quad (17)$$

IC = Intervalo de classe (cm);

$IPA_{\text{classe}}$  = Incremento periódico anual na classe diamétrica (cm.ano<sup>-1</sup>).

#### 4.4 Resultados e Discussão

Na mensuração florestal, a idade consiste em uma informação muito importante na estimativa da produção florestal, pois permite avaliar o incremento em diâmetro, área basal, volume e altura. Além disso, a idade pode ser usada na definição de parâmetros a serem utilizados nas práticas de manejo florestal e na decisão de metas na exploração florestal (HOSOKAWA, 1998).

A partir da medição de cada disco de *Qualea albiflora*, foi possível estimar a idade da árvore, seu incremento corrente e médio anual (ICA e IMA) tanto em diâmetro quanto em área transversal (tabela 21). Não foi observada diferença significativa entre incrementos de base e topo, com variação máxima de 0,10 cm. Entretanto fez-se o ajuste para a altura de 1,3 m e foi obtido um incremento médio anual de 0,71 cm. A média obtida para todas as amostras foi de 0,68 cm. Sendo assim, as simulações utilizadas com este valor não superestimariam os cálculos.

**Tabela 21.** Resultados obtidos por meio da medição dos anéis de crescimento de *Qualea albiflora*.

| <b>Amostras</b> | <b>Idade (anos)</b> | <b>DAP (cm)</b> | <b>IMA (cm)</b> | <b>IMAg (m<sup>2</sup>)</b> |
|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 1               | 74                  | 80,85           | 0,86            | 0,000070                    |
| 2               | 74                  | 73,00           | 0,95            | 0,000084                    |
| 3               | 77                  | 64,00           | 0,84            | 0,000061                    |
| 4               | 82                  | 65,00           | 0,78            | 0,000055                    |
| 5               | 82                  | 63,00           | 0,76            | 0,000050                    |
| 6               | 84                  | 50,00           | 0,57            | 0,000028                    |
| 7               | 86                  | 63,66           | 0,65            | 0,000036                    |
| 8               | 86                  | 82,12           | 0,79            | 0,000055                    |
| 9               | 88                  | 67,16           | 0,65            | 0,000038                    |
| 10              | 89                  | 52,00           | 0,54            | 0,000026                    |
| 11              | 93                  | 72,89           | 0,64            | 0,000036                    |
| 12              | 93                  | 68,00           | 0,68            | 0,000042                    |
| 13              | 94                  | 89,45           | 0,80            | 0,000064                    |
| 14              | 96                  | 85,00           | 0,86            | 0,000071                    |
| 15              | 96                  | 67,00           | 0,65            | 0,000040                    |
| 16              | 98                  | 88,49           | 0,77            | 0,000064                    |
| 17              | 98                  | 53,16           | 0,46            | 0,000018                    |
| 18              | 103                 | 75,44           | 0,64            | 0,000037                    |
| 19              | 106                 | 68,44           | 0,57            | 0,000028                    |
| 20              | 110                 | 95,00           | 0,83            | 0,000067                    |
| 21              | 112                 | 57,30           | 0,45            | 0,000019                    |
| 22              | 120                 | 56,00           | 0,47            | 0,000019                    |
| 23              | 159                 | 57,93           | 0,34            | 0,000011                    |
| <b>Média</b>    | <b>96</b>           | <b>69,34</b>    | <b>0,68</b>     | <b>0,000044</b>             |

\*IMA (cm) = incremento médio anual em diâmetro, em centímetros; IMAg (m<sup>2</sup>) = incremento médio anual em área transversal, em metros quadrados.

**Fonte:** a autora.

Foi observado para as árvores de *Q. albiflora* estudadas uma idade média de 96 anos, variando de 74 a 159 anos. Como é de se esperar, a amostra que apresentou a menor idade foi a que apresentou maior incremento médio em diâmetro e conseqüentemente em área transversal, com 0,95 cm e 0,000084 m<sup>2</sup>, respectivamente. E a amostra que apresentou maior idade foi a que apresentou menor incremento médio em diâmetro e área transversal, com 0,34 cm e 0,000011 m<sup>2</sup>.

Em pesquisa desenvolvida por Oliveira (2010) na Amazônia Central, na tipologia de floresta de Terra Firme, foram amostradas 119 árvores de 47 espécies com idade variando de 31 a 194 anos e foi observado que a espécie que apresentou maior IMA foi a *Pourouma minor*, com 6,8 mm.ano<sup>-1</sup>, semelhante ao encontrado para *Q. albiflora*. Couralet et al.(2005) avaliou a evolução do crescimento de *Juniperus*

*procera* na Etiópia e encontrou para a espécie uma média de idade de 78 anos e um incremento médio em diâmetro de 0,4 cm.ano<sup>-1</sup>.

A partir das séries históricas de crescimento obtidas, foram testados cinco modelos de crescimento, e os coeficientes, bem como os parâmetros estatísticos estão apresentados na tabela 22. Vanclay (1995), afirma que para garantir a qualidade dos modelos de crescimento é necessária a confiabilidade dos dados.

**Tabela 22.** Resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para *Qualea albiflora*.

| Modelos    | Coeficientes |         |         | R <sup>2</sup> aj. | CV(%) | Valor de F |
|------------|--------------|---------|---------|--------------------|-------|------------|
|            | b0           | b1      | b2      |                    |       |            |
| Chapman    | 94,725       | 1,0715  | 0,00944 | 0,966              | 31,67 | 9955,4     |
| Gompertz   | 62,4075      | 1,5184  | 0,0374  | 0,971              | 29,14 | 11888,9    |
| Schumacher | 97,6         | 56,2489 |         | 0,968              | 30,54 | 16141,3    |
| Logística  | 58,2708      | 21,938  | 0,0626  | 0,972              | 28,59 | 12379,2    |
| Reta       | 0,13990      | 0,57232 |         | 0,876              | 34,03 | 7019,6     |

\*bo, b1 e b2 = coeficientes; R<sup>2</sup>aj. = coeficiente de determinação ajustado; CV% = coeficiente de variação (%).

**Fonte:** a autora.

Para a escolha do melhor modelo de crescimento para a espécie *Qualea albiflora* foi feito um ranqueamento dos resultados estatísticos obtidos (tabela 23), e, além disso, foi considerada a análise gráfica dos dados estimados pela equação, em função dos dados reais (figura 22).

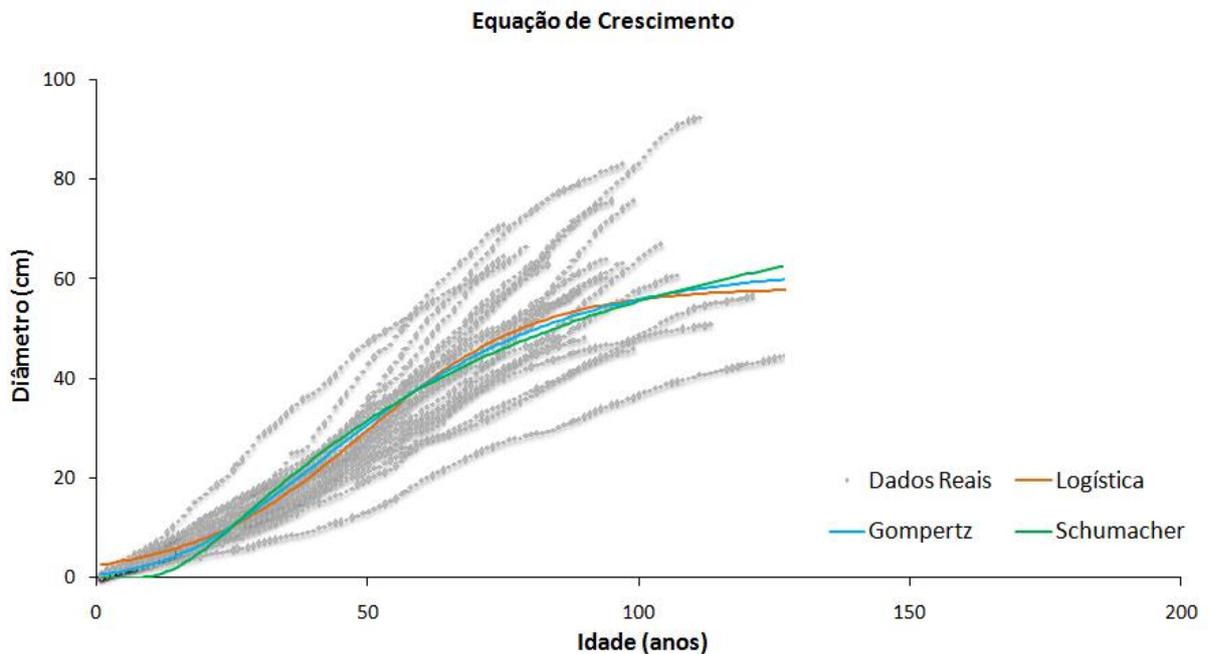
**Tabela 23.** Ranqueamento dos resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para *Qualea albiflora*.

| Modelos          | R <sup>2</sup> aj. | CV(%)    | Valor de F | Soma     |
|------------------|--------------------|----------|------------|----------|
| Chapman          | 4                  | 4        | 4          | 12       |
| Gompertz         | 2                  | 2        | 3          | 7        |
| Schumacher       | 3                  | 3        | 1          | 7        |
| <b>Logística</b> | <b>1</b>           | <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>4</b> |
| Reta             | 6                  | 6        | 5          | 17       |

**Fonte:** a autora.

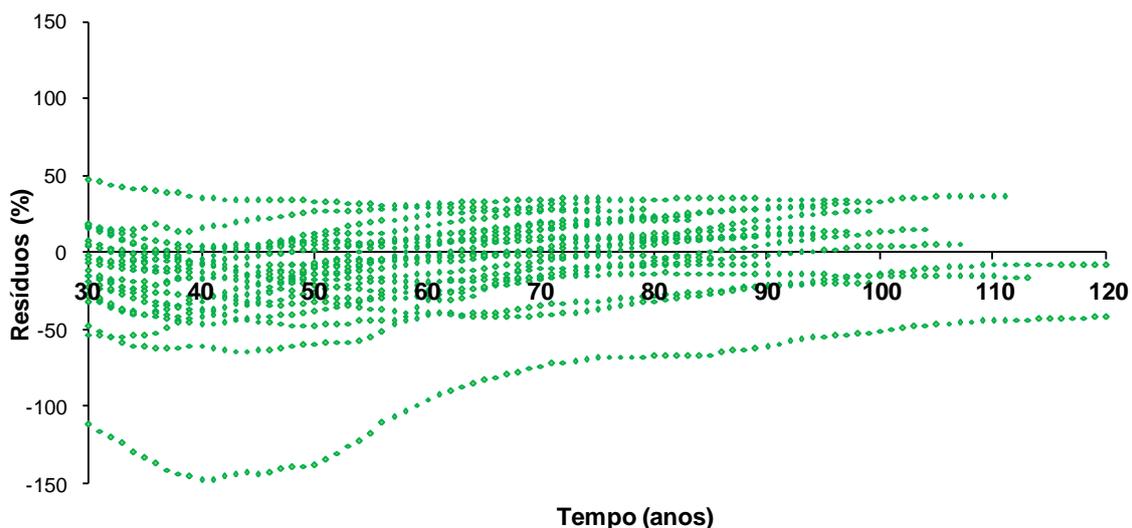
Por meio do ranqueamento é possível observar que o modelo Logística foi o melhor colocado entre os cinco modelos testados, apresentando os melhores resultados de R<sup>2</sup>aj. e CV%. Em segundo lugar, ficaram empatados os modelos de Gompertz e Schumacher, somando 7 pontos cada. Com isso, foi gerado um gráfico com os dados estimados pelas três melhores equações de crescimento segundo o ranqueamento (figura 22).

Segundo Vanclay (1995), a função Logística, sendo analisada para árvores individuais, oferece boas estimativas de mortalidade, impacto e exploração.



**Figura 22.** Curvas de crescimento estimadas pelas equações de Logística, Gompertz e Schumacher para *Qualea albiflora*.  
**Fonte:** a autora.

Apesar de a equação Logística ter apresentado os melhores resultados estatísticos, o modelo de Schumacher apresentou a melhor distribuição gráfica de resíduos (figura 23). Também este modelo foi mais compatível com a inflexão das curvas de crescimento nos 2 casos. Como este modelo também apresentou resultados estatísticos satisfatórios, optou-se pela equação de Schumacher para estimar o crescimento de *Qualea albiflora* para a região de Sinop, MT.

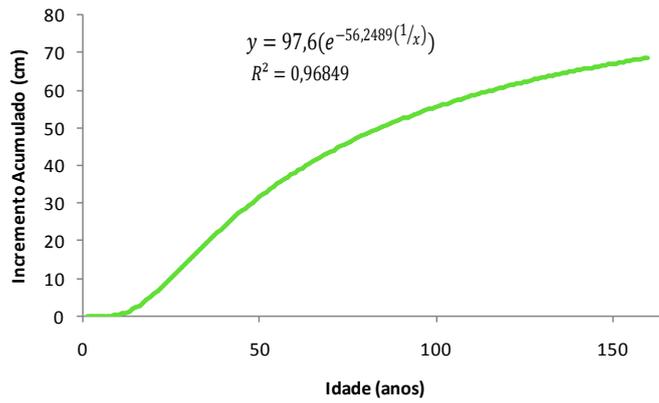


**Figura 23.** Distribuição de resíduos para o modelo Schumacher para *Qualea albiflora*.  
**Fonte:** a autora.

Com os dados de crescimento estimados pela equação de Schumacher, foram ajustadas a curva de crescimento (figura 24) e as curvas de produção para a espécie, bem como as curvas de incremento corrente anual e incremento médio anual para possibilitar a determinação do ponto ótimo de produção para a espécie.

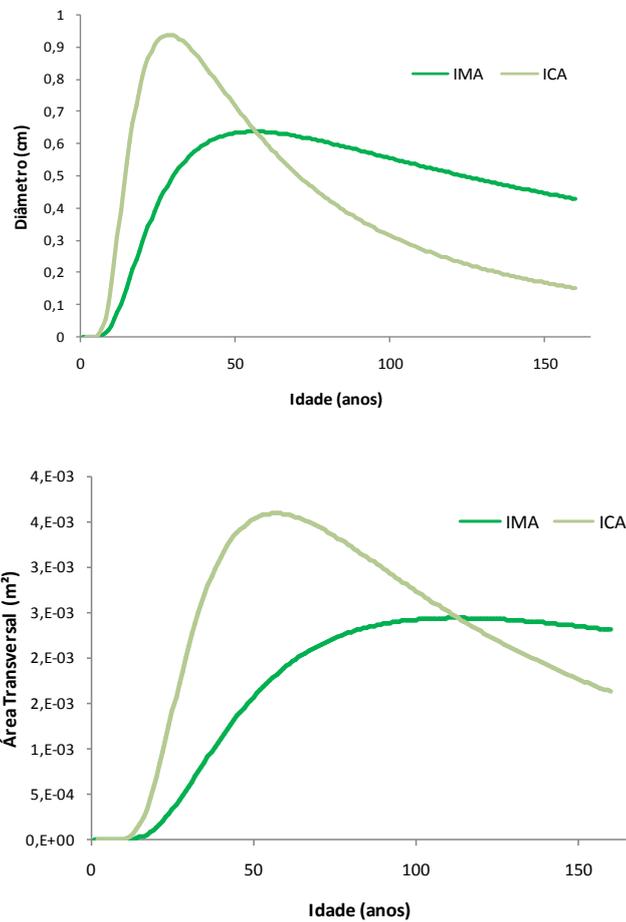
Considerando as curvas de ICA e IMA do crescimento em função do diâmetro a altura do peito (DAP), tanto para a variável diâmetro quanto para a variável área transversal, foi possível observar que considerando o crescimento em diâmetro, o ponto ótimo de produção da espécie se dá aproximadamente aos 38 cm de DAP, porém, considerando a variável área transversal, o ponto ótimo de produção se dá aos 60 cm. Também foram estimadas as curvas de crescimento em função da idade (figura 25).

Rosa (2008) em trabalho desenvolvido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Mamirauá, situada na região do médio Solimões, observou para a espécie *Cedrela odorata* um ponto ótimo de produção aproximadamente aos 38 cm de DAP. O valor obtido pelo autor é semelhante ao que foi observado neste trabalho.



**Figura 24.** Curva de crescimento estimada pela equação de Schumacher para a espécie *Qualea albiflora*, em função da idade.

**Fonte:** a autora.



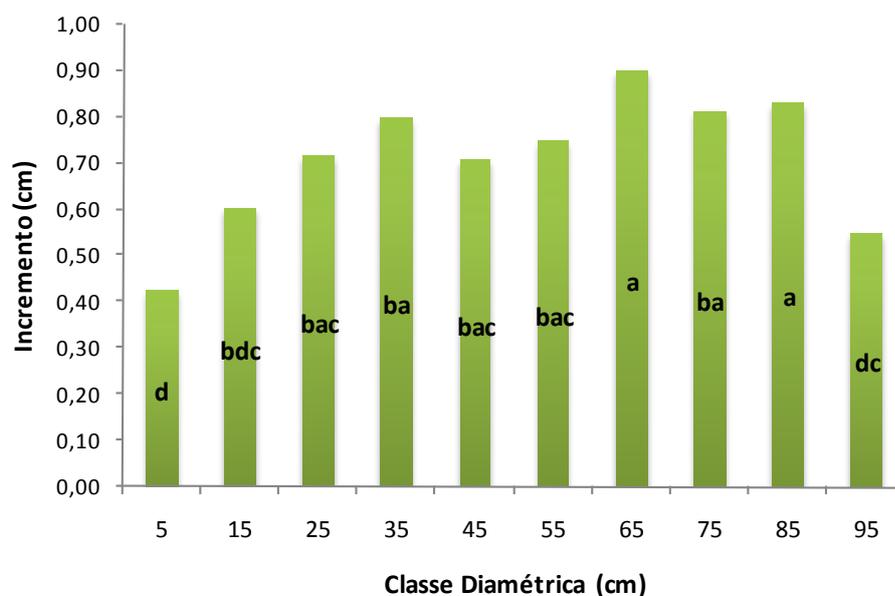
**Figura 25.** Curvas de produção estimadas pela equação de Schumacher para a espécie *Qualea albiflora*, em função da idade.

**Fonte:** a autora.

Considerando a variável tempo e o crescimento em diâmetro, foi observado que, o ponto ótimo de produção se dá aos 57 anos aproximadamente. Quando foi considerado o tempo com o incremento em área transversal, o ponto ótimo se dá aos 114 anos.

Como os dados de incremento em diâmetro foram obtidos por meio de amostras destrutivas (discos), foram obtidos os dados desde o ano 1 até o ano de corte na altura considerada. Com isso, foi possível fazer a distribuição dos incrementos acumulados em classes de diâmetro e com o teste de Tukey, foi feita a separação das classes em grupos de crescimento diferenciados.

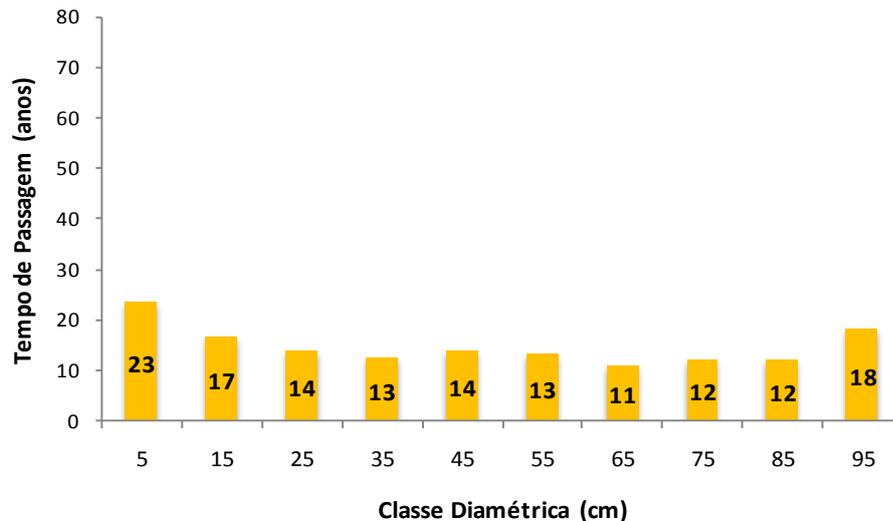
Foram observados grupos de crescimento diferenciados para a espécie, com IPA variando de 0,43 cm para a primeira classe (0 – 10 cm) a 0,90 cm para a classe de 60 – 70 cm (figura 26).



**Figura 26.** Classes de crescimento diferenciado para *Qualea albiflora*.

**Fonte:** a autora.

Com os dados de incremento periódico, foi possível calcular o tempo de passagem entre as classes diamétricas (figura 27).



**Figura 27.** Tempo de passagem entre classes diamétricas para a espécie *Qualea albiflora*.  
**Fonte:** a autora.

É possível observar que a classe que apresenta menor tempo de passagem é a de centro 65 cm, com 11 anos. Já a classe que apresentou maior tempo de passagem foi a primeira classe, de centro 5 cm, com 23 anos. O tempo de passagem médio entre classes de diâmetro foi de 15 anos, indicando que a espécie *Qualea albiflora* possui rápido poder de recuperação do estoque de indivíduos por classe diamétrica.

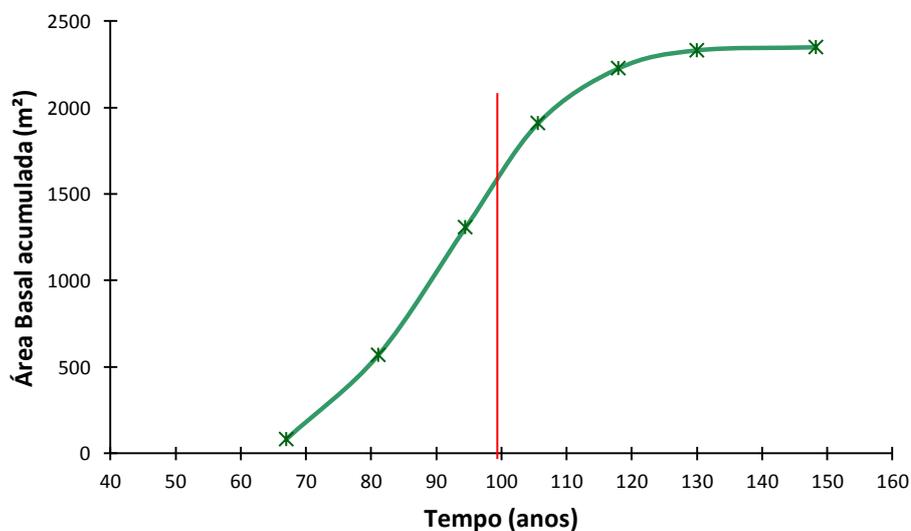
É possível observar também que a espécie possui um comportamento natural, em que o crescimento inicial é mais lento, por estar sob o dossel, e consequentemente o tempo de passagem é maior, decrescendo até atingir seu tempo de passagem mínimo, ou seu ponto de maior incremento, voltando a aumentar novamente nas classes que já atingiram a assíntota. Assim, nota-se que para esta região, esta espécie necessitaria de tratamento silvicultural (TS) mais forte nas classes de 5 e 15 cm como centro. As demais, com exceção a classe de 95 cm, tem comportamento semelhante. As classes 55 a 85 estão no dossel superior e com máximo crescimento potencial, não necessitando de TS. A classe de 95 já é o início do declínio em crescimento, sendo inútil gasto em TS.

Schongart (2008) observou para espécies em floresta de várzea um ponto ótimo de produção variando de 53 a 71 cm e propôs um ciclo de corte de 32 anos.

Brienen & Zuidema (2006) analisando o crescimento de três espécies na Bolívia, encontraram, considerando a variável volume, um tempo de recuperação

para 100% do volume inicial de 40 anos para todas as espécies, assumindo uma mortalidade de 2%.

Considerando a distribuição diamétrica originada pela equação Sb de Johnson no capítulo anterior, foi calculada a área basal de cada classe e posteriormente correlacionada com o tempo de passagem acumulado. Considerando que o povoamento no passado tivesse o mesmo desenvolvimento do atual, do ponto de vista da acumulação em área basal, este foi representado na figura 28, com todas as árvores da estrutura da *Qualea albiflora* no talão.



**Figura 28.** Área basal acumulada da população da espécie *Qualea albiflora* em função do tempo.

**Fonte:** a autora.

Ainda considerando que a evolução do povoamento tenha tido a mesma da população atual, é possível confirmar que o ponto de culminação da curva de área basal acumulada para a população de *Qualea albiflora* se deu aos 99 anos aproximadamente, anterior, portanto, ao observado para dados de árvore individualmente, quando considerada a variável área basal (114 anos). Isto se deve a maior mortalidade nas classes superiores (principalmente a partir de 65 cm) quando se observa o povoamento inteiro.

Foram analisados 15 discos de *Goupia glabra*, e após a leitura de seus anéis de crescimento, assim como para a espécie anteriormente analisada, foram obtidos os incrementos corrente, médio e periódico (ICA, IMA e IPA), tanto para a variável diâmetro quanto para área transversal (tabela 24). Não foi observada diferença

significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade entre incrementos de base e topo da primeira tora, com variação de 0,02 cm. O ajuste a 1,3 m e a média dos dados da amostra não apresenta diferença.

**Tabela 24.** Resultados obtidos por meio da medição dos anéis de crescimento de *Goupia glabra*.

| Amostras     | Idade (anos) | DAP (cm)     | IMA (cm)    | IMAg (m <sup>2</sup> ) |
|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------------|
| 1            | 63           | 48,38        | 0,74        | 0,000048               |
| 2            | 70           | 75,76        | 0,82        | 0,000062               |
| 3            | 101          | 55,70        | 0,48        | 0,000019               |
| 4            | 105          | 59,52        | 0,53        | 0,000025               |
| 5            | 115          | 37,88        | 0,47        | 0,000019               |
| 6            | 116          | 71,94        | 0,54        | 0,000028               |
| 7            | 123          | 58,89        | 0,42        | 0,000017               |
| 8            | 127          | 81,17        | 0,52        | 0,000025               |
| 9            | 137          | 79,58        | 0,50        | 0,000023               |
| 10           | 160          | 57,93        | 0,34        | 0,000011               |
| 11           | 161          | 73,21        | 0,39        | 0,000013               |
| 12           | 163          | 71,62        | 0,41        | 0,000016               |
| 13           | 169          | 67,00        | 0,38        | 0,000013               |
| 14           | 187          | 80,21        | 0,35        | 0,000011               |
| 15           | 223          | 87,00        | 0,41        | 0,000014               |
| <b>Média</b> | <b>133</b>   | <b>66,61</b> | <b>0,49</b> | <b>0,000024</b>        |

\*IMA (cm) = incremento médio anual em diâmetro, em centímetros; IMAg (m<sup>2</sup>) = incremento médio anual em área transversal, em metros quadrados.

**Fonte:** a autora.

A idade média observada para as 15 amostras foi de 133 anos, variando de 63 a 223 anos. O incremento médio anual (IMA) em diâmetro para a espécie foi de 0,5 aproximadamente, variando de 0,34 cm a 0,82 cm por ano. O incremento médio anual em área transversal foi 0,000024 m<sup>2</sup>, variando de 0,000011 a 0,000062 m<sup>2</sup>.

Oliveira (2010) em estudo realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amaña, na Amazônia Central, observou para a espécie uma média de idade de 194 anos, com desvio padrão de  $\pm 50$  anos. O incremento médio em diâmetro foi de 1,7 mm.ano<sup>-1</sup>. Esse incremento foi inferior ao que foi encontrado neste trabalho. Este resultado pode ser consequência da menor amostragem (3 árvores), efeito do sítio, características ambientais, dentre outros.

Foram testados os cinco modelos selecionados para análise do padrão de crescimento e os coeficientes obtidos, bem como os resultados estatísticos estão apresentados na tabela 25.

**Tabela 25.** Resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para *Goupia glabra*.

| Modelos    | Coeficientes |          |         | R <sup>2</sup> aj. | CV(%) | Valor de F |
|------------|--------------|----------|---------|--------------------|-------|------------|
|            | b0           | b1       | b2      |                    |       |            |
| Chapman    | 207,7        | 1,005300 | 0,00248 | 0,987              | 19,28 | 25437,8    |
| Gompertz   | 87,7838      | 1,0923   | 0,0151  | 0,986              | 20,02 | 23531,9    |
| Schumacher | 103,2        | 76,9154  |         | 0,983              | 22,00 | 29059,9    |
| Logística  | 76,2615      | 10,18970 | 0,0272  | 0,984              | 21,16 | 20996,3    |
| Reta       | 1,66285      | 0,41847  |         | 0,953              | 19,73 | 20203,9    |

\*bo, b1 e b2 = coeficientes; R<sup>2</sup>aj. = coeficiente de determinação ajustado; CV% = coeficiente de variação (%).

Fonte: a autora.

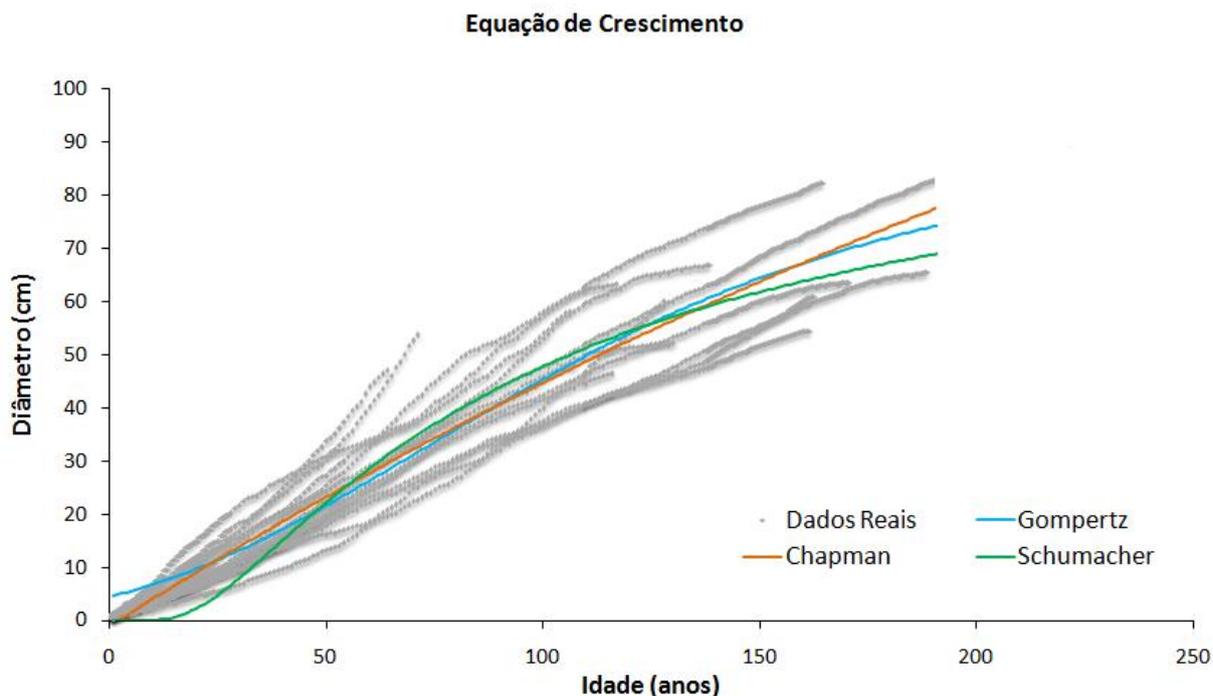
Com os resultados estatísticos foi feito o ranqueamento para determinação do melhor modelo de crescimento (tabela 26).

**Tabela 26.** Ranqueamento dos resultados obtidos para os cinco modelos de crescimento para *Goupia glabra*.

| Modelos        | R <sup>2</sup> aj. | CV(%)    | Valor de F | Soma     |
|----------------|--------------------|----------|------------|----------|
| <b>Chapman</b> | <b>1</b>           | <b>1</b> | <b>2</b>   | <b>4</b> |
| Gompertz       | 2                  | 4        | 3          | 9        |
| Schumacher     | 4                  | 6        | 1          | 11       |
| Logística      | 3                  | 5        | 4          | 12       |
| Reta           | 6                  | 3        | 5          | 14       |

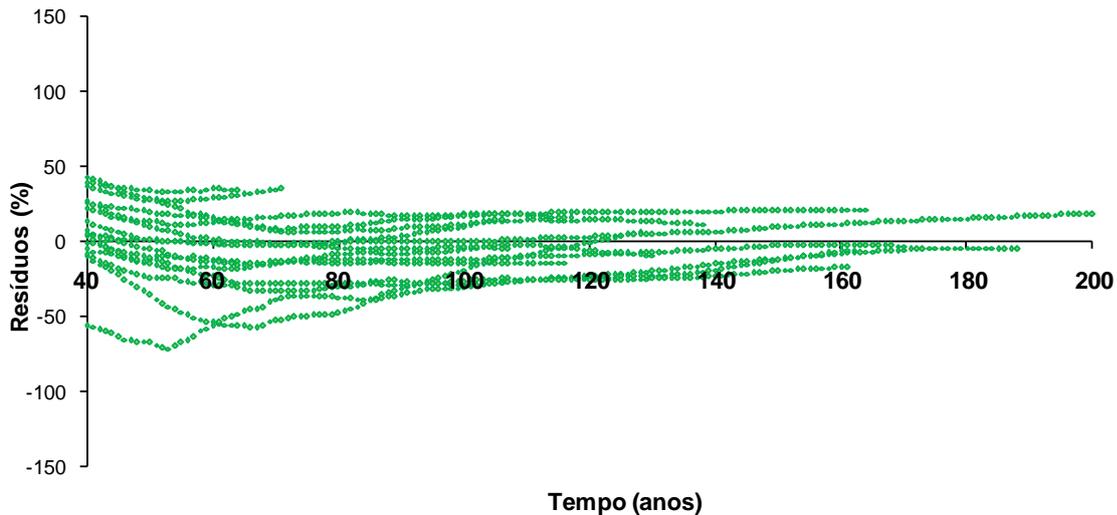
Fonte: a autora.

De acordo com o ranqueamento, o melhor modelo, estatisticamente, é o Chapman-Richards, apresentando os melhores resultados de coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>aj) e coeficiente de variação (CV%). O modelo foi seguido pelos modelos de Gompertz e Schumacher. Com isso, foi elaborado o gráfico com a curva de crescimento estimada pelos três melhores modelos (figura 29).



**Figura 29.** Curvas de crescimento estimadas pelas equações de Chapman, Gompertz e Schumacher para *Goupia glabra*.  
**Fonte:** a autora.

Pela análise gráfica dos dados de crescimento estimados pelas equações, optou-se, assim como para *Qualea albiflora*, pelo modelo de Schumacher, pois este apresentou melhor distribuição dos dados reais obtidos, melhor distribuição de resíduos (figura 30) e, além disso, e também a melhor adequação do ponto ótimo com a inflexão da curva de crescimento, tendo apresentado valores estatísticos satisfatórios. De acordo com Zeide (1993) a confiabilidade dos dados estimados por equações de crescimento depende da confiabilidade dos dados reais. Devem-se analisar amostras provenientes do mesmo local e por classes de crescimento diferenciado.

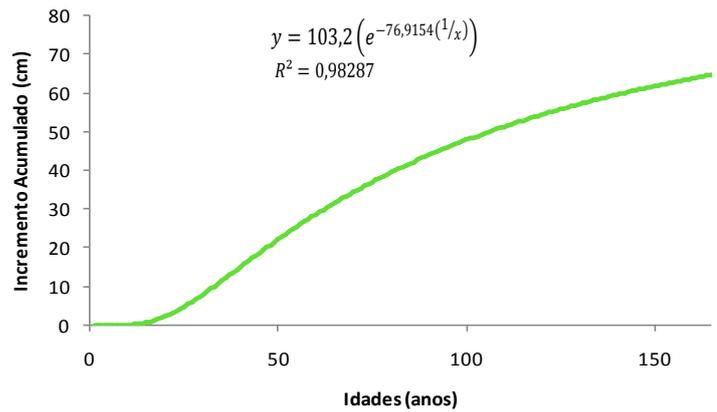


**Figura 30.** Distribuição de resíduos para o modelo Schumacher para *Goupia glabra*.  
**Fonte:** a autora.

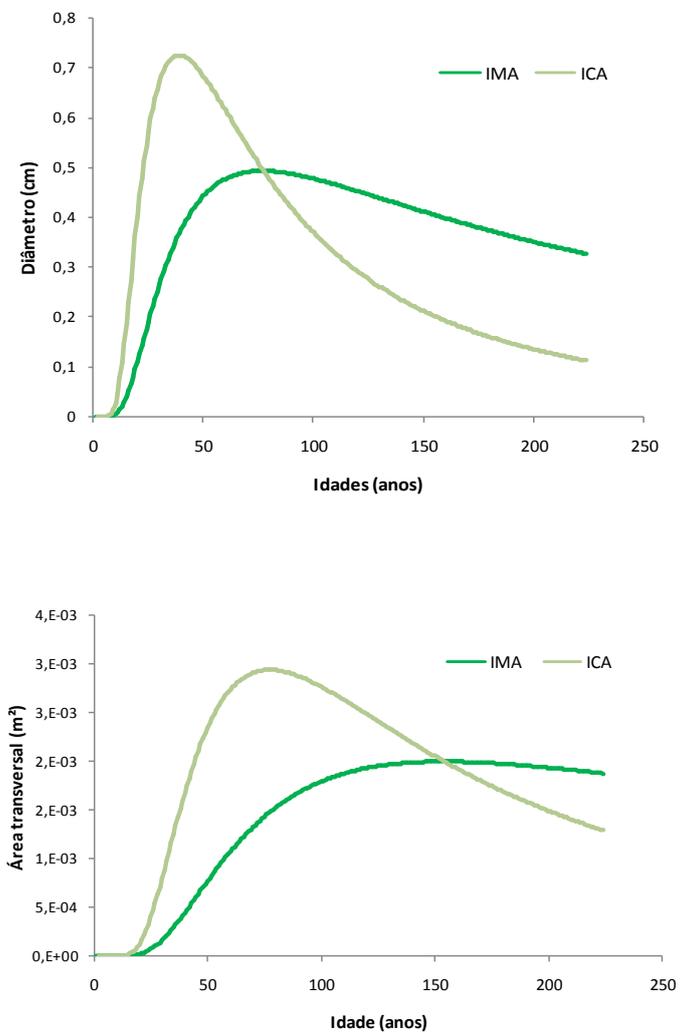
Com os dados de crescimento estimados pela equação de Schumacher foram obtidas as curvas de crescimento (figura 31) e produção da espécie *Goupia glabra*, tanto em função do diâmetro, quanto em função da idade.

Foi observado que o ponto de ótima produção para a espécie *Goupia glabra*, tratando-se da variável diâmetro, dá-se aos 38 cm, e quando considerada a variável área transversal, o ponto ótimo se dá aos 63 cm. Apesar de ter um crescimento mais lento que o da espécie *Qualea albiflora*, os resultados das curvas de produção foram bem semelhantes (figura 32).

Em estudo desenvolvido por Rosa (2008), foi observado pontos ótimos de produção para *Hura* sp, *O. cymbarum* e *S. eleta* de 130, 53 e 56 cm, respectivamente. Esses valores são superiores ao diâmetro mínimo de corte previsto em lei, assim como foi observado para *G. glabra*.



**Figura 31.** Curva de crescimento estimada pela equação de Schumacher para a espécie *Goupia glabra*, em função da idade.  
**Fonte:** a autora.



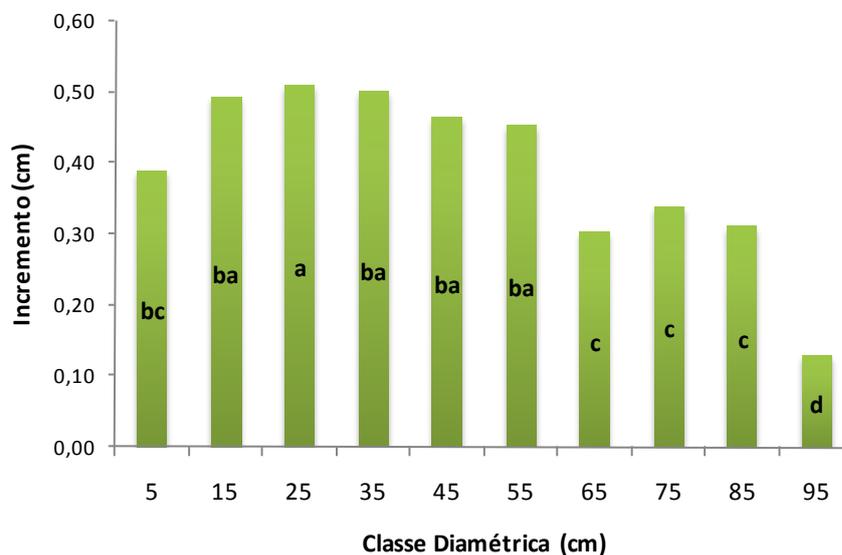
**Figura 32.** Curvas de crescimento e produção estimadas pela equação de Schumacher para a espécie *Goupia glabra*, em função da idade.  
**Fonte:** a autora.

Quando considerada a idade no eixo das abscissas, observa-se que a espécie *Goupia glabra* apresenta ponto ótimo de produção em diâmetro aos 78 anos, e em área transversal com 156 anos.

Como foi observado nos resultados de crescimento para *Goupia glabra*, verificou-se que se trata de uma espécie de crescimento satisfatório, porém, mais lento que a *Qualea albiflora*. Isso se reflete nas curvas de crescimento e produção, pois foi observado que a espécie atinge o ponto ótimo de produção, tanto em diâmetro, quanto em idade, mais tarde que a *Q. albiflora*. Porém, esse fato não desqualifica a espécie como opção para manejo.

Assim como foi para a *Q. albiflora*, os dados de crescimento obtidos para *Goupia glabra* também foram obtidos desde o ano 1 até o ano de corte, possibilitando a divisão dos incrementos diamétricos acumulados em classes de diâmetro, com amplitude de 10 cm, resultando em 10 classes.

O incremento periódico em cada classe diamétrica e a diferenciação desse crescimento em grupos de crescimento semelhante pelo teste de Tukey estão apresentados na figura 33.



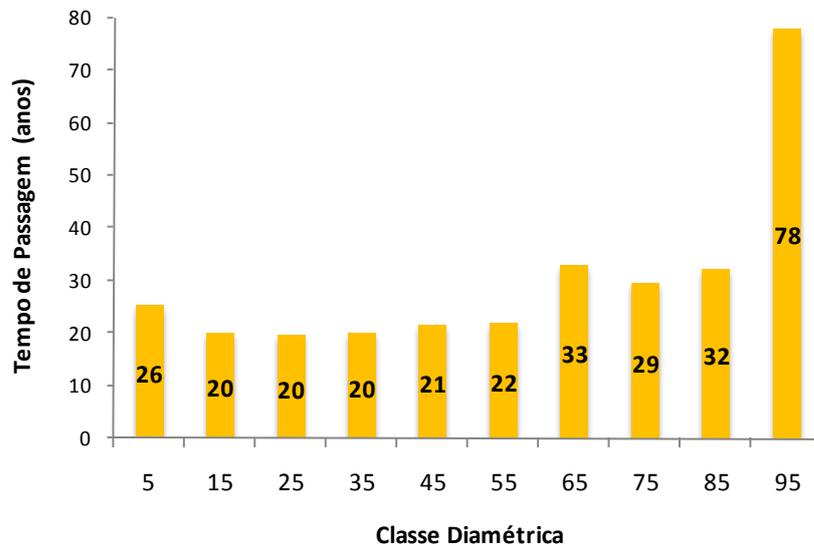
**Figura 33.** Classes de crescimento diferenciadas para *Goupia glabra*.

**Fonte:** a autora.

A classe que apresenta maior incremento periódico anual (IPA) é a classe com centro em 25 cm (0,51 cm). Já a classe que apresentou menor IPA foi a classe de centro 95 cm, com 0,13 cm. Esse comportamento é esperado para a maior classe,

pois supõe-se que a espécie já atingiu a assíntota. Observa-se na figura 33 que as classes consideradas remanescentes são as classes de maior incremento, indicando que a espécie possui um estoque satisfatório.

Com os dados de IPA e intervalo de classe foi obtido o tempo de passagem de cada classe para a espécie (figura 34).



**Figura 34.** Tempo de passagem entre classes diamétricas para a espécie *Goupia glabra*.  
**Fonte:** a autora.

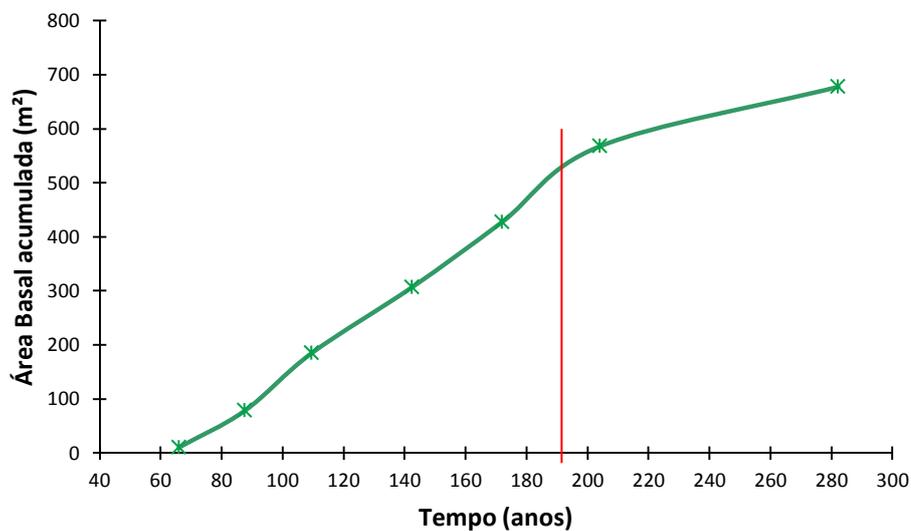
Nota-se que as classes de centro 15, 25 e 35 cm apresentam o menor tempo de passagem, com 20 anos, confirmando assim que a espécie possui boa capacidade de recuperação da exploração por meio das classes remanescentes. Para a região, somente a classe de 5 cm deve ser passível de tratamentos silviculturais (TS). Entre as classes de 15 a 55 encontra-se o melhor incremento. A partir da classe de 65 cm começa o declínio da espécie em crescimento.

A classe que apresentou maior tempo de passagem foi a última classe de diâmetro, com 78 anos, confirmando também o fato de que os indivíduos de maior idade encontram-se em fase de senescência.

Scolforo et al., (1996), observou para espécies de um remanescente de floresta Semidecídua, em Lavras, um ciclo de corte de 20 anos em função do diâmetro mínimo de corte de exploração (50 cm), com uma passagem de 13 árvores para a classe diamétrica comercial.

Rosa (2008) analisando quatro espécies amazônicas encontrou um tempo de passagem entre classes de diâmetro ou ciclo de corte de 10 anos para madeiras brancas e 12 anos para madeiras pesadas, porém, o autor recomenda o uso dos diâmetros mínimos de corte encontrados para cada espécie, garantindo assim a manutenção de estoque das mesmas.

Com a distribuição de diâmetro estimada pela equação Sb de Johnson no capítulo anterior, foi feita a correlação dos dados de área basal acumulada com o tempo de passagem acumulado (figura 35), supondo que o povoamento no passado teve o mesmo padrão de desenvolvimento do atual.



**Figura 35.** Área basal acumulada da população da espécie *Goupia glabra* em função do tempo.  
**Fonte:** a autora.

Neste caso, o ponto de inversão da curva de crescimento acumulado em área basal para o povoamento se deu aos 190 anos, postergado quando comparado a curva de crescimento da árvore individualmente (156 anos). Isto indica ao se observar o desenvolvimento do povoamento inteiro, menor mortalidade (diferente da espécie anteriormente analisada) e grande produção de área basal pelo menos até as classes de que influem na inflexão.

Analisando-se o número de indivíduos estimados pela equação Sb de Johnson por classe, tanto para *Qualea albiflora* quanto para *Goupia glabra*, bem como o tempo de passagem entre as classes diamétricas gerou-se a tabela 27.

**Tabela 27.** Número de indivíduos e tempo de passagem por classe de diâmetro para as duas espécies analisadas.

|                                | <b>Centro de Classe (cm)</b> |           |           |           |           |           |           |           |
|--------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                | <b>≤25*</b>                  | <b>35</b> | <b>45</b> | <b>55</b> | <b>65</b> | <b>75</b> | <b>85</b> | <b>95</b> |
| <b><i>Qualea albiflora</i></b> |                              |           |           |           |           |           |           |           |
| Nº de indivíduos               | 4.000                        | 856       | 3073      | 3098      | 1816      | 717       | 184       | 25        |
| Tempo de Passagem (anos)       |                              | 13        | 14        | 13        | 11        | 12        | 12        | 18        |
| <b><i>Goupia glabra</i></b>    |                              |           |           |           |           |           |           |           |
| Nº de indivíduos               | 1.000                        | 105       | 425       | 449       | 369       | 272       | 248       | 155       |
| Tempo de Passagem (anos)       |                              | 20        | 21        | 22        | 33        | 29        | 32        | 78        |

\*Dados provenientes de Braz et al. (2014)

**Fonte:** a autora.

Na tabela 27 é possível perceber que para ambas as espécies, após a classe de 65 cm o número de indivíduos começam a diminuir significativamente. Para a *Q. albiflora* foi observado um ponto ótimo de produção em diâmetro aos 38 cm e em área basal aos 60 cm, sendo assim, pode-se considerar que a exploração deve ser feita a partir da classe de 45 cm (descendo uma classe em comparação com a legislação atual), pois acima de 60 cm começa a aumentar o número de mortalidade e com o tempo de passagem observado, sabe-se que seguindo o ciclo de corte previsto em lei, de 35 anos, os indivíduos da classe de 45 cm passariam duas classes. Haveria desperdício de produto e tempo esperando as árvores já comerciais entrarem em classe com grande mortalidade. A espécie *G. glabra* apresentou ponto ótimo de produção em diâmetro também aos 38 cm e em área basal aos 63 cm, Neste caso sugere-se que a exploração seja mantida a partir da classe de 55 cm (como na legislação atual), devido ao tempo de passagem, pois menos de 50% poderiam atravessar duas classes. Com os dados obtidos por Braz et al., (2014) é possível observar que a classe de 25 cm possui um grande número de indivíduos, indicando que há estoque nas classes de ingresso, e que possivelmente, a classe de 35 cm possui um número menor de indivíduos que as classes seguintes devido a concorrência com as árvores que já dominam o dossel.

#### 4.5 Conclusões

- As espécies estudadas apresentam crescimento em diâmetro satisfatório para o manejo sustentável da espécie;

- Tanto para *Qualea albiflora* quanto para *Goupia glabra*, a equação que melhor refletiu o crescimento foi a de Schumacher;
- A espécie *Q. albiflora*, por apresentar um alto valor de incremento médio anual em diâmetro (e menor mortalidade) apresentou o ponto ótimo de corte a partir do centro de classe de 45 cm de DAP; Para a espécie *G. glabra*, este ponto ótimo manteve-se a partir do centro de classe de 55 cm. O tempo de passagem médio para a *Q. albiflora* foi de 15 anos e para *G. glabra* foi de 23 anos;
- Ambas as espécies apresentam alto potencial para manejo florestal, desde que o volume extraído, ou a taxa de corte usada seja calculada considerando o tempo de passagem e o crescimento das espécies em questão, assim, poderia ser reduzido o ciclo de corte das mesmas;
- A dendrocronologia se mostrou uma ferramenta que permite a recuperação do histórico de crescimento de espécies de forma rápida e precisa, permitindo o uso das informações de dinâmica das espécies estudadas para embasamento nos planos de manejo de regime sustentado.

## CAPITULO V – SUBSÍDIOS PARA O MANEJO FLORESTAL DE ESPÉCIES COMERCIAIS

O setor madeireiro no Brasil possui grande importância socioeconômica, tendo participação significativa no PIB do país, nas exportações e na geração de grande número de postos de trabalho. O faturamento deste setor tem aumentado cerca 5% ao ano (em dólar). A mesorregião norte Mato-grossense concentra 49% das indústrias do setor madeireiro no estado, seguida pela mesorregião sul Mato-grossense, com 29% (PASSOS & MASON, 2005).

Ainda de acordo com esses autores, as florestas naturais são as principais fontes de madeira para as indústrias do estado. Segundo Braz (2010), em um passado não muito distante, a exploração de madeira foi realizada sem aplicação dos conceitos de manejo florestal e, ainda nos dias atuais, mesmo sabendo dessa necessidade, os planos de manejo são executados desprezando a sustentabilidade da floresta e outros fatores que dizem respeito à diversidade. E apesar da definição de normas mínimas de manejo por parte dos órgãos fiscalizadores, esses projetos carecem de detalhes, sugestões ou procedimentos técnicos que direcionem o manejo de florestas tropicais para sua sustentabilidade. Também não tem sido oferecida liberdade técnica aos manejadores pelos organismos legisladores.

Assim, faz-se necessário o conhecimento e a disponibilização de técnicas e ferramentas que possibilitem a elaboração de um plano de manejo sustentável e factível, dentro de legislação também flexível.

Primeiramente, principalmente no caso de grandes áreas, é necessário conhecer o potencial da área a ser explorada. Para isso, recomenda-se a realização de um inventário amostral de reconhecimento. Neste trabalho foi observado que para a região de estudo, uma amostragem de 5% é suficiente para estimar o estoque de madeira na área. Após a definição da área a ser explorada, esta deve ter todos os indivíduos acima de 30 cm de DAP mensurados e identificados por meio do inventário florestal 100% (censo), que é uma exigência prevista em lei (IN nº 05 de 11/12/2006 - DOU nº 238, 13/12/2006). As árvores abaixo de 30 cm de DAP podem ser inferidas mediante amostragem.

Com os dados obtidos com o censo, e mediante ferramentas como as citadas neste estudo, é possível identificar as espécies que possuem potencial para

exploração, considerando sua densidade e distribuição na área, bem como importância econômica e mercado consumidor. A área estudada neste trabalho possui grande potencial para manejo florestal, visto que pelo menos 10 espécies de importância econômica ocorrem em densidade relevante, correspondendo por aproximadamente 90% das espécies observadas na área. Como exemplo, podemos citar as espécies individualmente analisadas. A *Qualea albiflora* apresentou uma densidade significativamente maior que as demais e mesmo apresentando uma distribuição agregada, a mesma ocorre por toda a área. A *Goupia glabra* foi a quarta em densidade na área, porém, apresenta uma distribuição aleatória, ocorrendo em toda a área. Neste contexto, as duas espécies, que são consideradas comercialmente importantes, são potencialmente manejáveis.

De acordo com Pinto (2000), o conhecimento da estrutura de uma floresta é uma importante ferramenta para determinação do potencial econômico de uma área, além de permitir a melhor forma de utilização dos recursos florestais.

Assim, para elaboração de um bom plano de manejo, o conhecimento da estrutura diamétrica das espécies é muito importante, pois com isso, é possível determinar o valor do estoque por classe diamétrica, identificando assim, quais são as classes passíveis de exploração e qual a estrutura remanescente. O que foi observado para as espécies objeto deste estudo é que ambas possuem uma distribuição considerada normal, com uma maior concentração de indivíduos nas classes econômicas, seguida pelas classes consideradas remanescentes.

Com o conhecimento da distribuição espacial e diamétrica das espécies, é possível priorizar as unidades de produção anual ou unidades de trabalhos (UPAs ou UTs) a serem exploradas. Nas figuras 8 e 9 observar-se a distribuição espacial em classes diamétricas para as espécies *Qualea albiflora* e *Goupia glabra*, respectivamente. Assim, é possível determinar os locais, de acordo com a classe diamétrica, prioritários para exploração. Como a primeira espécie ocorre em toda a área, sugere-se que a exploração seja guiada pela localização das árvores de *G. glabra* nas classes diamétricas desejadas.

Para Braz (2010), o uso dos sistemas de informação geográfica e de ferramentas matemáticas que visem um planejamento otimizado possui amplas perspectivas no manejo das florestas tropicais.

Priorizando as UPAs a serem exploradas ou dividindo em unidades de trabalho por espécies ou grupos de espécies, torna-se mais fácil o planejamento das redes viárias e de arraste, bem como a alocação dos pátios. Segundo Figueiredo (2008) uma ferramenta de planejamento de exploração florestal é o Modelflora, que consiste em um processo de planejamento que georreferencia e geomonitorea todos os processos, da elaboração à execução do manejo florestal, possibilitando a redução dos custos dos planos de manejo em pelo menos 30%.

Outro fator muito importante ao manejo florestal sustentável é o conhecimento do padrão de crescimento das espécies, pois se deve considerar que em uma floresta heterogênea e multi-espécies, como é o caso da floresta Amazônica, o ritmo de crescimento das espécies diferem. Sendo assim, a dendrocronologia torna-se uma ferramenta importante, visto que se recupera todo o crescimento passado de uma árvore, obtendo dados de incremento de uma forma rápida e precisa.

Segundo Carvalho (1997), seja para a utilização sustentável dos seus recursos, ou visando à conservação dos mesmos, é necessária a compreensão da dinâmica da floresta. Mattos et al., (2011) afirma que o uso da dendrocronologia para estimar idade e crescimento diamétrico é uma ferramenta importante para apoio ao manejo de florestas naturais, porém, ainda é necessária sua incorporação nas pesquisas.

As espécies das florestas naturais amazônicas têm padrões bem definidos de crescimento. As informações sobre estas duas espécies e, principalmente o entendimento de seu crescimento possibilitarão definir critérios iniciais para o manejo sustentável das mesmas. Conhecendo-se o estoque de uma espécie e seu tempo de passagem entre classes diamétricas, é possível estimar o volume comercial que será recuperado de acordo com os ciclos definidos pela legislação.

No caso deste trabalho, a espécie *Q. albiflora* apresentou um IMA de aproximadamente  $0,7 \text{ cm.ano}^{-1}$  e a espécie *G. glabra* teve um IMA de  $0,5 \text{ cm.ano}^{-1}$ . Mesmo que a *Q. albiflora* apresente um ritmo de crescimento superior ao da *G. glabra*, ambas as espécies podem ser consideradas em um grupo de espécies com crescimento semelhante. Assim, afere-se que a exploração pode ser otimizada com o manejo de espécies agrupadas por classes de crescimento semelhante.

Com o conhecimento da estrutura diamétrica e do padrão de crescimento das espécies, é possível determinar o tempo de passagem entre classes de diâmetro, permitindo o conhecimento do tempo que a espécie em questão levará para passar

para a classe seguinte, fazendo assim uma inferência ao ciclo de corte. A *Q. albiflora* apresentou um tempo de passagem variando de 11 a 13 anos nas classes comerciais (50 – 80 cm de DAP), já para a *G. glabra* os valores variaram de 22 a 32 anos. Porém, é importante saber o tempo de passagem das classes remanescentes, pois serão estas as próximas a serem exploradas, assim que atingirem o diâmetro mínimo de corte (DMC) vigente em lei (50 cm de DAP). Provavelmente se poderá influir nesta classes mediante adequados tratamentos silviculturais, reduzindo o tempo de passagem pelo menos perto do mínimo encontrado na espécie. Para o cambará, o tempo de passagem da classe imediatamente inferior ao DMC é de 13 anos e para cupiúba, 20 anos, mostrando que de acordo com a intensidade de corte aplicada, as espécies levariam 13 e 20 anos para passar de estoque a classe comercial.

O conhecimento do incremento por classe de DAP possibilita diagnosticar que classes são desfavorecidas e merecem tratamentos silviculturais, em quais os tratamentos são desnecessárias e finalmente em quais classes a recuperação em volume será nula para o povoamento. Da mesma forma, este conhecimento aliado ao conhecimento preciso da distribuição possibilita a otimização do manejo.

De acordo com Schneider & Finger (2000), além da avaliação da estrutura da floresta, deve-se considerar a determinação de taxas de corte sustentáveis. Porém, não existem planos de manejo que considerem esse cálculo. A taxa de corte é fixada em metros cúbicos pela legislação, sem a consideração da característica das espécies e sua capacidade individual de recuperação de estoque. Braz et al., (2012) afirma que a taxa de corte deve ser sustentável, mas essa questão geralmente é negligenciada nos planos de manejo, nos quais são definidos valores arbitrários de extração, que mesmo sendo aparentemente baixos, não significam que a taxa seja sustentada, pois não consideram a capacidade de recuperação da floresta e a estrutura remanescente.

Com os resultados observados neste trabalho, pode-se afirmar que dependendo da taxa de corte aplicada, a espécie em questão levaria menos tempo para se recuperar do que é aplicado de acordo com a legislação, podendo assim reduzir o ciclo de corte para a espécie, ou caso seja respeitado o ciclo de corte de 35 anos, cabe a possibilidade da redução do DMC.

A realização dos mesmos estudos para outras espécies da região possibilitarão estimativas de taxas de corte mais confiáveis do que taxas definidas arbitrariamente para toda Amazônia legal.

Zachow (1999), afirma que mesmo com todas essas informações, boa parte dos planos de manejo em florestas tropicais é mera burocracia, pois após a sua aprovação, a implementação efetiva dos requisitos exigidos como tratamentos silviculturais, planejamento das redes viárias, entre outros, não ocorre.

Pode-se então concluir que para a elaboração de um plano de manejo florestal sustentável (PMFS), se faz necessário primeiramente o conhecimento profundo da área a ser manejada, considerando as espécies de importância econômica existentes, bem como a distribuição destas na área e o padrão de crescimento das espécies selecionadas, visando um planejamento eficaz da exploração. Deve-se ainda considerar a reflexão por parte dos atores do setor (tais como pesquisadores, órgãos e organismos de fiscalização, engenheiros tomadores de decisão, produtores, etc.) com relação à forma como os planos de manejo são conduzidos atualmente, pois, segundo Passos & Mason (2005), um aspecto limitante é a qualidade dos PMFS apresentados pelos técnicos. Cabe também refletir sobre a forma com que os órgãos públicos avaliam esses projetos, bem como a forma com que a legislação trata a floresta Amazônica.

A taxa de extração anual convém salientar, raras vezes é fundamentada na associação de dados sobre a estrutura da floresta e no ritmo de crescimento das espécies com os aspectos econômicos (PUTZ et al., 2000). Ou seja, os volumes determinados para extração anual são arbitrários.

Assim, sugere-se que:

- Instituições de pesquisa realizem estudos por espécies principais comerciais, inicialmente, segundo micro-regiões da Amazônia visando suporte aos planos de manejo;
- Estas informações sejam englobadas ao procedimento de manejo permitido por lei;
- Ciclos de corte e taxas fixas de corte sejam flexibilizadas considerando-se as especificidades das micro-regiões dando um leque de alternativas aos produtores e tomadores de decisão;

- Procedimentos de análise sejam repassados aos engenheiros florestais tomadores de decisão;
- Que se estabeleçam normas legais para se realizar PMFS que tenha espécies com padrão de crescimento estudado, com talhões fragmentados em diferentes ciclos e taxas de corte, otimizando a produção, inclusive com a protelação da exploração de espécies sem mercado atual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**, 16 (45), 2002.

ALMEIDA, S. S. D.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. D. Análise Florística de Florestas de Várzeas no Estuário Amazônico. **Acta Amazônica**, v. 34, n. 4, p.513-524, 2004.

ARAÚJO, H. J. B. de. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazônica**. V. 36, n. 4, 2006, p. 447-464.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. D. de; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.563-567, 2001.

AVERY, T.E.; BURKHART, H. E. **Forest measurements**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1983. 330p.

AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A.; SOUZA, C. R.; OLIVEIRA, M. M. Predição da distribuição diamétrica de uma floresta manejada experimentalmente através de um Sistema de Equações Diferenciais. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 4, p.521-532, 2007.

BARROS, P. L. C.; MACHADO, S. A.; BURGER, D. SIQUEIRA, J. D. P. Comparação de modelos descritivos da distribuição diamétrica em uma Floresta Tropical. **Revista Floresta**, p. 19-32, 1979.

BARROS, P. L. C. de Estudo das distribuições diamétricas da floresta do planalto de Tapajós - Pará. 1980. 141f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1980.

BARROS, P. L. C.; MACHADO, S. A. Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia brasileira. Curitiba: **FUPEF- Série Científica**, n.1, 1984. 43p.

BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; SILVA, M. L. M. da, GARCIA, S. L. R.; CRUZ, J. P. da. Uso da função Weibull de três parâmetros em um modelo de distribuição diamétrica para plantios de eucalipto submetidos a desbaste. **Revista Árvore**. Viçosa – MG, v.34, n.1, p.147-156, 2010.

BÓLOS, O. Fitocenologia, estudo de comunidades de plantas. **Anais**. XXXVI Congresso Brasileiro de Botânica. 1990. P. 5-21.

BONETES, L. Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. 2003. 126f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2003.

BOTELHO, V. A.; MORAIS, A. R. Estimativa dos parâmetros da distribuição Gamma de dados pluviométricos do município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, p.697-706, 1999.

BRAGA, P. I. S. Subdivisão Fitogeográfica: tipos de vegetação e inventário florístico da Floresta Amazônica, **Supl. Da Rota Amazônica**, v. 7, n. 1, p. 75-137, 1979.

BRASIL. Instrução normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 185, 24 set. 2008. Seção 1, p. 75-83.

BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'; GAMA E SILVA, Z. A. G. P Vantagens do inventário florestal prospectivo no planejamento do arraste mecanizado em exploração de florestas nativas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4., 2003, Belo Horizonte. **Anais**. Viçosa: UFV/SIF, 2003. p. 243-251.

BRAZ, E. M. Planejamento da Exploração em Florestas Naturais. **Documento 118**. Embrapa Florestas. ISSN 1517-526X. 2005. Curitiba.

BRAZ, E.M. Subsídios para o planejamento do manejo de floresta tropicais da Amazônia. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 236p. 2010.

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

BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P. de; THAINES, F.; SELLE, G. L.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, L. C. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de Florestas Tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 791-798, out.-dez., 2012.

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; OLIVEIRA, M. F.; BASSO, R. O. Strategies for Achieving Sustainable Logging Rate in the Brazilian Amazon Forest. **Open Journal of Forestry**. 2014.

BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. The use of tree rings in tropical Forest management: projecting timber yields of four Bolivian tree species. **Forest Ecology and Management**, n 1 – 3, p. 256 – 267, Maio 2006.

BUONGIORNO, J.; GILLESS, J. K. **Forest management and economics a primer in quantitative methods**. New York: MacMillan Publishing Company, 1987. 89 p.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 2ed. Viçosa: UFV, 2006. 470 p.

CANIVATTO, V. et al. 1995. Caracterização hidrográfica do Estado de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso. PRODEAGRO/SEPLA/FEMA.

CANETTI, A.; MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M. Limites diamétricos de predição do crescimento de árvores a partir de série de anéis de crescimento. In: Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas, 12., 2013, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2013.

CARVALHO, J. O. P. Subsídios para o manejo de Florestas Naturais na Amazônia Brasileira: resultados de pesquisa da EMBRAPA/IBDF-PNPF. **Boletim de Pesquisa**, Belém, EMBRAPA-CPATU, Março, 1981.

CARVALHO, J. O. P. Distribuição diamétrica de espécies comerciais e potenciais em Floresta Tropical Úmida natural na Amazônia. **Boletim de Pesquisa**, Belém, EMBRAPA-CPATU, 1987.

CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal. In: Curso de manejo florestal sustentável: tópicos em manejo florestal sustentável, 1997, Colombo: **Palestras**. Colombo: Embrapa Florestas, 1997, p. 43-55. (Documento 34).

CAVALCANTI, F. J. de B.; MACHADO, S. do A.; HOSOKAWA, R. T. Tamanho de unidade de amostra e intensidade amostral para espécies comerciais da Amazônia. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 207-214, jan/mar. 2009

CAVALCANTI, F. J. de B.; MACHADO, S. do A.; HOSOKAWA, R. T.; CUNHA, U. S. Comparação dos valores estimados por amostragem na caracterização da estrutura de uma área de floresta na Amazônia com as informações registradas no censo florestal. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 35, n. 5, p. 1061-1068, 2011.

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.

COELHO, V. C. M. Avaliação do manejo da produção econômica de madeira de *Pinus taeda* L. com características qualitativas superiores. 2010. 131f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

COURALET, C.; SASS-KLAASSEN, U.; STERCK, F.; BEKELE, T.; ZUIDEMA, P. A. Combining dendrochronology and matrix modeling in demographic studies: An evaluation for *Juniperus procera* in Ethiopia. **Forest Ecology and Management**, v. 216, p. 317 – 330, 2005.

CUNHA, U. S. da. Distribuições diamétricas e relações hipsométricas de uma floresta tropical úmida de 1000 ha, Estação Experimental de Curuá-Uma, Santarém - Brasil. 1994. 96f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1994.

DALLA LANA, M.; BRANDÃO, C. F. L. e S.; PÉLLICO NETTO, S. MARANGON, L. C.; RETSLAFT, F. A. de S. Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa – Igarassu, Pernambuco. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 59-68, jan./mar. 2013.

DANTAS, M.; RODRIGUES, I. A.; MÜLLER, N. R. Estudos fito-ecológicos do trópico úmido brasileiro. Aspectos fitossociológicos de matas sobre latossolo amarelo em Capitão Poço, Pará. **Boletim de Pesquisa EMBRAPA/CPATU**, Belém, (9): 1-19, Abril. 1980.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F. da; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento das árvores. Brasília: Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 43 p. (**Comunicações técnicas florestais**; v.7, n.1).

FELDE, J. L. Métodos de ajuste da função Weibull e seu desempenho na prognose do crescimento e produção de *Eucalyptus dunnii*. 2010. 77f. **Dissertação** (Mestrado em Manejo Florestal). Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati. 2010.

FERREIRA, E. O.; PEREIRA, N. W. V.; WADT, L. H. de O. Avaliação da composição estrutural e biomassa viva acima do solo, em florestas sob efeito da fragmentação na Amazônia Ocidental. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 27p. (Embrapa Acre. **Boletim de Pesquisa**, 26).

FERREIRA, L. M. M.; TONINI, H. Cupiúba (*Goupia glabra* Aublet): Crescimento, Potencialidades e Usos. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 29p. (Embrapa Roraima. **Documentos**, 4).

FERREIRA, J. C. S. Análise da estrutura diamétrica em povoamentos de florestas plantadas a partir de funções de densidade de probabilidade. 2011. 116f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal). Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

FIGUEIREDO FILHO, A. Implantação de áreas de coleta de sementes de espécies arbóreas nativas utilizando-se o censo florestal. CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50°. Mesa Redonda: Alternativas modernas de criação de bancos de sementes de espécies arbóreas nativas. (Blumenau: 1999) **Anais**. Blumenau: SBB, FURB, 1999. p. 333.

FIGUEIREDO, E. O. Modelflora: Modelo Digital de Exploração Florestal. **Impactos**, julho, 2008.

FINGER, C. A. G. Distribuição de diâmetros em acácia negra, *Acacia mearnsii* de Wild em diferentes povoamentos e idades. 1982. 124f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1982.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos da biometria florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.

FREITAS, P. M. de; TEIXEIRA, A. de F.; SILVA, G. F. da; OLIVEIRA, A. M. de; FRAGA FILHO, C. V. Software Mata Nativa 2: Sistema de informações aplicado ao manejo de florestas naturais. In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, **SBI-AGRO**. Londrina, Setembro, 2005.

FREITAS, P. M. de; TEIXEIRA, A. de F.; SILVA, G. F. da. Software Mata Nativa 2 e suas aplicações no manejo de florestas naturais In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, **SBI-AGRO**. Londrina, Setembro, 2005.

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada**. 9. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976. 567p.

GARCIA, F. M. Rendimento operacional de uma serraria com a espécie cambará (*Qualea albiflora* Warm.) na região Amazônica. 2013. 83f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais). Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus Botucatu. Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu. 2013.

GOMIDE, L.; SCOLFORO, J.; OLIVEIRA, A.; BORGES, L.; CAMOLESI, J.; GOMES, E.; SILVA, C; CARVALHO, L. Estrutura horizontal de fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Cap. 6 p. 137 – 198. In: **Modelo fitogeográfico para áreas de preservação permanente. Um estudo da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Lavras – MG. Editora UFLA, 2005. 421 p.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; JARDIM, F. C. S. Tamanho de parcela amostral para inventários florestais. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 12, n. 1, p. 91-103, 1982.

HIGUCHI, N. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em Floresta Tropical Úmida de Terra Firme na região de Manaus. **Acta Amazônica**. Manaus, v. 16/17, n. único, p. 393-400, 1987.

HIGUCHI, F. G. A influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição de diâmetro Weibull da floresta primária da Amazônia Central. 2007. 59f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

HOSOKAWA, R. T. **Manejo e economia de florestas**. Roma: FAO/ONU, 1986, 125 p.

HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B.de; CUNHA, U. S. da **Introdução ao manejo e economia florestal**. Curitiba: UFPR, 1998, 162 p.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2.ed. New York: John Wiley Sons, 1982. 402 p.

ITTO/FUNATURA/IBAMA. Diagnóstico e avaliação do setor florestal brasileiro – região centro-oeste, In: **Workshop regional para apresentação e discussão sobre o projeto – Diagnóstico e avaliação do setor florestal brasileiro – PD 167/91**, 59p. Brasília, 1995.

LACOSTE, J. F.; ALEXANDRE, D. Y. Le goupî (*Goupia glabra* Aubl), essence forestière d'avenir em Guyane: analyse bibliographique. **Annales des Sciences Forestières**, 48: 429-441, 1991.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn : GTZ, 1990. 343.

LEUSCHNER, W. A. **Introduction to forest resource management**. Florida, Krieger Publishing Company, 1992. 298 p.

LIMA, J. A. de S.; GAZEL FILHO, A. B. Distribuição diamétrica de espécies de Angelim em uma Floresta Primária de Terra Firme do estado do Amapá. **Comunicado Técnico 30**. Embrapa Amapá, nov. 1999, p.2.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2ed. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum, 1998. 352 p. v.1.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da Contribuição para o estudo dendrológico e anatômico da madeira de três espécies de *Qualea* (Vochysiaceae) da Amazônia. **Acta Amazônica**. 7(3): 407-416. (1977)

LYRA, G. B.; GARCIA, B. I. L.; PIEDADE, S. M. S.; SEDIYAMA, G. C.; SENTELHAS, P. C. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial no Estado de Táchira, Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.2, p.205-215, 2006.

MACHADO, S. A.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; NASCIMENTO, R. G. M. do; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R. da; MIGUEL, E. P.; TÉO, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.103-110, Mar/Apr, 2009.

MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P. dos; NASCIMENTO, R. G. M. do; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; ZAMIN, N. T. Modelagem da distribuição diamétrica de quatro espécies de *Lauraceae* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.12, n.1, Jan/Jun, 2010.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1998. 167p.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1993, 246p.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de La vegetation**. Washington: The General Secretarial of the Organization of American States, 1982. 167p.

MATTOS, P. P. de; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. de Potencial dendroecológico de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.). Toledo. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n.48, p.93-103, jan/jul 2004.

MATTOS, P. P. de; SEITZ, R. A. Growth dynamics of *Anadenanthera colubrina* var. *Cebil* and *Tabebuia impetiginosa* from Pantanal Mato-grossense, Brazil. **Ciência Florestal**. Santa Maria, RS, v.18, n.4, p.427-434, out/dez, 2008.

MATTOS, P. P. de; OLIVEIRA, M. F.; AGUSTINI, A. F.; BRAZ, E. M.; RIVERA, H.; OLIVEIRA, Y. M. M. de; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZU, M. C. Aceleração do crescimento em diâmetro de espécies da Floresta Ombrófila Mista nos últimos 90 anos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 64, p. 319-326, nov./dez. 2010.

MATTOS, P. P. de; SALIS, S. M. de; BRAZ, E. M.; CRISPIM, S. M. A. Sustainable management of natural forests in Pantanal Region, Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 321-333, abr./jun. 2010.

MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico, 218**).

MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; DOMENE, V. D.; PAREYN, F. G. C.; ALVAREZ, I. A.; LIMA, K. C. Crescimento diamétrico de jurema-preta em Limoeiro do Norte, CE. Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 3 p. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico, 310**).

MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; CANETTI, A.; KRETZER, T. S.; BORGES, A. D.; OLIVEIRA, M. F. de Growth pattern of two Amazonian tree species. In: Congreso Latino Americano de IUFRO, 3., 2013, San José. **Bosques, competitividad y territorios sostenibles**. San José: CATIE; [S.l.]: IUFRO, 2013.

MENIN, M. **Amazônia: diversidade biológica e história geológica**. Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Biologia, Manaus. 40p. 2007.

MIGUEL, E. P.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ARCE, J. E. Using the Weibull function for prognosis of yield by diameter class in *Eucalyptus urophylla* satnds. **Cerne**, Lavras, v.16, n.1, p.94-104, 2010.

O'HARA, K. L. Silviculture for structure diversity: a new look at multiaged systems. **Journal of Forestry**, Washington, v. 96, n. 7, p. 4-10. July 1998.

OLIVEIRA, C. L. de Estimativas da dinâmica de carbono na biomassa lenhosa de terra firme na reserva de desenvolvimento sustentável Amaña por métodos dendrocronológicos. 2010. 53f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica). Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Manaus. 2010.

OLIVEIRA, J. M.; SANTAROSA, E.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. D. Amostragem temporal de anéis de crescimento: Uma alternativa para determinar ritmo de atividade cambial. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.1, p.615-617, jul. 2007. Nota Científica.

OLIVEIRA, M. F. de; MATTOS, P. P. de Crescimento de *Drimys brasiliensis* na Floresta Ombrófila Mista, Colombo, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 61, p. 79-83, jan./abr. 2010. Nota científica.

PASSOS, C. A. M.; MASON, R. J. **Potencial madeireiro do estado do Mato Grosso**. Várzea Grande/MT: CIPEM, Ed. Centro-América, 69p. 2005.

PÉLLICO NETTO, S.; BREÑA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1993. 316 p.

PEREIRA, L. C. B.; APARÍCIO, W. C. S.; GALVÃO, F. G. Parâmetros estruturais da espécie *Goupia glabra* (Goupiaceae) em uma área de transição Cerrado-Floresta no leste do Amapá. **Anais**, 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, 10-15 de Novembro de 2013.

PINTO, A. C. Análise dos dados de exploração de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentável, na Amazônia Ocidental. 2000. 131p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000.

PIRES, J. M. Estudos dos principais tipos de vegetação do estuário amazônico. **Tese**. Piracicaba, 1972, 183p. (Doutorado – ESALQ).

PUTZ, F. E. **Considerations of ecological foundation of natural Forest management in the American Tropics**. Durham: Center for Tropical Conservation, Duke University, 1993.

PUTZ, F. E.; DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. Why poor logging practices persist in the tropics. **Conservation Biology**, Malden, v. 14, n. 4, p. 951-956, Aug. 2000.

QUEIROZ, W. T. Efeitos da variação estrutural em unidades amostrais na aplicação do processo de amostragem por conglomerados nas florestas do Planalto Tapajós. 1977. 109f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1977.

QUEIRÓZ, J. A. L. de. Fitossociologia e distribuição diamétrica em floresta de várzea do estuário do rio Amazonas no estado do Amapá. 2004. 113f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2004.

QUEIRÓZ, J. A. L. de; MOCHIUTTI, S.; MACHADO, S. A. Distribuição diamétrica em floresta de várzea no braço norte do rio Amazonas. **Revista Ciência Agrária**, Belém, n.46, p.161-170, jul/dez, 2006.

RAMOS, E. T.; SANTOS, R. O. dos; ABREU, J. C. Ajuste de funções de densidades probabilísticas para estrutura hipsométrica em uma Floresta de Várzea na região adjacente a Foz do Rio Amazonas. **Revista de Ciência da Amazônia**, Macapá, n. 1, v. 2, p. 2, 2013.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M. de; SOUZA, M. A. D. de; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F. da; 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**. INPA, Manaus, 816p. 1999.

RIBEIRO, R. J.; HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; AZEVEDO, C. P. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá – Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, 29 (2): 207-222, 1999.

RINN, F. TSAP, version 3.0, **reference manual: computer program for tree ring analysis and presentation**. Heidelberg: Dipl.-Phys., 1996. 263p.

RODAL, M.; SAMPAIO, E.; FIGUEIREDO, M. Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico. Ecosistema Caatinga. **Sociedade Botânica do Brasil**. 1992. 24 p.

RODRIGUES, I. A.; PIRES, J. M.; WATRIN, O. dos S.; CORDEIRO, M. dos R. Levantamento fitossociológico em áreas sob influência da rodovia PA-150 nos municípios de Aracá e Tailândia, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 43p. (Embrapa Amazônia Oriental. **Boletim de Pesquisa**, 179).

ROLIM, S. G.; NASCIMENTO, H. E. M. Análise da riqueza, diversidade e relação espécie-abundância de uma comunidade arbórea tropical em diferentes intensidades amostrais. **Scientia Forestalis**, n. 52, p. 7-16, dez., 1997.

ROSA, S. A. Modelos de crescimento de quatro espécies madeireiras de florestas de várzea da Amazônia Central. 2008. 76f. **Dissertação** (Mestrado) INPA/UFAM, Manaus, 2008.

SANTOS, A. T. dos; CANETTI, A.; RUY, C. C.; SILVA, M. A.; RICKEN, P.; DOMENE, V. D.; OLIVEIRA, M. F. de; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de Crescimento de espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista, Caçador, SC. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 5., 2011, Santa Maria. Sustentabilidade florestal: [anais]. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2011, p. 998-1006.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. de Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, 1996.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341p.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. de Modelagem da produção, idade de florestas nativas, distribuição espacial das espécies e análise estrutural. In: **Manejo Florestal**. UFLA/FAEPE, Lavras, p.189-246. 1998.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: Modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras, UFLA/FAEPE. p.393, 2006.

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

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2ed. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008.

SCHONGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian varzea floodplains. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 46–58, 2008.

SCHONGART, J. Growth-Oriented Logging: A new concept in forest management. **Science for Environment Policy**, European Commission, September, 2008.

SCHWENGBER, D. R.; SMIDERLE, O. J. Cupiúba *Goupia glabra* Aubl. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**. N. 7, 2005

SILVA, J. N. M. Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades amostrais aplicadas em inventário florestal na região do Baixo Tapajós. 1980. 83f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1980.

SILVA, E. Q.; NETTO, S. P.; MACHADO, S. A.; SANQUETTA, C. R. Função de densidade de probabilidade aplicáveis a ciência florestal. **Revista Floresta**, 33(3), p.285-297, 2003.

SILVA, G. F. da; FREITAS, P. M. de; SILVA, A. F. da; TEIXEIRA, A. de F. Mata Nativa: Sistema para elaboração de planos de manejo florestal e realização de análises fitossociológicas. In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, **SBI-AGRO**. Londrina, Setembro, 2005.

SILVA, K. E. da; MATOS, F. D. A.; FERREIRA, M. M. Composição florística e fitossociológica de espécies arbóreas do Parque Fenológico da Embrapa Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**. V. 38 (2): 213-222, 2008;

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3ª edição. Petrópolis, Editora Vozes. 1991.

SOUZA, P. F. de. **Terminologia Florestal – glossário de termos e expressões florestais**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1973.

SOUZA, A. L.; JARDIM, F. **Sistemas silviculturais aplicados às florestas tropicais**. Viçosa: SIF, 1993. 125p.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGO, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília: IBAMA/DITEC. Laboratório de Produtos Florestais, 1997.

SPIECKER, H. Tree rings and Forest management in Europe. **Dendrochronologia**, v. 20, n. 1-2, p. 191-202, 2002.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo: Makron Books, 1993. 643 p.

TEO, S. J.; ROCHA, S. P.; BORTONCELLO, A. C.; PAZ, R. A.; COSTA, R. H. Dinâmica da distribuição diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda*, na região de Caçador, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.67, p.183-192, jul./set. 2011.

UBIALLI, J. A. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos e estimativas do estoque de uma floresta ecotonal na região norte matogrossense. **Tese**. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007.

UMAÑA, C. L. A.; ALENCAR, J. C. Distribuições diamétricas da floresta tropical úmida em área no município de Itacoatiara – AM. **Acta Amazonica**, v.28, n.2, p.167-190, 1998.

VANCLAY, J. K. **Modelling Forest growth and yield applications to mixed tropical forests**. Utah: Walling-Ford, 1994. 304 p.

VANCLAY, J. K. Growth models for tropical forests: A synthesis of models and methods. **Forest Science**, v. 41, n. 1, p. 4-42. 1995.

VILANI, M. T.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J. S.; PRIANTE FILHO, F. Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma floresta de transição Amazônia Cerrado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.21, n.3b, 119-131, 2006.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees – a review. **IAWA Journal**. 16: 337-351. 1995.

WORBES, M. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and an outlook to future challenges. **Dendrochronologia**. 20(1-2): 217-231. 2002.

WORBES, M. **Tree-Ring Analysis**. University of Göttingen, Göttingen, Germany. 2004.

ZACHOW, R. Metodologia para monitoramento de projetos de manejo em florestas naturais tropicais baseadas em critérios normativos, 1999. 224f. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

ZEIDE, B. Analysis of Growth Equations. **Forest Science**, v. 39, n. 3, p. 594-616. 1993.