

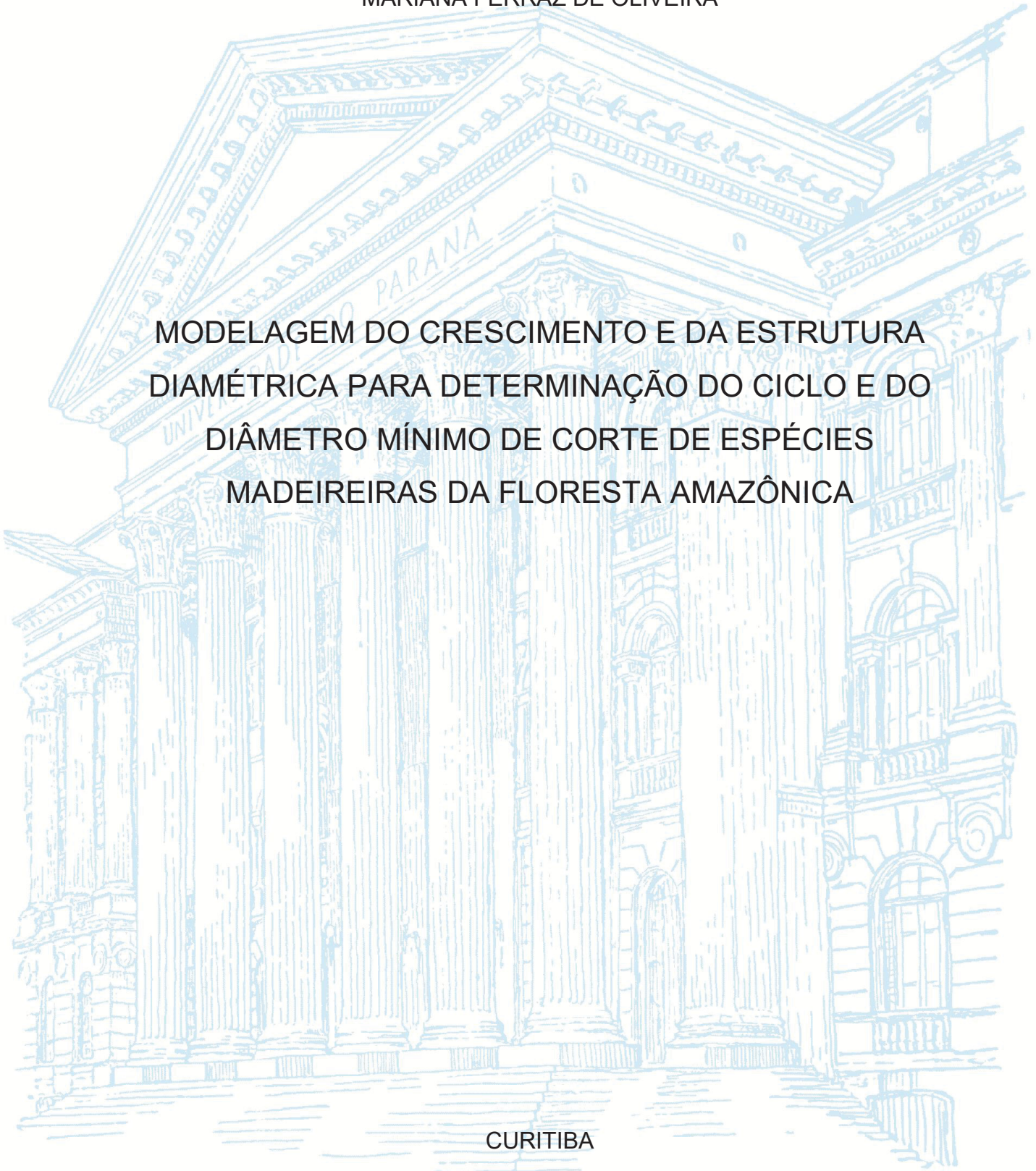
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIANA FERRAZ DE OLIVEIRA

MODELAGEM DO CRESCIMENTO E DA ESTRUTURA
DIAMÉTRICA PARA DETERMINAÇÃO DO CICLO E DO
DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE DE ESPÉCIES
MADEIREIRAS DA FLORESTA AMAZÔNICA

CURITIBA

2020



MARIANA FERRAZ DE OLIVEIRA

MODELAGEM DO CRESCIMENTO E DA ESTRUTURA
DIAMÉTRICA PARA DETERMINAÇÃO DO CICLO E DO
DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE DE ESPÉCIES
MADEIREIRAS DA FLORESTA AMAZÔNICA

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho

Coorientadores: Dra. Patrícia Póvoa de Mattos

Dr. Evaldo Muñoz Braz

CURITIBA

2020

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Oliveira, Mariana Ferraz de

Modelagem do crescimento e da estrutura diamétrica para determinação do ciclo e do diâmetro mínimo de corte de espécies madeiras da Floresta Amazônica / Mariana Ferraz de Oliveira. – Curitiba, 2020.

135 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho
Coorientadores: Dra. Patrícia Póvoa de Mattos
Dr. Evaldo Muñoz Braz

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

Defesa: Curitiba, 18/09/2020. Área de concentração: Manejo Florestal.

1. Árvores - Crescimento - Amazônia. 2. Dendrocronologia. 3. Florestas - Manejo. 4. Árvores - Medição. 5. Equações. 6. Teses. I. Figueiredo Filho, Afonso. II. Mattos, Patrícia Póvoa de. III. Braz, Evaldo Muñoz. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.561.24(811.3)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL - 40001016015P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **MARIANA FERRAZ DE OLIVEIRA** intitulada: **Modelagem do crescimento e da estrutura diamétrica para determinação do ciclo e do diâmetro mínimo de corte de espécies madeireiras da Floresta Amazônica**, sob orientação do Prof. Dr. AFONSO FIGUEIREDO FILHO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa. A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 18 de Setembro de 2020.

Assinatura Eletrônica
18/09/2020 17:08:52.0
AFONSO FIGUEIREDO FILHO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
19/09/2020 16:59:38.0
MARCO ANTONIO AMARO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE)

Assinatura Eletrônica
29/09/2020 14:02:10.0
LUCAS JOSÉ MAZZEI DE FREITAS
Avaliador Externo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA
AGROPECUÁRIA)

Assinatura Eletrônica
18/09/2020 15:57:03.0
ALLAN LIBANIO PELISSARI
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
08/10/2020 15:52:50.0
JOÃO RICARDO VASCONCELLOS GAMA
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Capes pela concessão da bolsa de estudos, e à Universidade Federal do Paraná por possibilitar o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu comitê de orientação, Professor Dr. Afonso Figueiredo Filho, Dra. Patrícia Póvoa de Mattos e Dr. Evaldo Muñoz Braz, a minha mais eterna gratidão, acima de tudo, pela paciência e compreensão principalmente na fase final da tese. Vocês são fonte de inspiração, dedicação e carinho.

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 pesquisadora Marilice Garrastazu e ao técnico laboratorial Jonatas Gueller, pela disponibilidade de sempre e agradáveis momentos de muito aprendizado.

Ao meu marido Vitor, todo o meu amor e gratidão por nossa família. Alice e Elena são meus maiores feitos desse período de doutorado e não seria possível encarar paralelamente esse crescimento pessoal e profissional sem a sua parceria. Obrigada por encarar essa jornada ao meu lado. O céu é o nosso limite, te amo!

Às minhas filhas, Alice e Elena, obrigada por me ensinarem que nem sempre o meu melhor será suficiente, e tá tudo bem! À vocês, meu amor incondicional!

À minha prima-irmã Mila, por todo o apoio logístico com as meninas e por todo o incentivo e afeto dedicados a mim e minha família. Você me inspira e eu te amo muito!

À minha 'família buscapé': mãe, pai, irmãos, madrasta, avôs, tias... vocês são minha base. Obrigada por confiarem no meu potencial.

À minha psicóloga Juliana, que batalhou junto comigo por essa tese, principalmente quando duvidei da importância da mesma.

Por fim, à todos que participaram direta ou indiretamente deste trabalho que tanto me orgulha, a minha gratidão.

Dedico

Ao Vitor, Alice e Elena

RESUMO

Diante de um contexto em que a preocupação pela conservação da Floresta Amazônica cresce a nível mundial, a demanda por estudos sobre a dinâmica de crescimento de espécies de interesse comercial, que possibilitem o embasamento de planos de manejo florestal, permitindo a modernização da atividade de forma que se torne atrativa economicamente e ambientalmente sustentável, cresce proporcionalmente. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o padrão de crescimento de *Dipteryx odorata* (Aublet) Willd, *Goupia glabra* Aubl., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) S.Grose, *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., e *Qualea* spp. em três regiões distintas de Floresta Amazônica de Terra Firme, no norte do estado do Mato Grosso, visando subsidiar exigências técnicas interpretativas aplicadas pelos organismos fiscalizadores, além de servir como base para a tomada de decisões de gestores florestais. Os dados foram provenientes do inventário a 100% de cada área de estudo, situadas nos municípios de Brasnorte, Colniza e Santa Carmem, provenientes de planos de manejo florestais sustentáveis aprovados pelos órgãos competentes. Foram feitas análises da estrutura horizontal e distribuição espacial das espécies, visando à caracterização das áreas. Determinaram-se funções de densidade de probabilidade para estimativa da distribuição diamétrica das espécies. Com dados dendrocronológicos, foram ajustadas equações que possibilitaram a determinação do padrão de crescimento das espécies selecionadas e foi estimada a maximização do incremento em diâmetro e volume, sendo estimado o diâmetro mínimo de corte (DMC) e ciclo de corte para as seis espécies. O padrão de crescimento das espécies foi representado, de forma geral, pelas equações Lundqvist e de Chapman-Richards. Para o DMC, os valores estiveram tanto acima como abaixo do atual especificado pela legislação (50 cm), variando de 27 a 62 cm de diâmetro. Entretanto, nenhum ciclo de corte foi superior ao previsto na legislação (35 anos), variando de 18 a 26 anos. Com isso, sugere-se que a instituição responsável pelo manejo de florestas naturais, bem como secretarias regionais considerem uma abertura para discussão destas questões, possibilitando futura modernização da legislação, e também a ampliação das pesquisas sobre este tema.

Palavras-chave: Dendrocronologia. Manejo Florestal. Amazônia.

ABSTRACT

In a context in which the concern for the conservation of the Amazon Forest grows worldwide, the demand for studies on the dynamics of growth of species of commercial interest, which enable the foundation of forest management plans, allowing the modernization of the activity in a manner that becomes economically attractive and environmentally sustainable, grows proportionately. Thus, the objective of this work was to determine the growth pattern of *Dipteryx odorata* (Aublet) Willd., *Goupia glabra* Aubl., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC.) Mattos, *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) S.Grose, *Manilkara huberi* (Ducke) A Chev., and *Qualea* spp. in three distinct regions of the Terra Firme Amazon Forest, in the north of the state of Mato Grosso, Brazil, in order to subsidize technical interpretive requirements applied by the inspection agencies, in addition to serving as a basis for decision making by forest managers. The data came from the inventory at 100% of each study area, located in the municipalities of Brasnorte, Colniza and Santa Carmen, from sustainable forest management plans approved by Organs competent bodies. Analyzes of the horizontal structure and spatial distribution of the species were carried out, aiming at the characterization of the areas. Probability density functions were determined to estimate the diametric distribution of the species. With dendrochronological data, models were adjusted that enabled the determination of the growth pattern of the selected species and through the selected models the maximization of the increment in diameter and volume was estimated, being estimated the minimum cut diameter (MCD) and cut cycle for the six species. The growth pattern of the species was represented, in general, by the Lundqvist and Chapman-Richards equations. For the MCD, the values were both above and below the current specified by legislation (50 cm), ranging from 27 to 62 cm in diameter. However, no cutting cycle was greater than that provided for in the legislation (35 years), ranging from 18 to 26 years. Thus, it is suggested that the institution responsible for the management of natural forests, as well as regional secretariats, consider an opening for discussion of these issues, enabling a future modernization of the legislation, and the expansion of research on this topic.

Keywords: Dendrochronology. Forest Management. Amazon.

FIGURAS

FIGURA 1 – Mapa do estado do Mato Grosso por meso e microrregiões	32
FIGURA 2 – Perímetro da área de estudo, Fazenda Palmasola, em Brasnorte, MT	34
FIGURA 3 – Perímetro da área de estudo, Fazenda Santa Cruz – lote 30, em Colniza, MT	35
FIGURA 4 – Perímetro da área de estudo, Fazenda Tupã I, em Santa Carmem, MT	36
FIGURA 5 – Densidade de Kernel para as três áreas de manejo considerando todas as espécies e individualmente para as espécies selecionadas em sua respectiva área de ocorrência	55
FIGURA 6 – Dispersão das espécies nas três áreas de manejo florestal, na região norte do MT. Desvio padrão da média das distâncias = $\pm 2,58$ ($p \pm 0,01$)	61
FIGURA 7. Mapa da distribuição dos indivíduos das espécies selecionadas em classes de diâmetro, em três áreas de manejo florestal, no norte do MT	63
FIGURA 8. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para todas as espécies com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Colniza; e c) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso	74
FIGURA 9. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para <i>Dipteryx odorata</i> com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Colniza; e c) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso	77
FIGURA 10. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para <i>Goupia glabra</i> com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso.....	80
FIGURA 11. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para <i>Qualea</i> spp. com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso	82
FIGURA 12. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos três melhores modelos testados para os dados de <i>Handroanthus</i> spp (DAP > 40 cm), para a região de Colniza	84
FIGURA 13. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos três melhores modelos testados para os dados de <i>Manilkara huberi</i> (DAP > 40 cm), para a região de Colniza	85

FIGURA 14. Incremento médio anual por classe diamétrica (cm) e seu respectivo desvio padrão (cm) para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso	89
FIGURA 15. Tempo de passagem entre classes diamétricas (cm) para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso	92
FIGURA 16. Curvas de crescimento para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso	98
FIGURA 17. Distribuição dos resíduos para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso	100
FIGURA 18. Curvas de maximização do incremento em diâmetro para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso	101
FIGURA 19. Curvas de incremento em volume para árvore individual e para a população (100 árvores), por espécie, para a região norte do Mato Grosso	106

TABELAS

TABELA 1 – Dimensões das áreas de estudos e quantidade de unidades amostrais, desconsiderando as áreas de preservação permanentes	36
TABELA 2 – Modelos testados para estimar do número de árvores por classe diamétrica.....	40
TABELA 3 – Quantidade de amostras destrutivas (discos) por espécie, em cada local de estudo	42
TABELA 4. Modelos de crescimento em diâmetro ajustados por espécie	44
TABELA 5. Estrutura horizontal por espécie de três remanescentes de floresta Amazônica, na região norte do Mato Grosso	49
TABELA 6. Número de árvores (em 1.000 ha) por classe diamétrica para todas as espécies e individualmente para as espécies estudadas na região de norte, MT	70
TABELA 7. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de todas as espécies com DAP > 40 cm, em 1.000 há, em três regiões no norte do Mato Grosso	72
TABELA 8. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de <i>Dipteryx odorata</i> com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, em três regiões no norte do Mato Grosso	76
TABELA 9. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de <i>Goupia glabra</i> com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, em duas regiões no norte do Mato Grosso	79
TABELA 10. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de <i>Qualea</i> spp. Com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, em duas regiões no norte do Mato Grosso	81
TABELA 11. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de <i>Handroanthus</i> spp. Com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, na região de Colniza, MT	83
TABELA 12. Estatísticas dos modelos de função densidade probabilística (fdp) para <i>Manilkara huberi</i> (DAP > 40 cm), para a região de Colniza	85
TABELA 13. Descrição das séries cronológicas por espécie, em três regiões do norte do Mato Grosso	88
TABELA 14. Estatísticas e coeficientes das equações ajustadas para estimativa do crescimento em diâmetro de seis espécies, para a região norte do Mato Grosso ...	96

TABELA 15. Idade e diâmetro mínimo de corte (DMC) para árvore individual e para a população (100 árvores) por espécie selecionada, no norte do estado do Mato

Grosso 109

TABELA 16. Ciclo de corte estimado pelo método GOL ($ica_{máx.}$) para árvore individual e para a população, por espécie, para a região norte do estado do Mato

Grosso 113

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 BIOMA AMAZÔNICO	17
3.2 A AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE	18
3.3 O SETOR MADEIREIRO NO ESTADO DO MATO GROSSO	19
3.4 MANEJO FLORESTAL DE ESPÉCIES NATIVAS	20
3.5 INVENTÁRIO FLORESTAL, ESTRUTURA E DINÂMICA DE FLORESTAS NATURAIS	22
3.6 DENDROCRONOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS	24
3.7 MODELOS DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO	25
3.8 TEMPO DE PASSAGEM ENTRE CLASSES DIAMÉTRICAS.....	25
3.9 DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE.....	26
3.10 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES SELECIONADAS	27
3.10.1 <i>Dipteryx odorata</i> – Cumarú	27
3.10.2 <i>Goupia glabra</i> – Cupiúba.....	28
3.10.3 <i>Handroanthus</i> spp. – Ipê	29
3.10.4 <i>Manilkara huberi</i> – Maçaranduba	30
3.10.5 <i>Qualea</i> spp. – Cambará	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
4.1.1 Município de Brasnorte.....	33
4.1.2 Município de Colniza	34
4.1.3 Município de Santa Carmem	35
4.2 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DAS ÁREAS DE ESTUDO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES SELECIONADAS.....	36
4.3 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA OS TRÊS LOCAIS DE ESTUDOS E INDIVIDUALMENTE PARA AS ESPÉCIES SELECIONADAS	39
4.4 MODELAGEM DO PADRÃO DE CRESCIMENTO, DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO ÓTIMO DE PRODUÇÃO E TEMPO DE PASSAGEM ENTRE CLASSES DIAMÉTRICAS, PARA AS ESPÉCIES SELECIONADAS.....	41

4.5 DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE (DMC) E CICLO DE CORTE PARA AS ESPÉCIES SELECIONADAS	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 ESTRUTURA HORIZONTAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE 5 ESPÉCIES EM TRÊS REGIÕES NO NORTE DO MATO GROSSO	47
5.1.1 Fitossociologia das áreas de estudo	47
5.1.2 Densidade de Kernel	54
5.1.3 Diversidade e distribuição espacial	58
5.1.4 Densidade de Kernel aplicada a classes de diâmetro	63
5.2 PADRÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE 5 ESPÉCIES EM TRÊS REGIÕES NO NORTE DO MATO GROSSO	68
5.3 PADRÃO DE CRESCIMENTO E MAXIMIZAÇÃO DOS INCREMENTOS EM DIÂMETRO DE SEIS ESPÉCIES EM TRÊS REMANESCENTES DE FLORESTA AMAZÔNICA, NO NORTE DO MATO GROSSO	87
5.3.1 Dendrocronologia	87
5.3.2 Incremento por classe de diâmetro e tempo de passagem entre classes	89
5.3.3 Modelos de crescimento em diâmetro	95
5.3.4 Diâmetro ótimo de produção e idade de rotação técnica	101
6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO DE ESPÉCIES DA FLORESTA AMAZÔNICA NO ESTADO DO MATO GROSSO	104
7 CONCLUSÕES	117
REFERÊNCIAS	119

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia Brasileira abrange aproximadamente 50% do território nacional, caracterizada por uma alta biodiversidade. A necessidade de garantir o uso desses ambientes de maneira sustentável é tema frequente dentre pesquisadores e técnicos, sendo crescente a demanda por estudos que considerem as características ecológicas e a estrutura da floresta, permitindo que as tomadas de decisões por gestores ambientais, seja no âmbito privado ou público, sejam feitas com base em critérios técnicos específicos por região, considerando a individualidade das espécies.

O manejo da madeira apresenta relevância na economia dos estados brasileiros da Amazônia Brasileira, conforme mencionado por Passos e Mason (2005) ao se referirem ao estado de Mato Grosso, que possui 53,6% de sua área coberta por este Bioma. O setor madeireiro tem importância fundamental no desenvolvimento econômico do estado, principalmente como gerador de empregos, sendo responsável por 32% da produção nacional de madeiras provenientes de manejo em florestas naturais (IBGE, 2018).

Segundo Oliveira (2014), o manejo com critérios genéricos compromete de maneira significativa a exploração florestal, pois espécies de diferentes grupos ecológicos, densidades variadas e ritmos de crescimento distintos são consideradas pela lei de forma generalizada. A intensidade da exploração, ciclo de corte e diâmetro mínimo de corte deveriam ser baseados nas características de cada espécie (SCHÖNGART, 2011; BRAZ et al. 2015).

Para Roquette et al. (2019), com a falta de conhecimento sobre a dinâmica de crescimento de espécies nativas, perdem-se importantes informações para o planejamento e uso sustentável dos recursos florestais. Assim, a dificuldade de compreensão da dinâmica e estrutura das florestas naturais está refletida na legislação (BRASIL, 2008).

No Brasil, a taxa anual de extração nos planos de manejo florestal da Amazônia é definida por critérios legislativos, onde a taxa de corte e o ciclo de corte são fixados para cada estado da Amazônia brasileira (BRASIL, 2008). Com tudo, em estados de grandes dimensões como o Mato Grosso, as diferentes condições ambientais e as distâncias entre as áreas geográficas em diferentes escalas desempenham um papel importante nas variações florísticas.

Apesar das normas de manejo definidas pelos órgãos fiscalizadores estaduais e federais, essas propostas carecem de detalhes, sugestões ou procedimentos técnicos que direcionem com maior ênfase o manejo das florestas tropicais para sua sustentabilidade, pois ainda existem grandes lacunas no conhecimento das florestas naturais da região Amazônica (BRAZ et al., 2003).

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, obtidos em estudo dos anéis de crescimento, possibilitando a análise e determinação com maior rapidez e precisão do ritmo de crescimento (MATTOS et al., 2011). Estudos com aplicação da dendrocronologia para embasamento do manejo por espécie ou por grupo de espécies da Amazônia são cada dia mais frequentes na literatura (BRIENEN e ZUIDEMA, 2006; SCHONGART, 2008; THAINES et al., 2010; ANDRADE et al. 2019; ROQUETTE et al., 2019).

Os dados de crescimento por espécie ou grupo de espécies com características ecológicas similares, aliados sua a distribuição diamétrica, permitem a obtenção do tempo de passagem entre classes, permitindo ao gestor uma estimativa da quantidade de indivíduos que atingirá as classes passíveis de exploração, bem como o tempo para que ocorra.

Além disso, os dados obtidos pela dendrocronologia permitem o cálculo do diâmetro mínimo de corte (DMC) e do ciclo de corte de maneira precisa. Quando não é determinado adequadamente, usando informações de crescimento das espécies ou grupo de espécies, o procedimento para determinação do DMC pode resultar na exploração excessiva de espécies de crescimento mais lento e também na exploração subestimada de espécies de crescimento mais rápido (SCHONGART, 2008).

Com isso, esta pesquisa buscou apresentar metodologias alternativas, com ferramentas disponíveis, mas que até então não foram utilizadas para o planejamento do manejo florestal, para a análise da estrutura da floresta e distribuição espacial das espécies, bem como a definição de parâmetros técnicos que sirvam de embasamento para futuras tomadas de decisões, considerando desde a caracterização fitossociológica da área até os valores finais para a definição da exploração, por espécie ou grupo de espécies.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo geral a determinação do padrão de crescimento de seis espécies madeireiras com relevante importância econômica, em três locais distintos de remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, no norte do estado do Mato Grosso, visando subsidiar exigências técnicas interpretativas aplicadas pelos organismos fiscalizadores, além de servir como base para a tomada de decisões de gestores florestais.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a estrutura horizontal de três áreas de Floresta Amazônica e a distribuição espacial das espécies *Dipteryx odorata* (Aublet) Willd, *Goupia glabra* Aubl., *Handroanthus* spp., *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., e *Qualea* spp., buscando apresentar uma forma complementar de informações para enriquecer o padrão de análise dos planos de manejo;
- Gerar equações que estimem a distribuição diamétrica para o total da área nos três locais de estudo e das cinco espécies sob estudo.
- Determinar o padrão de crescimento das espécies *Dipteryx odorata* (Aublet) Willd, *Goupia glabra* Aubl., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Handroanthus serratifolius* (Vahl.) S.Grose, *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., e *Qualea* spp.;
- Para as espécies *Dipteryx odorata*, *Goupia glabra* e *Qualea* spp., ajustar modelos em dois locais distintos, visando comparar o padrão de crescimento;
- Ajustar modelos de maximização do incremento em diâmetro e volume para estimar o diâmetro mínimo de corte e ciclo de corte para as seis espécies sob estudo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BIOMA AMAZÔNICO

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial e devido à existência de diferentes tipos de solo e clima, apresenta uma grande biodiversidade florestal. Esses ecossistemas, em decorrência de abertura de estradas e rodovias, bem como a expansão dos centros humanos, vêm sendo explorados de forma irracional (OLIVEIRA, 2014).

O bioma Amazônico compreende além do Brasil, mais cinco países, totalizando cerca de 5 milhões de km² (MENIN, 2007). No Brasil, a Amazônia abrange mais de 50% do território nacional (FREITAS et al., 2005).

A região Amazônica é responsável por uma grande diversidade de tipologias florestais, pois segundo Cerqueira (2006), apesar da região apresentar uma uniformidade com relação à temperatura, onde as médias se situam entre 24 °C e 26 °C, há uma grande variação com relação à precipitação, onde as médias anuais variam de 1500 a 3800 mm. Outra variação importante no que se diz a formação das tipologias florestais na Amazônia se refere ao período do ano de maior ou menor concentração de chuvas, pois ocorre um deslocamento dos meses mais chuvosos dentro da região, acontecendo do sul para o norte.

Basicamente, o bioma Amazônico tem seus ecossistemas divididos em três categorias, terra-firme, igapós e mini-refúgios (AB'SABER, 2002). Os igapós ou várzeas são formações florestais tolerantes a inundações (SIOLI, 1991). Já as formações denominadas terra-firme são assim chamadas por não apresentarem períodos de inundações. Compreendem cerca de 90% da Amazônia e por ocuparem diferentes tipologias de solo com fertilidade variada, apresentam uma grande biodiversidade, composta, de maneira geral, por árvores de grande porte e com sobreposição de copas (PIRES, 1972).

Devido a essa heterogeneidade observada na floresta Amazônica e a falta de informações sobre o comportamento dessa tipologia florestal, o uso de seus recursos se dá de maneira inadequada e inviável. Assim, para a manutenção dessas florestas é necessário o desenvolvimento de estudos e pesquisas que possibilitem a compreensão do comportamento das espécies de interesse, para que essas sejam

exploradas de forma sustentável, ou seja, de forma ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável.

3.2 A AMAZÔNIA MATO-GROSSENSE

O estado do Mato Grosso é o único estado brasileiro a ter seu território delimitado por três biomas distintos: Amazônia, Cerrado e Pantanal, sendo que se encontra quase totalmente inserido na Amazônia Legal Brasileira. Por essa característica, seu território é o único no tocante ao uso e a ocupação do solo devido ao Código Florestal Brasileiro (ORLANDI et al., 2017).

Segundo Rosan e Alcântara (2016), a ocupação da região amazônica se deu de forma rápida e relativamente recente, após o surgimento de infraestrutura para ocupação. No caso do estado do Mato Grosso, além dos incentivos fiscais por parte do governo, um alto fluxo migratório para a região resultou em intensas mudanças. Para Becker (1990), no MT, a colonização foi dirigida por companhias privadas com áreas localizadas principalmente no eixo da rodovia BR-163. Na região centro-norte, na área de atuação da BR Cuiabá-Santarém, a lógica de ocupação foi a articulação entre empresas de colonização particulares e os colonos, sendo que a expansão da cultura da soja, mais recentemente, não alterou a lógica anterior.

Orlandi et al. (2017), destaca que com a especificação do uso do solo nos diferentes biomas contidos no Mato Grosso houve diferentes formas de ocupação, sendo abertas, primeiramente, as áreas de fácil acesso e manuseio do solo (áreas planas). Após o domínio dessas áreas, a migração foi aos poucos ocupando as regiões de Floresta Amazônica, a partir dos anos 2000, antes inexploradas devido a dificuldade de uso do solo, característica de uma floresta densa.

O estado do Mato Grosso ocupou uma posição privilegiada no processo de ocupação da Amazônia, pois foi contemplado com praticamente todos os programas governamentais, tornando-se área preferencial para a implantação de projetos de colonização privada, abrangendo mais de 90% dos projetos de colonização particulares do país.

Segundo Orlandi et al. (2017), a abertura de estradas e investimentos em infraestrutura contribuem de maneira significativa para o aumento do desmatamento em região de Floresta Amazônica no estado do MT. O desmatamento, além de influenciar na perda da biodiversidade, influencia em mudanças territoriais indígenas,

bem como mostra a ausência de políticas de sustentabilidade que possibilite o indivíduo que ocupa essas áreas, vivam com qualidade de vida, buscando a interação entre homem e meio. Sendo assim, a mudança do ambiente natural no estado do Mato Grosso se dá de forma gradativa devido às políticas de ocupação incentivadas para a produção agropecuária.

3.3 O SETOR MADEIREIRO NO ESTADO DO MATO GROSSO

O uso da madeira está na origem histórica da humanidade e observando uma linha do tempo, verificamos que a madeira extraída das mais densas florestas era usada para diversos fins. Sendo assim, desde os tempos mais remotos, a madeira é um recurso que auxilia no campo econômico, social e ambiental. No estado do Mato Grosso, a atividade extrativista surgiu na década de 50 e ganhou força com a imigração das pessoas da região Sul do país para o Centro-Oeste (ARAÚJO e COSTA, 2019).

A atividade madeireira é de grande importância para o estado, sendo responsável pela geração de aproximadamente 6 mil empregos em 2016, ano em que o estado foi considerado o segundo maior produtor de madeira nativa da Amazônia Legal, com a produção de mais de 3,3 milhões de m³ de madeira em tora (IBGE, 2018). A mesorregião norte do estado do MT concentra quase metade das indústrias do setor madeireiro e o faturamento desse setor tem aumentado cerca de 5% a.a. (PASSOS e MASON, 2005).

Felton et al. (2013) afirmaram que a extração seletiva altera em menor grau a composição das espécies, causando menor perturbação nas florestas, pois estas regeneram-se após a exploração florestal. Com isso, torna-se importante a oportunidade de garantir que práticas de manejo florestal sustentável sejam colocadas em prática.

A grande extensão do estado e a recorrência das extrações ilegais comprovam as falhas nos sistemas de controle da exploração florestal no Mato Grosso, sendo que a descentralização das informações relativas a essas explorações em uma única base de dados dificulta o acesso da sociedade ao acompanhamento dessas atividades (SILGUEIRO et al., 2015). Braz (2010) destaca que historicamente, a exploração de madeira foi realizada sem a aplicação de conceitos de manejo florestal e mesmo sabendo dessas necessidades, os planos de

manejo são executados desprezando a sustentabilidade da floresta e outros fatores relativos à biodiversidade. Assim, faz-se necessário o conhecimento e disponibilização de técnicas e ferramentas que possibilitem a elaboração de planos de manejo factíveis, dentro de uma legislação que também seja flexível (OLIVEIRA, 2014).

3.4 MANEJO FLORESTAL DE ESPÉCIES NATIVAS

O manejo florestal consiste em um modo de produção que visa conservar a floresta por meio do uso racional de seus recursos, buscando gerar benefícios econômicos contínuos com mínimos impactos ecológicos, promovendo o desenvolvimento de uma região (ROTTA et al., 2006).

Ainda de acordo com os mesmos autores, as florestas Amazônicas cumprem funções ecológica, sociais, culturais e econômicas, pois sustentam a economia de regiões inteiras e abrigam comunidades tradicionais, além de seu papel central no equilíbrio climático do planeta. Segundo Braz e Mattos (2015), o manejo de florestas naturais consiste em uma atividade produtiva que gera empregos diretos e indiretos na região Amazônica.

A região Amazônica, especificadamente no estado do Mato Grosso, está inserida em uma área crítica, onde são observadas altas taxas de desmatamento, tendo como principal consequência a perda da biodiversidade, de forma irreversível, pois por meio de sistemas ecológicos simplificados é possível evitar erosão dos solos e recuperar corpos d'água e ciclagem de nutrientes, porém, é impossível trazer de volta espécies extintas (MACHADO, 2008).

No que se diz respeito ao manejo de florestas naturais na Amazônia, equívocos conceituais e de análise podem ser observados, seja na forma de manejar, de pesquisar ou na maneira como os órgãos fiscalizadores definem como deveria ser o manejo para manutenção da floresta. Estudos relacionados à estrutura das florestas, considerando informações de mortalidade, sobrevivência e incremento por classes diamétricas permitem análises mais concretas sobre os limites dos ciclos na produção ótima (BRAZ e MATTOS, 2015).

Além da implementação de novas áreas para o desenvolvimento de planos de manejo florestal sustentável, estratégias de desenvolvimento das atividades de base florestal e a conservação ambiental da região devem incluir ações que

propiciem a agregação de valor aos produtos florestais, fomentar o reflorestamento e buscar a certificação ambiental dessas atividades (ROTTA et al., 2006).

Assim, o manejo florestal pode se tornar uma alternativa viável para os interesses econômicos, sociais e ambientais, desde que haja uma fiscalização eficiente por parte dos órgãos ambientais. Outro fator importante se refere à mudança da concepção da população quanto à compra de madeira ilegal, incentivando a compra de madeira proveniente de planos de manejo legalizados e se possível certificadas, dificultando assim esse tipo de comércio no país (MACHADO, 2008).

Visando mudar esse panorama, ações governamentais voltadas para o Bioma Amazônico, onde foram priorizadas medidas de integração e aperfeiçoamento do monitoramento, ordenamento fundiário e territorial, além disso, houve incentivo a atividades econômicas ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2014a). Em complemento, o Código Florestal Brasileiro definiu que as florestas da Amazônia somente podem ser exploradas mediante a apresentação de um plano de manejo sustentável. Segundo o *Ibidem*, um plano de manejo em região de Floresta Amazônica deve abranger:

- Planejamento: divisão em áreas exploráveis, de preservação e inacessíveis;
- Inventário Florestal 100% (censo florestal): identificação e demarcação das árvores;
- Corte seletivo;
- Mapa de exploração: contendo o traçado das estradas, pátios de estocagem e indicação da direção de queda das árvores selecionadas para corte;
- Demarcação da floresta;
- Exploração: planejamento dos cortes.
- Tratos culturais: promover condições de regeneração natural com a preservação suficiente de árvores nativas, volume e distribuição das espécies por região.

Em 1999, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), tinham aproximadamente 658 planos de manejo sustentável registrados na Amazônia, sendo que os estados com maior abrangência de projetos eram: Pará (38%) e Mato

Grosso (28%). Atualmente, em consulta ao SIMLAM, disponível no site da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA-MT), observam-se mais de 5 mil projetos de AUTEX (autorização para exploração florestal) e aproximadamente 3 mil projetos de PEF (Plano de Exploração Florestal).

3.5 INVENTÁRIO FLORESTAL, ESTRUTURA E DINÂMICA DE FLORESTAS NATURAIS

Premissa básica para a execução de um plano de manejo florestal sustentável, o inventário florestal é uma atividade que tem por objetivo a obtenção de informações qualitativas e quantitativas dos recursos presentes em uma área pré-determinada (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1993).

O inventário 100 % ou censo florestal permite o conhecimento da composição e estrutura fitossociológica da floresta, além de permitir um melhor planejamento e controle da produção florestal, a execução de atividades de colheita e de tratamentos silviculturais (SOUZA et al., 2006). Tem como objetivo determinar o estoque de madeira para fins do planejamento da exploração com um bom grau de precisão, pois são medidas todas as árvores acima de um diâmetro mínimo estabelecido por lei, mapeando e classificando-as (ARAÚJO, 2006).

Atualmente, contamos com diversas ferramentas que permitem a análise e o processamento dos dados provenientes do inventário florestal, proporcionando maior agilidade no planejamento do manejo florestal (OLIVEIRA, 2014).

Segundo Guglieri et al. (2008), o levantamento florístico é uma das principais ferramentas para o conhecimento da vegetação de determinada área, fornecendo dados para o planejamento de políticas de manejo sustentável e de áreas prioritárias para conservação. Para Hosokawa et al. (1998) os resultados obtidos com a análise da estrutura horizontal de uma floresta permitem fazer deduções sobre a origem, dinâmica, características ecológicas e tendências do desenvolvimento futuro da floresta.

Na análise estrutural horizontal da floresta quantifica-se a participação de uma espécie em relação às outras por meio dos índices de densidade e de frequência (HOSOKAWA, 1986), já a soma dos valores relativos de densidade, frequência e dominância correspondem ao valor do índice de valor de importância (IVI) (RIBEIRO et al, 1999) e a soma dos valores relativos de densidade e

dominância representam o índice de valor de cobertura (IVC) (SCOLFORO e MELLO, 1997). A diversidade é dada pela variação da abundância de uma espécie pela área (MAGURRAN, 1998). E por fim, a dispersão de uma espécie se refere ao modo como ela distribui pela área, indicando o grau de agregação dos indivíduos (MATTEUCCI e COLMA, 1982).

Outra variável de suma importância para a elaboração de um plano de manejo florestal sustentável é o conhecimento da distribuição diamétrica (BARROS, 1986), que consiste na distribuição das árvores em função de suas dimensões em relação a uma unidade de área (MIGUEL et al., 2010), estimando o número de árvores por hectare existentes em cada classe de diâmetro (TÉO et al., 2011). Permite a compreensão das árvores que compõem uma população, sendo possível identificar o potencial de uso presente e futuro da floresta (THIERSCH, 2002), bem como realizar a prognose da produção florestal por meio do uso de funções de densidade de probabilidade (Fdp) (FERREIRA, 2011).

O conhecimento da estrutura diamétrica de uma espécie, bem como sua distribuição ao longo das classes de diâmetro, é de suma importância ao planejamento do manejo florestal sustentável, principalmente em florestas naturais, onde, de maneira geral, não se possui informações de idade. Além disso, o diâmetro é uma variável de fácil obtenção em campo.

Segundo Barros (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. Pode-se dizer que 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 (MACHADO et al., 2010).

O conjunto dos resultados obtidos por meio da análise florística, da diversidade e das distribuições espaciais e diamétricas de uma comunidade florestal, obtidos com dados do inventário florestal, permitem a caracterização da dinâmica dessa floresta, permitindo inferências no planejamento da exploração florestal.

3.6 DENDROCRONOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS

A diferenciação da atividade cambial em resposta a uma estação favorável de crescimento seguida de condições limitantes ao desenvolvimento de uma espécie arbórea resulta na formação de camadas de crescimento anuais (FRITTS, 1976). A dendrocronologia é a ciência que estuda o crescimento de uma árvore pela análise de seus anéis de crescimento.

Ainda de acordo com Frittz (1976), a existência de sazonalidade climática, a seleção da espécie, bem como o local de coleta são critérios relevantes para a obtenção de resultados confiáveis em estudos dendrocronológicos.

Pesquisas fazendo uso de séries históricas de crescimento longas são usadas há muito tempo em regiões de clima temperado para se obter informações sobre mudanças ambientais e embasar planos de manejo florestal (CHERUBINI et al., 2003). Os anéis de crescimento em espécies arbóreas tropicais são de análise mais complexa, mas factível (MATTOS et al., 1999; 2003), e são cada vez mais frequentes os estudos dendrocronológicos com espécies tropicais e sub-tropicais, com o objetivo de recuperar informações sobre idade, incremento diamétrico e influências ambientais no crescimento das árvores (HESS et al., 2007; MATTOS et al., 2004; 2005; MATTOS; SEITZ, 2008; WORBES, 1995; 2002; CALLADO et al., 2001).

Porém, mesmo nos dias atuais, em que se observam trabalhos realizados em vários biomas brasileiros utilizando a dendrocronologia como ferramenta para a obtenção de resultados aplicados a diversos objetivos, na Amazônia (BRIENEN e ZUIDEMA, 2006; COURALET et al., 2005; SCHONGART, 2008), em regiões de Floresta de transição (CANETTI, 2019), no Pantanal (MATTOS et al., 2004), Floresta Ombrófila Mista (SANTOS et al., 2011), na Caatinga (MATTOS et al., 2012), entre outros, existem profissionais que pouco valorizam este tipo de informação (MATTOS et al., 2011).

Na região Amazônica, muitos estudos indicam que a formação da camada anual de crescimento se deve a sazonalidade de precipitação em regiões de terra-firme ou às inundações ocorrentes em regiões de várzea (WORBES, 2004).

Assim, a dendrocronologia se torna cada vez mais, uma ferramenta promissora para regiões de clima tropical, apresentando resultados diretamente aplicáveis ao manejo sustentável, obtidos de forma rápida, precisa e confiável.

3.7 MODELOS DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO

Diferente do que se observa em plantios florestais, em que a variável idade é conhecida, em florestas naturais e multiâneas a modelagem do crescimento e produção é feita com a finalidade de predição e projeção das variáveis globais da população (VANCLAY, 1994). Para Chassot et al. (2011) uma das formas de obtenção de dados sobre o crescimento de espécies se dá por meio de modelos de crescimento, pois estes permitem a predição da produção em tempos futuros, partindo das condições atuais.

Segundo Vanclay (1994), a maioria dos modelos de crescimento existentes, pode ser calibrado para dados provenientes de floresta tropical. Sendo que as ferramentas mais utilizadas para modelagem do crescimento e produção são baseadas em projeções por classe diamétrica.

Para Nascimento (2012), um modelo que descreva o crescimento e produção futura de florestas multiâneas por classe diamétrica, deve-se analisar todos os aspectos que influenciam a dinâmica populacional, tais como o recrutamento, mortalidade, competição, grau de ocupação, sítio e idade, além do ingresso entre classes de diâmetro.

A floresta tropical apresenta diversas espécies que mesmo com idades indeterminada, possuem uma ampla gama de padrões de crescimento e dimensões de fuste, sendo vários os modelos de crescimento para florestas inequiâneas (BRAZ, 2010). Além disso, mediante a prognose do crescimento permite a projeção da estrutura futura da floresta, bem como estimar sua capacidade de recuperação. A estimativa do estoque futuro permite a tomada de decisões com relação a taxas de corte que não comprometam a capacidade da produção da floresta.

3.8 TEMPO DE PASSAGEM ENTRE CLASSES DIAMÉTRICAS

O tempo de passagem entre classes diamétricas permite descrever a dinâmica de crescimento em diâmetro, em função da duração do tempo de determinada fase de desenvolvimento da árvore, ou seja, refere-se à taxa de movimentação das árvores por meio das classes diamétricas, mediante a uma abordagem simples de cálculo (SOUZA e JARDIM, 1993; SOUZA et al., 1993; VANCLAY, 1994).

Consiste na divisão do valor do intervalo de classe de diâmetro pelo incremento médio em cada classe, podendo então ser definido como o tempo médio em que uma espécie ou grupo de espécies de crescimento semelhante leva para passar para a classe seguinte (VANCLAY, 1994; SCOLFORO et al., 1996), permitindo, assim, o cálculo do ciclo de corte em floresta natural (ARAÚJO et al., 1993; OLIVEIRA, 2014; BRAZ et al., 2015).

3.9 DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE

No Brasil, a taxa anual de extração nos planos de manejo florestal da Amazônia é definida por critérios legislativos, onde a taxa de corte e o ciclo de corte são fixados para qualquer região da Amazônia brasileira (BRASIL, 2008). Embora existam grandes diferenças nas espécies e nos padrões de crescimento, essas diferenças não são consideradas. Informações como estrutura da floresta e taxa de crescimento de espécies comerciais de árvores não são levadas em consideração (PUTZ et al., 2000).

Um fator importante no manejo de florestas naturais da região amazônica é a determinação do diâmetro mínimo de extração (DMC), considerando o diâmetro na altura do peito. Quando não é determinado adequadamente usando informações de crescimento das espécies ou grupo de espécies, o procedimento pode resultar na exploração excessiva de espécies de crescimento mais lento e também na exploração de espécies mais rápidas (SCHONGART, 2008). A legislação tende a desconsiderar essas diferenças, arbitrando o valor do DMC, conforme apontado na instrução normativa número 005, de 2 de julho de 2014, emitida pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, que propõe até aumentar o DMC para 60 cm (SEMA-MT, 2014).

As taxas de corte podem mascarar ou o potencial de produção das classes diamétricas individualmente (OLIVEIRA e BRAZ, 2006; CUNHA e FINGER, 2013). Além disso, muitas espécies não têm informações de crescimento disponíveis ou têm informações restritas a pequenas séries de crescimento, que podem limitar um bom ajuste de um modelo de crescimento. Por isso, é urgente o desenvolvimento de critérios que possam ser aplicáveis no manejo florestal da Amazônia, possibilitando extrações sustentáveis e estimulando os proprietários de florestas a gerenciar suas florestas, garantindo taxas de incremento otimizadas. Sem essas informações, o

manejo florestal será desacreditado em breve e continuará sendo criticado como uma atividade insustentável (SOUZA et al., 2004; ARAÚJO, 2018; DAVID et al., 2019). Araújo (2018) ressaltou a importância de que a normatização legal referente às taxas e ciclos de corte do manejo florestal não seja genérica, considerando espécies individualmente ou grupos similares.

3.10 CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES SELECIONADAS

Foram selecionadas espécies com interesse econômico (de acordo com o Sindusmad-MT); na ocorrência da espécie em mais de um local de estudo; bem como na disponibilidade de amostras destrutivas (discos de madeira) para a análise dendrocronológica.

3.10.1 *Dipteryx odorata* – Cumarú

Considerada uma espécie de grande importância econômica para a região, *Dipteryx odorata* é popularmente conhecida no estado do Mato Grosso como cumarú, mas também recebe o nome de cumarú-ferro, cumbari, cumari, entre outros. Pertence à família Fabaceae e caracteriza-se por ser uma espécie arbórea de grande porte, podendo atingir 40 m de altura total e 150 cm de DAP (CARVALHO, 2009). É uma espécie que ocorre por toda a floresta Amazônica, desde a Venezuela até o estado do Mato Grosso (PAULA et al., 2016). Apresenta facilidade de adaptação em diferentes ambientes, alta taxa de crescimento e elevada sobrevivência, além da capacidade de sintetizar o nitrogênio direto da atmosfera e transformar em alimentos (FÁBIO et al., 2018).

Segundo Paula et al. (2016), a madeira de cumarú é considerada de alta densidade e apresenta alta resistência à flexão estática. A cor é amarela-amarronzada e a coloração é uniforme, sendo que o alburno é diferenciado do cerne com uma zona de transição abrupta. Apresenta anéis de crescimento bem definidos, grã reversa, textura média a fina, brilho ausente e cheiro imperceptível. É resistente a fungos e apresenta boa durabilidade (CARVALHO, 2009). É considerada uma espécie de madeira nobre, cujas características são diferenciadas das espécies comuns, apresentando alta resistência estrutural e amplo uso na indústria madeireira (ZAU et al., 2014).

A espécie tem se tornado uma cultura de alto valor para uso em reflorestamento, uma vez que sua madeira é tida como uma das melhores em termos de durabilidade. Possui múltiplos usos, como construção naval, moirões, estacas, tacos para soalhos, etc (PORTELA e PAULETTO, 2020). Em plantios, no Acre e no Amazonas, apresentou melhor comportamento quando plantada a pleno sol, atingindo maiores alturas e diâmetros, sendo indicativo que pode ser consorciada atuando como planta sombreadora (CARVALHO, 2009).

O cumarú também apresenta amplo uso em indústrias produtoras de óleos essenciais, perfumaria, medicamentos, alimentos, fumo e bebidas, devido suas propriedades aromáticas e terapêuticas (SILVA et al., 2010).

3.10.2 *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 130 cm de DAP. A base é reta à acanalada. A casca acinzentada, fendida longitudinalmente, mede cerca de 1 cm de espessura e desprende-se em lâminas largas (SCHWENGBER e SMIDERLE, 2005). O cerne possui coloração castanho-amarelo a avermelhado, o alburno é rosado ou castanho. Possui grã reversa etextura 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, sendo considerada uma madeira pesada (FERREIRA e TONINI, 2004).

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, o que deu origem ao nome “Cupiúba”. A casca da árvore é popularmente usada como analgésico dentário. A árvore é indicada para arborização e reflorestamentos homogêneos e heterogêneos, pois apresenta rápido crescimento e tolerância à luz direta (SCHWENGBER e SMIDERLE, 2005).

De acordo com Lacoste e 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 boa qualidade tecnológica.

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 nos arredores de Manaus (FERREIRA e TONINI, 2004). Ocorre também nos estados do Maranhão, Rondônia e Mato Grosso (SCHWENGBER e SMIDERLE, 2005).

3.10.3 *Handroanthus* spp. – Ipê

Pertencente à família Bignoniaceae, as espécies popularmente conhecidas como ipês, estão incluídas nos gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* (SOUZA e LORENZI, 2005). Segundo Backes et al. (2011) as espécies do gênero *Handroanthus* possuem alto valor ornamental e contribuem positivamente para a arborização urbana, pois apresentam flores vistosas e coloridas, além de porte compatível com o ambiente urbano. Em geral, apresentam madeira densa, com alburno distinto e cor variando entre marrom, amarelo e oliváceo.

Dentre as espécies de ipês, destacam-se *Handroanthus ochraceus*, *Handroanthus serratifolius*, *Tabebuia aurea*, conhecidas como ipê amarelo, devido à floração amarela. Essas espécies também são conhecidas pelos nomes populares de caraíba, paratudo, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo ou ipê-cascudo. Ocorrem em quase todas as regiões do país, com exceção dos locais mais frios do Sul do Brasil, e tem porte variando de 5 a 20 m de altura (CARVALHO, 2010).

Dentre os ipês de floração roxa, destacam-se as espécies *Handroanthus impetiginosus* e *Handroanthus heptaphyllus*, popularmente conhecidos como ipê rosa ou ipê roxo. São árvores secundárias tardias e podem atingir até 25 m de altura e 80 cm de diâmetro. Ocorrem em Florestas Estacionais Semidecíduais e Florestas Ombrófilas Densas, do Amapá ao estado do Paraná. Podem ser utilizadas na construção civil, como postes ou dormentes (CARVALHO, 2003).

As espécies *H. serratifolius* e *H. impetiginosus* possuem camadas de crescimento distintas, vasos e poros presentes com distribuição difusa e predominantemente solitários, grã revessa e parênquima axial facilmente visualizado.

3.10.4 *Manilkara huberi* – Maçaranduba

Figurando dentre as principais espécies de maior interesse econômico, *Manilkara huberi* pertence à família Sapotaceae e é popularmente conhecida como maçaranduba. Ocorre em sete estados da Amazônia legal, principalmente em regiões de Floresta Amazônica de Terra Firme, podendo chegar ao Suriname (SUDAM, 1979). Pode atingir até 50 m de altura total e possui fuste reto com alto potencial de aproveitamento (JANKOWISKY et al., 1990), chegando a 140 cm de DAP (EMBRAPA, 2004).

Segundo Carvalho (2000), *M. huberi* é tolerante à sombra, porém, apresenta crescimento acelerado quando ocorre abertura do dossel. Costa et al. (2007) observaram que explorações ocorridas no passado acelerou as taxas de incremento da espécie, porém, esse efeito se dissipa ao longo do tempo, tendendo à estabilização. O período de florescimento sofre grande influência da variação climática, ocorrendo no final da temporada das chuvas e prolongando-se por toda a temporada de seca (PEREIRA e PEDROSO, 1969).

A madeira é de alta densidade e possui alta durabilidade. Os principais usos são construção civil, chapas, torneados, embarcações, etc (SOUZA et al., 2002). O cerne tem cor vermelho-escuro, grã direita, textura fina e é inodora (EMBRAPA, 2004). Essas características tornam a espécie uma das mais exploradas na Amazônia, sendo assim, o conhecimento do comportamento da maçaranduba permite a aplicação de um manejo adequado, garantindo seu uso sustentável (CASTRO e CARVALHO, 2014).

3.10.5 *Qualea* spp. – Cambará

Pertencente à família Vochysiaceae, *Qualea* spp., na região Amazônica, pode atingir 10 a 35 m de altura total. 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⁻³. 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 e 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, apresentando 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 e 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 e 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), é empregada na construção civil, para uso interno, compensados, caixas e embalagens, e armação de móveis.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO 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 e MASON, 2005) (Figura 1).

FIGURA 1 – Mapa do estado do Mato Grosso por meso e microrregiões.



FONTE: Magalhães et al. (2011).

O estado tem altitude variando de 300 a 750 m, 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 Pantanaís 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 abrange um conjunto de três ecossistemas principais, Pantanal, Cerrado e Floresta Amazônica, que ocupam 10%, 40% e 50% da área, respectivamente (COUTINHO, 2005). Possui classes de solo variadas e a cobertura vegetal da mesorregião norte é composta por: Floresta Ombrófila Densa e Aberta, Floresta Estacional Decidual e Semidecidual, Cerrado, além de formações pioneiras e de transição (PASSOS e MASON, 2005).

A Floresta Ombrófila Densa, tipologia objeto deste estudo, se caracteriza por ser uma formação clímax, com presença de árvores com mais de 50 m de altura total, troncos retos e copas dominantes e co-dominantes e com grande potencial madeireiro. Ocorre em regiões com características bioclimáticas de curto período seco e temperaturas acima de 25 °C (BRASIL, 1980). 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.

As amostras (discos) foram coletadas em áreas com planos de manejo aprovados pelo órgão competente na região, sendo transportadas para análise na Embrapa Florestas. Para a análise florística e de estrutura das áreas, foram utilizados os dados dos inventários 100% exigidos na análise pré-exploratória. As áreas onde foram realizadas as coletas estão localizadas em três regiões distintas, as quais estão descritas a seguir.

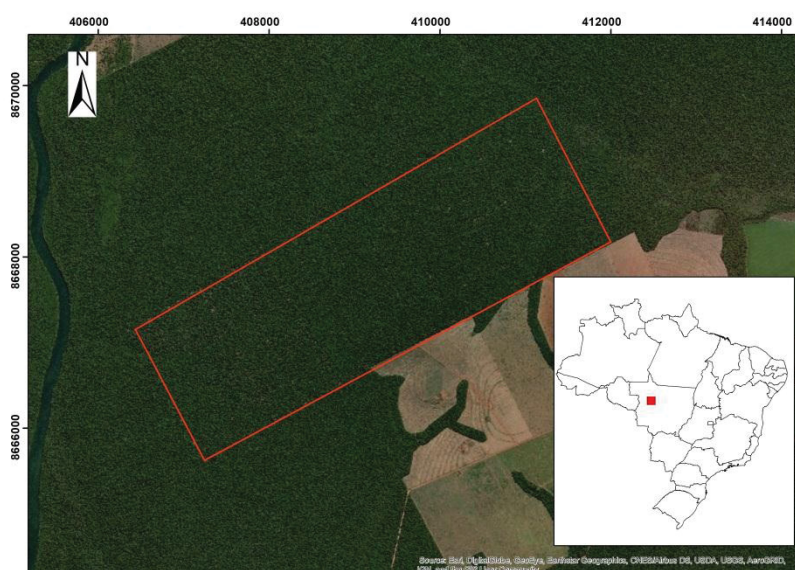
4.1.1 Município de Brasnorte

Brasnorte está inserida na microrregião de Aripuanã. Localiza-se nas coordenadas 12°07'17"S e 58°00'08"W, em altitude média de 317 m e área de, aproximadamente, 16.000 km² (ZERWES e SCHWENK, 2013). Localiza-se em uma região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônico. Apresenta duas classificações climáticas, sendo quente e úmido ao norte e tropical com períodos de seca ao sul. A temperatura média anual é de 24 °C e a precipitação anual de 2.250 mm (ALVARES et al., 2013). Apresenta-se inserido no Planalto Pareci ao sul e na depressão Interplanáltica da Amazônia ao norte. Pertence à grande Bacia do Rio Amazonas. Possui relevo plano ou suavemente ondulado, com solo predominante tipo Latossolo (CAMARGO, 2011).

Segundo Zerwes e Schwenk (2013), as formações florestais que apresentam corte seletivo são limítrofes às áreas de fronteira agrícola, recentemente colonizadas ou em processo de colonização. Em geral, são regiões onde se observam as espécies de maior valor econômico. Destacam-se espécies como a peroba (*Aspidosperma* sp.), cedrinho (*Erismia uncinatan*), itaúba (*Mezilaurus itauba*), entre outras (IBGE, 2020).

A área de estudo, denominada Fazenda Palmasola, possui 930,09 ha de área líquida para o manejo (Figura 2). Para atender ao Decreto estadual nº 2152 de 2014, no plano de manejo florestal todos os indivíduos acima de 35 cm de diâmetro à 1,30 m do solo foram mensurados, identificados e codificados no inventário 100% pré-exploratório, onde foram também obtidas as coordenadas geográficas de cada indivíduo.

FIGURA 2 – Perímetro da área de estudo, Fazenda Palmasola, em Brasnorte, MT.



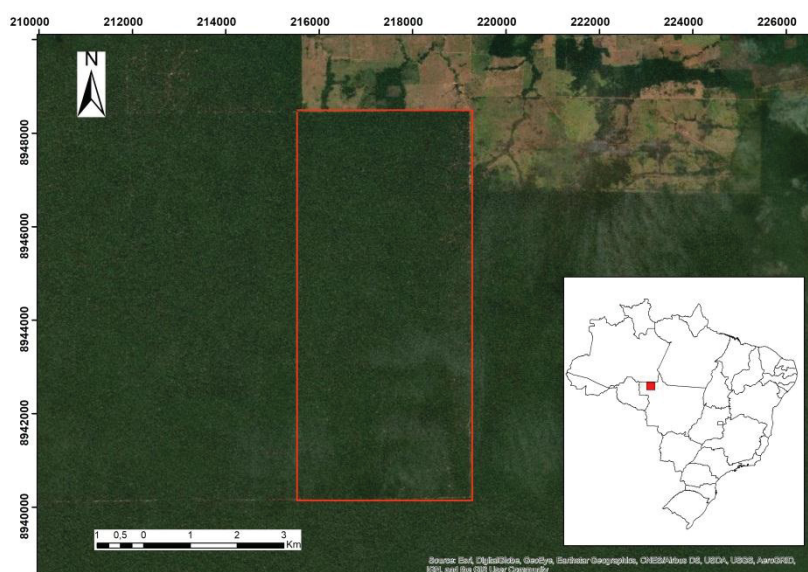
FONTE: A autora (2020).

4.1.2 Município de Colniza

O município de Colniza está inserido na microrregião de Aripuanã. Localiza-se nas coordenadas $09^{\circ}24'39''S$ e $59^{\circ}01'22''W$, em altitude média de 405 m e área de, aproximadamente, 28.000 km² (IBGE, 2020). Apresenta classificação climática Equatorial, sendo quente e úmido com períodos de um a três meses secos. A temperatura média anual é, aproximadamente, 24 °C e a precipitação anual 2100 mm, com maior concentração de chuvas no início do ano (ALVAREZ et al., 2013). Apresenta-se inserido na Depressão do Norte do Mato Grosso e pertence à grande Bacia do Rio Amazonas. Possui relevo variando de plano ou suavemente ondulado à topografia montanhosa e escarpada. Apresenta diferentes tipos de solo, como Latossolo, Alissolos e Neossolos. Está inserido no bioma Amazônico, onde predominam as Florestas Ombrófilas Densa e Aberta, ocorrendo também áreas de transição com o Cerrado (IBGE, 2020).

O local de estudo consiste em uma área de 2.353,43 ha autorizada para exploração florestal, inserida na propriedade denominada Fazenda Santa Cruz – Lote 30 (Figura 3). Neste caso, foram mensurados todos os indivíduos com DAP \geq 40 cm. Foram coletados em campo os dados de DAP e localização geográfica, além da identificação e codificação das espécies.

FIGURA 3 – Perímetro da área de estudo, Fazenda Santa Cruz – Lote 30, em Colniza, MT.



FONTE: A autora (2020).

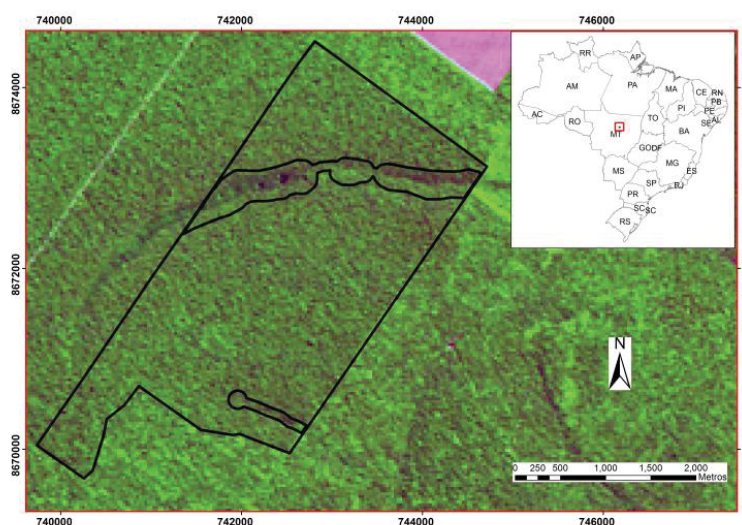
4.1.3 Município de Santa Carmem

Santa Carmem está inserida na microrregião de Sinop. Apresenta-se nas coordenadas $11^{\circ}54'46''S$ e $55^{\circ}13'34''W$, com altitude de 386 m e área aproximada de 4.000 Km². Apresenta clima Equatorial quente e úmido. A temperatura média anual é de 24 °C e a precipitação anual de 2.000 mm (VILANI et al., 2006). Encontra-se inserido no Planalto e Chapada dos Parecis. Pertence à grande Bacia do Rio Amazonas. Possui relevo plano ou suavemente ondulado com baixa fertilidade e solo tipo Latossolo. Localiza-se em uma região de transição entre os biomas Cerrado e Amazônico (PASSOS e MASON, 2005).

É uma região de Floresta Ombrófila Densa de Terra-Firme primária, contando com a presença de espécies de grande importância comercial como *Qualea* spp., *Goupia glabra*, *Mezilaurus itauba*, *Apuleia leiocarpa*, *Dipteryx odorata*, entre outras, além de espécies de importância ecológica como *Bertholletia excelsa* (PASSOS e MASON, 2005).

A área de pesquisa tem 939,54 ha, com plano de manejo aprovado pelos órgãos competentes, denominada Fazenda Tupã I (Figura 4). No censo florestal realizado pré-exploração, foram medidos os diâmetros das árvores com DAP ≥ 30 cm (anterior ao decreto nº 2152 de 2014), sendo identificadas e codificadas todas as espécies.

FIGURA 4 – Perímetro da área de estudo, Fazenda Tupã I, em Santa Carmem, MT.



FONTE: A Oliveira (2014).

4.2 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DAS ÁREAS DE ESTUDO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES SELECIONADAS

Com o auxílio do software ArcGIS, foram geradas parcelas simuladas de um hectare, distribuídas na forma de um reticulado cobrindo toda a área de estudo. As parcelas com área inferior a um hectare, presentes nas áreas limítrofes da unidade de manejo ou de áreas de parcelas permanentes, não foram consideradas para essa análise. A área resultante para cada local de estudo está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 – Dimensões das áreas de estudos e quantidade de unidades amostrais, desconsiderando as Áreas de Preservação Permanentes.

Região da área de estudo	Tamanho da área (ha)	Ua
Brasnorte	930,09	820
Colniza	2.353,43	1.528
Santa Carmem	939,54	789

FONTE: A autora (2020).

Foi gerada uma matriz de atributos, contendo informações em nível de parcela, para processamento no software Mata Nativa 2.0, tendo como dados de entrada: número de identificação da árvore; DAP (cm); código e nome da espécie.

Foram determinados os parâmetros fitossociológicos: densidade, frequência e dominância, absolutas e relativas, bem como o índice de valor de importância, valor de cobertura.

A densidade é expressa a existência de uma espécie em função do total de espécies, por unidade de área. O valor relativo é dado em função da proporção de indivíduos de determinada espécie em relação ao total amostrado (MARTINS, 1993). A frequência é a ocorrência de uma determinada espécie nas unidades amostrais (SOUZA, 1973). A dominância é dada pelo somatório da área basal por hectare, de cada espécie, podendo ser expressas em valores absolutos e relativos (SCOLFORO e MELLO, 1997). A soma dos valores relativos da densidade, frequência e dominância resultam no índice do valor de importância (RIBEIRO et al., 1999) e a soma da densidade e dominância expressa o índice de valor de cobertura (SCOLFORO e MELLO, 1997).

O índice de diversidade considerado foi de Shannon (MAGURRAN, 1988), em que considera peso igual entre espécies abundantes e raras (Equação 1). Quanto maior o valor de H' , maior será a diversidade florística da população, expressando riqueza e uniformidade.

$$H' = \frac{[N \ln(N) - \sum_{i=1}^S ni \ln(ni)]}{N} \quad (1)$$

Em que:

H' = Índice de Shannon-Weaver;

ni = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

S = número total de espécies amostradas;

\ln = logaritmo de base neperiana.

A análise de dispersão foi feita com base no índice de agregação de McGuinnes (IGA), de acordo com a Equação 2 (MACGUINNES, 1934).

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i} \quad (2)$$

Em que:

IGAi = Índice de MacGuinnes para a i-ésima espécie;

Di = densidade observada da i-ésima espécie;

di = densidade esperada da i-ésima espécie.

Como forma complementar de análise, o software ArcGIS foi utilizado para análises de dispersão em nível de espécie, utilizando o método do vizinho mais próximo, que consiste na mensuração da distância usada para estimar se a espécie apresenta padrão agregado, aleatório, ou uniforme, chamada de z-score (desvio padrão). O valor do padrão espacial dos dados (p-valor) define a área central do gráfico, partindo-se do pressuposto que os dados são distribuídos aleatoriamente. Se o valor do z-score for deslocado à esquerda da curva normal, o padrão é definido como agregado, e quanto mais à direita da curva, mais dispersa é a distribuição das árvores daquela espécie (ou uniforme). Quando o valor do z-score é igual à zero, ocupando a posição central do gráfico, diz-se que a espécie apresenta padrão aleatório de distribuição (ESRI, 2009).

Outra forma de análise de distribuição espacial individual das espécies selecionadas se deu pela análise da densidade de Kernel, que consiste na representação gráfica em função do número de indivíduos, com base em suas coordenadas geográficas. Essa análise, considera uma vizinhança circular ao redor de cada ponto de amostra, correspondente ao raio de influência, sendo aplicada uma função matemática de valor 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores Kernel sobrepostos e divididos pela área do raio de influência (SILVERMAN, 1986).

O raio usado para a análise, no entanto, é um campo de preenchimento opcional no ArcGIS. Foram testados valores gerados automaticamente (quando o campo é deixado em branco), usando a Equação 3 para cálculo da distância média entre árvores em função do número de árvores e do tamanho da área, segundo Braz et al. (2015).

$$d = \sqrt{\frac{A}{N}} \quad (3)$$

Em que: d = distância média entre árvores (m);

A= área (m²);

N= número de árvores.

Também foram obtidos mapas da densidade de Kernel dos indivíduos divididos em três classes de diâmetro: a) remanescente (30,0 a 49,9 cm); b) comercial (50,0 a 79,9 cm); e c) senescente (acima de 80,0 cm). As classes de DAP para a análise foram arbitradas, considerando que as florestas destinadas aos planos de manejo são obrigatoriamente levantadas mediante censo, ou seja, inventário 100% acima da classe de diâmetro de 30 cm permitindo o corte apenas acima de classe de 50 cm (IN-MMA nº 5 de 11/12/2006). As árvores acima da classe de 80 cm foram consideradas como potencialmente em fase inicial de estagnação ou início de senescência, baseando-se em Braz et al. (2012).

Em ambas as situações de análise usando a densidade de Kernel considerou-se 5 classes de densidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta, variando da cor azul para a vermelha.

4.3 ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA OS TRÊS LOCAIS DE ESTUDOS E INDIVIDUALMENTE PARA AS ESPÉCIES SELECIONADAS

Para a análise da distribuição diamétrica foram usados os dados provenientes dos inventários 100% de cada área: a) Brasnorte (930,09 ha); b) Colniza (2.353,43 ha); c) Santa Carmem (939,54 ha), todos disponibilizados pela empresa de consultoria Elabore, com sede em Sinop-MT. Para que os resultados das estimativas dos modelos ajustados fossem comparáveis, os dados foram extrapolados para uma escala de trabalho de área 1.000 ha, uma vez que esta é uma área média comum aos talhões na Amazônia.

Devido ao fato de os inventários de cada área terem sido realizados em períodos diferentes e sob legislação diferente, o limite de inclusão das árvores foram distintos. Por isso adotou-se a inclusão padrão de árvores acima de 40 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), e foi pré-determinado um intervalo de classe de 10 cm, que é usual para trabalhos na região Amazônica (CARVALHO, 1981; UMAÑA E ALENCAR, 1998; BRAZ et al., 2012; SANTOS et al., 2017).

Assim, foi obtida a distribuição diamétrica real para a área total de cada região de estudo, assim como para as espécies selecionadas neste trabalho.

A análise estatística dos dados foi feita pelo software *TableCurve* (SYSTAT, 2002), que utiliza o método dos mínimos quadrados para estimar os parâmetros, por regressão não linear, sendo obtidas as densidades estimadas por seis modelos de função de densidade de probabilidade (FDP) (TABELA).

TABELA 2 – Modelos testados para estimar do número de árvores por classe diamétrica.

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

*x = diâmetro a 1,30 m do solo (cm); $f(x)$ = função densidade da variável x; e = número de Euler; μ = média; σ = desvio padrão; $\alpha, \beta, a, b, c, \delta, \lambda, \varepsilon$ = parâmetros estimados nos ajustes.

FONTE: Scolforo (2006).

A aderência dos modelos aos conjuntos de dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (KS), que consiste na comparação da máxima diferença da frequência cumulativa observada com a estimada (D_{cal}), para o nível de 5% de significância (Equação 4). Consideram-se que houve aderência os modelos que apresentarem D_{cal} inferior ao D_{tab} .

$$D_{cal} = \frac{SUP_x |F_o(x) - F_e(x)|}{n} \quad (4)$$

Em que:

$F_o(x)$ = frequência observada acumulada;

$F_e(x)$ = frequência esperada acumulada;

n = número de observações;

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

O melhor modelo foi escolhido considerando o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS), e o menor valor para o Índice de Reynolds (IR) (Equação 5); além da análise gráfica entre os dados reais e estimados.

$$IR = \sum_{i=1}^k | N_o - N_e | \quad (5)$$

Em que:

IR = Índice de Reynolds;

K = número de classes;

N_o = Número de árvores observadas;

N_e = Número de árvores estimadas.

4.4 MODELAGEM DO PADRÃO DE CRESCIMENTO, DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO ÓTIMO DE PRODUÇÃO E TEMPO DE PASSAGEM ENTRE CLASSES DIAMÉTRICAS, PARA AS ESPÉCIES SELECIONADAS

Todas as áreas foram exploradas de acordo com plano de manejo devidamente aprovado pelo órgão competente. Na região de Santa Carmem, a exploração aconteceu em 2011. Em Brasnorte e Colniza as áreas foram exploradas em 2018. O número de discos de madeira por espécie, coletados para a realização desse trabalho estão apresentados na Tabela 3. Esses foram coletados a 5 m de altura (topo da primeira tora comercial). Foi considerado que o incremento do disco medido e de um disco a altura do DAP eram semelhantes, de acordo com comparação feita por Oliveira (2014).

TABELA 3 – Quantidade de amostras destrutivas (discos) por espécie, em cada local de estudo.

Número de amostras para análise dendrocronológica						
Área	<i>D. odorata</i>	<i>G. glabra</i>	<i>H. albus</i>	<i>H. impetiginosus</i>	<i>M. huberi</i>	<i>Qualea</i> spp.
Brasnorte	...	5	4
Colniza	5	...	5	4	6	...
Santa Carmem	14	15	23

FONTE: A autora (2020).

As amostras coletadas tiveram seu transporte entre as diferentes regiões do estado do Mato Grosso para a Embrapa florestas, em Colombo-PR, possibilitado pelo Sindusmad-MT. Os discos foram secos à temperatura ambiente e posteriormente lixados de maneira gradual, da granulometria mais grossa para a mais fina, até o polimento final, para melhor visualização das camadas de crescimento.

Foram traçados oito raios em cada disco, para marcação e medição dos anéis de crescimento, visando minimizar o efeito na excentricidade da medula na média final do incremento anual medido. O primeiro raio é marcado no maior comprimento entre a medula e a casca e os demais são traçados a cada 45° a partir do primeiro. Em todos os raios, as camadas de crescimento são identificadas, marcadas com o auxílio de microscópio estereoscópico e por fim, medidas na mesa de mensuração do LINTAB, com precisão de 0,01 mm, com auxílio do software Time Series Analysis and Presentation – TSAP (RINN, 1996).

O procedimento seguinte é a confirmação da formação anual da camada de crescimento, que se dá por meio da datação cruzada. Essa consiste na sincronização dos anéis de crescimento medidos em cada raio e posteriormente, entre árvores da mesma espécie e local. Após a confirmação da formação anual dos anéis de crescimento, é obtido o incremento corrente anual (ICA) em centímetros (Equação 6), possibilitando o cálculo do crescimento acumulado, incremento médio anual (IMA) e incremento por classe diamétrica (OLIVEIRA, 2014).

$$ICA = \frac{(R1+R2+R3+R4+R5+R6+R7+R8) \cdot 2}{8 \cdot 1.000} \quad (6)$$

Em que:

ICA = Incremento Corrente Anual (cm);

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

O tempo de passagem entre classes diamétricas (Equação 7) foi obtido com base no incremento médio por classe diamétrica, sendo possível estimar, em anos, o tempo em que uma espécie leva para passar de uma classe diamétrica para a classe seguinte (OLIVEIRA, 2014).

$$\text{Tempo de passagem} = \frac{IC}{IMA_{classe}} \quad (7)$$

Em que:

IC = Intervalo de classe (cm);

IMA_{classe} = Incremento médio anual na classe diamétrica ($cm. ano^{-1}$).

A obtenção dos incrementos para cada árvore possibilitou também o ajuste e teste de modelos de crescimento para cada espécie (Tabela 4) por regressão não linear utilizando o procedimento PROC NL MIXED no software SAS®. Como todos os modelos são biológicos, o parâmetro β_0 indica o máximo valor que que uma variável pode atingir, a assíntota, sendo assim, os valores desse parâmetro para os ajustes foram fixados no limite superior da maior classe diamétrica identificada na distribuição diamétrica com os dados do censo florestal; β_1 se refere à declividade da curva relacionada ao incremento médio; e β_2 é a constante de integração da forma diferencial dos modelos, representando a dimensão inicial da árvores no espaço de tempo (BURKHART e TOMÉ, 2012).

TABELA 4. Modelos de crescimento em diâmetro ajustados por espécie.

Autor	Modelo
Gompertz	$DAP = B_0 e^{-B_1 e^{-B_2 x}}$
Johnson-Schumacher	$DAP = B_0 e^{-\frac{B_1}{x+B_2}}$
Lundqvist-Korf	$DAP = B_0 e^{-\frac{B_1}{x^{B_2}}}$
Logística	$DAP = \frac{B_0}{(1 + B_1 e^{-B_2 x})}$
Monomolecular	$DAP = B_0 (1 - B_1 e^{-B_2 x})$
Schumacher	$DAP = B_0 e^{-\frac{B_1}{x}}$
Chapman-Richards	$DAP = B_0 (1 - e^{-B_1 x})^{B_2}$

*DAP = diâmetro a altura do peito (1,3 m); x = ano referente ao DAP considerado; e = número de Euler; B_0, B_1, B_2 = coeficientes dos modelos a serem estimados.

FONTE: Burkhart e Tomé (2012).

A escolha do melhor modelo se deu com base nos resultados das estatísticas do erro padrão da estimativa ($S_{yx}(\%)$), índices de Akaike corrigido – AICC (Equação 8) e Bayesiano – BIC (Equação 9) (CANETTI, 2019), além da análise gráfica entre os valores reais e os valores estimados pelos modelos (VANCLAY, 1994).

$$AICC = -2f(\theta) + \frac{2(pn)}{n-p-1} \quad (8)$$

$$BIC = -2\log L(\theta) + p \log n \quad (9)$$

Em que:

AICC = Akaike corrigido;

BIC = Bayesiano;

p = número de parâmetros a serem estimados;

n = número de observações da amostra;

f(θ) = função suporte maximizada.

Após a determinação do melhor modelo para cada espécie, diâmetro ótimo de produção e idade de rotação foram estimados com base no cruzamento das curvas ICA x IMA, em centímetros.

4.5 DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE (DMC) E CICLO DE CORTE PARA AS ESPÉCIES SELECIONADAS

Foram realizadas duas formas de análise: considerando o crescimento em volume para árvore individual e para a população. O crescimento em volume para árvore individual foi estimado a partir da curva de crescimento em diâmetro a cada DAP considerado (SCHONGART, 2008; CANETTI, 2019), e aplicando-se na equação utilizada por Schongart (2008), para estimativa de volume (Equação 10).

$$V_c = \pi \cdot \left(\frac{DAP}{2} \right)^2 \cdot H_c \cdot f \quad (10)$$

Em que:

V_c = volume comercial;

DAP = diâmetro à altura do tempo;

H_c = altura comercial;

F = fator de forma comercial ($f = 0,6$).

Para o cálculo, foi utilizada a altura média comercial de cada classe de diâmetro medida no inventário 100% disponibilizado pelo produtor. Para as classes de diâmetro menores utilizou-se como referência dados de parcelas permanentes localizadas em Sinop-MT e posteriormente transformou-se em uma relação única.

Para entender como se comportam as curvas de produção em volume do ICA e IMA em uma população, foi necessário supor uma população mínima para entender e identificar o efeito da redução da sobrevivência à medida que as classes diamétricas aumentam.

Para isso, foram consideradas, de forma arbitrada 100 árvores (ALDER, 1995), que correspondem a 100 trajetórias similares à árvore individual, ou seja, multiplica-se a trajetória individual por 100, sendo este o valor inicial. A redução foi baseada na sobrevivência nas classes diamétrica superiores, obtidas no tópico 1.4,

pois segundo Couralet et al. (2005), a inclinação da curva de distribuição diamétrica infere a sobrevivência de uma espécie.

Assim, procurou-se entender onde deveria ocorrer o novo cruzamento de IMA e ICA (curva de estagnação técnica) dentro de uma população (Equação 11 e 12) (CANETTI, 2019).

$$IMA_v = \frac{V_t}{t} \quad (11)$$

$$ICA_v = V_{t+1} - V_t \quad (12)$$

Em que:

IMA_v = incremento médio anual em volume (m^3);

ICA_v = incremento corrente anual em volume (m^3);

v = volume comercial acumulado em diferentes tempos “t” na curva de crescimento (m^3);

t = tempo relativo à curva de crescimento.

O diâmetro mínimo de corte (DMC) com base no crescimento em volume foi considerado no ponto de rotação técnica, como proposto pela metodologia GOL, de Schongart (2008), que é definida como o máximo incremento corrente anual (ICA) em volume para árvore individual. Seguindo a mesma metodologia, foi calculado o ciclo de corte (Equação 13).

$$Ciclo\ de\ corte = \frac{Idade_{DMC}}{0,1 \cdot DMC} \quad (13)$$

Em que:

Ciclo de corte = intervalo de tempo entre explorações na floresta;

DMC = diâmetro mínimo de corte, definido como o diâmetro em que a espécie atinge o máximo ICA ou Rotação Técnica;

$Idade_{DMC}$ = idade em que a espécie atinge o DMC.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTRUTURA HORIZONTAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE 5 ESPÉCIES EM TRÊS REGIÕES NO NORTE DO MATO GROSSO

5.1.1 Fitossociologia das áreas de estudo

Foram analisados os parâmetros fitossociológicos para as três áreas de estudo, nas regiões de Brasnorte e Colniza, inseridos na microrregião de Aripuanã, bem como para Santa Carmem, localizada na microrregião de Sinop. Foram considerados os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) maiores que 35, 40 e 30 cm, respectivamente, considerando as espécies de interesse comercial. Os valores relativos para densidade, frequência e dominância, além dos valores para valor de cobertura e valor de importância estão apresentados na Tabela 5.

Em área de floresta primária na região de Brasnorte, MT, foram observadas 16 famílias, 31 gêneros e 33 espécies, com destaque para Fabaceae, representada por 11 espécies. Vochysiaceae, Apocynaceae, Lauraceae, Caesalpinaceae e Anacardiaceae apresentaram 2 ou 3 espécies cada. As demais famílias foram representadas por somente uma espécie

Em Colniza foram observadas 16 famílias, semelhante ao encontrado em Brasnorte, com maior número de gêneros (33) e espécies (35). A família com maior representação de espécies foi Fabaceae (5 espécies cada). Bignoniaceae, Lecythidaceae, Sapotaceae, Caesalpinaceae e Meliaceae apresentaram 2 ou 3 espécies cada, sendo que 8 famílias foram representadas por somente uma espécie. Para a região de Santa Carmem foram observadas 22 famílias, 34 gêneros e 36 espécies, tendo destaque Fabaceae, seguida por Vochysiaceae, Sapotaceae, Lauraceae, Caesalpinaceae e Anacardiaceae. As demais famílias apresentaram apenas uma espécie cada.

Alguns trabalhos de levantamentos florísticos, com limite de inclusão de árvores com $DAP \geq 10$ cm (CONDÉ e TONINI, 2013; REIS et al., 2014; SILVA et al., 2015; COSTA et al., 2018), mesmo em áreas muito menores (variando de 9 a 200 ha), mostraram maiores números de famílias, gêneros e espécies, quando comparado com esse trabalho (Tabela 5). Essa diferença se justifica pela não inclusão de indivíduos com $DAP \leq 30$ cm.

Rodrigues et al. (1997), em pesquisa realizada em duas áreas de floresta de Terra Firme localizadas no nordeste do estado do Pará, observaram 39 famílias, 99 gêneros e 135 espécies em 4 ha de floresta primária, para árvores com DAP \geq 10 cm. Carim et al. (2013) observaram 30 famílias, 70 gêneros e 93 espécies em 3,4 ha de mesma topologia florestal, porém, no estado do Amapá, para árvores com DAP \geq 10 cm. Em ambos os trabalhos Fabaceae foi a família que apresentou maior riqueza de espécies, assim como foi observado para as três áreas de estudo (Tabela 5).

Em diversos estudos florísticos na região Amazônica Fabaceae apresentou maior representatividade (RIBEIRO et al., 1999; ALMEIDA et al., 2012; CONDÉ e TONINI, 2013; GUALBERTO et al., 2014; LEÃO et al., 2018; LIMA et al., 2018). Em um levantamento realizado por Ribeiro et al. (2016), as famílias Fabaceae, Mimosaceae, Moraceae, Meliaceae e Sapotaceae foram as mais representativas em número de espécies madeireiras comercializadas no estado do Mato Grosso.

Apocynaceae, Annonaceae, Lauraceae e Fabaceae, são muito comuns e, em geral, apresentam maior número de espécies e indivíduos em floresta Densa de Terra Firme. Além disso, a presença de espécies com pouca frequência é quase sempre elevada (OLIVEIRA, 2014). Em Brasnorte, Dentre as 33 espécies observadas no local, 13 apresentaram VI igual ou inferior a 1%, em Colniza (35 espécies) foram observadas 17 com VI \leq 1% e em Santa Carmem, foram 18 espécies.

Em Brasnorte, o cambará, espécie do gênero *Qualea* spp., apresentou maior ocorrência de indivíduos, ocupando cerca de 85% das unidades amostrais, com 2.001 indivíduos, seguida por *Micropholis venulosa*, 1.768 indivíduos (75%), *Goupia glabra*, 1.390 árvores (65%), *Mezilaurus itauba*, com 1.189 indivíduos (70%), *Ocotea indecorosa*, com 1.143 (71%) e *Trattinnickia burseraefolia*, com 910 árvores (61%). As espécies *Inga lanceaefolia*, *Balfourodendron riedelianum* e *Couma macrocarpa* apresentaram somente um indivíduo na área. Em Colniza, *Castilla ulei* apresentou maior ocorrência de indivíduos, ocupando cerca de 62% das unidades amostrais, com 1.583 indivíduos, seguida por *Astronium lecointei*, 986 indivíduos (45%), *Handroanthus* spp., 846 árvores (39%), *Couratari oblongifolia*, com 794 indivíduos (38%) e *Schizolobium amazonicum*, com 770 (37%). *Swietenia macrophylla* foi a espécie que apresentou menor número de indivíduos na área, com 9 árvores. Na região de Santa Carmem, as espécies que se destacaram foram *Qualea* spp., ocorrendo em 781 (99%) unidades amostrais (Ua), de um total de 789, seguida por

Erisma uncinatum (742 – 94%), *Trattinnickia* sp. (736 – 93%), *Goupia glabra* (693 – 88%), *Mezilaurus itauba* (593 – 75%) e *Dipteryx odorata* (562 – 71%). *Sclerolobium* spp, *Chorisia speciosa*, *Cordia goeldiana*, *Lafoensia pacari* e *Neoxythece robusta* foram registradas em somente uma unidade amostral.

TABELA 5. Estrutura horizontal por espécie de três remanescentes de Floresta Amazônica, na região norte do Mato Grosso.

Espécie	N	Ua	AB	DR	FR	DoR	VC	VI	DAP _{méd}
Região de Brasnorte – 820 ha – (DAP ≥ 35 cm)									
<i>Qualea</i> spp.	2001	693	600,0	14,4	9,1	13,9	14,1	12,5	60,1
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	1768	611	611,0	12,7	8,0	14,1	13,4	11,6	64,6
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	1390	535	625,8	10,0	7,0	14,4	12,2	10,5	72,1
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) aub. ex Mez	1189	573	297,5	8,6	7,5	6,9	7,7	7,7	55,2
<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	1143	583	252,9	8,2	7,7	5,8	7,0	7,2	52,1
<i>Trattinnickia burseraefolia</i> Mart.	910	499	336,2	6,6	6,6	7,8	7,1	7,0	65,8
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	824	481	197,9	5,9	6,3	4,6	5,2	5,6	54,4
<i>Hymenolobium heterocarpum</i> Ducke	764	487	296,3	5,5	6,4	6,8	6,2	6,2	67,0
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	537	371	214,8	3,9	4,9	5,0	4,4	4,6	69,3
<i>Pithecellobium edwallii</i> Hoehne	485	357	92,3	3,5	4,7	2,1	2,8	3,4	48,7
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	451	339	106,0	3,2	4,5	2,4	2,8	3,4	53,9
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	304	249	111,9	2,2	3,3	2,6	2,4	2,7	66,4
<i>Vatairea guianensis</i> Aubl.	230	201	51,0	1,7	2,6	1,2	1,4	1,8	52,2
<i>Simarouba amara</i> var. <i>opaca</i> Engl.	228	178	49,2	1,6	2,3	1,1	1,4	1,7	51,7
<i>Moronobea pulchra</i> Ducke	206	171	75,0	1,5	2,2	1,7	1,6	1,8	66,0
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	198	158	54,6	1,4	2,1	1,3	1,3	1,6	57,9
<i>Apuleia leiocarpa</i> var. <i>molaris</i> (Spruce ex Benth.) Koeppen	151	129	39,7	1,1	1,7	0,9	1,0	1,2	56,8
<i>Ormosia paraenses</i> Ducke	149	129	40,5	1,1	1,7	0,9	1,0	1,2	57,2
<i>Bowdichia racemosa</i> var. <i>parvifolia</i> Ducke	145	130	24,5	1,0	1,7	0,6	0,8	1,1	46,0
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	139	134	38,5	1,0	1,8	0,9	0,9	1,2	57,9
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	114	101	31,3	0,8	1,3	0,7	0,8	1,0	58,0
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	110	96	58,6	0,8	1,3	1,4	1,1	1,1	78,3

<i>Jacaranda copaia</i> subsp. copaia	97	92	20,5	0,7	1,2	0,5	0,6	0,8	51,2
<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	86	77	21,5	0,6	1,0	0,5	0,6	0,7	55,2
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	79	75	36,2	0,6	1,0	0,8	0,7	0,8	74,0
<i>Didymopanax Macrocarpum</i> (Cham. & Schltdl.) Seem.	75	73	14,4	0,5	1,0	0,3	0,4	0,6	48,8
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	43	34	17,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	69,2
<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	37	33	7,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	49,7
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	24	20	6,7	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	58,6
<i>Couma</i> spp	5	4	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	43,4
<i>Inga lanceaefolia</i> Benth.	1	1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	51,2
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	1	1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,1
<i>Couma macrocarpa</i> Barb.Rodr.	1	1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,9
TOTAL	13885	820	4331,0	100	100	100	100	100	58,4
Região de Colniza – 1.528 ha – (DAP ≥ 40 cm)									
<i>Castilla ulei</i> Warb.	1583	962	542,53	11,6	9,4	8,7	10,1	9,9	64,6
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	986	695	330,88	7,2	6,8	5,3	6,3	6,4	63,2
<i>Handroanthus</i> spp.	846	591	436,68	6,2	5,8	7,0	6,6	6,3	78,1
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & Kunth	794	602	498,50	5,8	5,9	8,0	6,9	6,6	85,7
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	770	488	283,37	5,6	4,8	4,6	5,1	5,0	66,0
<i>Hymenaea coubaril</i> L.	722	568	342,83	5,3	5,5	5,5	5,4	5,4	74,0
<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	712	569	781,50	5,2	5,5	12,6	8,9	7,8	111,7
<i>Pouteria caimito</i> var. <i>typica</i> Baehni	691	444	259,51	5,1	4,3	4,2	4,6	4,5	65,9
<i>Apuleia leiocarpa</i> var. <i>molaris</i> (Spruce ex Benth.) Koeppen	636	482	477,93	4,7	4,7	7,7	6,2	5,7	94,5
<i>Simarouba amara</i> var. <i>opaca</i> Engl.	622	394	191,03	4,6	3,8	3,1	3,8	3,8	60,8
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	471	372	216,76	3,4	3,6	3,5	3,5	3,5	74,2
<i>Hevea brasiliensis</i> var. <i>h</i>	461	331	120,99	3,4	3,2	1,9	2,7	2,9	56,3
<i>Jacaranda copaia</i> subsp. copaia	459	373	112,64	3,4	3,6	1,8	2,6	2,9	54,8
<i>Manilkara inundata</i> (Ducke) Ducke	423	293	156,53	3,1	2,9	2,5	2,8	2,8	66,8
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	395	316	125,43	2,9	3,1	2,0	2,5	2,7	61,4
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	384	334	232,16	2,8	3,3	3,7	3,3	3,3	83,6
<i>Vatairea sericea</i> (Ducke) Ducke	363	326	129,77	2,7	3,2	2,1	2,4	2,6	65,6
<i>Ceiba pentandra</i> Goertn.	274	248	158,89	2,0	2,4	2,6	2,3	2,3	77,2

<i>Martiodendron elatum</i> var. <i>elatum</i> (Ducke) Gleason	244	216	78,80	1,8	2,1	1,3	1,5	1,7	62,0
<i>Cedrela odorata</i> L.	241	208	67,96	1,8	2,0	1,1	1,4	1,6	58,2
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	182	174	65,55	1,3	1,7	1,1	1,2	1,4	66,1
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	178	164	76,70	1,3	1,6	1,2	1,3	1,4	71,8
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) A.Chev.	167	137	89,73	1,2	1,3	1,4	1,3	1,3	79,2
<i>Torresea acreana</i> Ducke	152	133	66,58	1,1	1,3	1,1	1,1	1,2	71,6
<i>Couma utilis</i> (Mart.) Müll.Arg.	150	136	69,31	1,1	1,3	1,1	1,1	1,2	73,6
NI	129	112	72,26	0,9	1,1	1,2	1,1	1,1	83,1
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	114	107	33,90	0,8	1,0	0,5	0,7	0,8	59,7
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	95	87	41,47	0,7	0,9	0,7	0,7	0,7	72,4
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	84	75	49,49	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	81,6
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	83	80	19,33	0,6	0,8	0,3	0,5	0,6	53,5
<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	77	72	32,07	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	70,8
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	75	68	14,77	0,6	0,7	0,2	0,4	0,5	49,5
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce ex Benth.	57	54	22,10	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	64,7
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) aub. ex Mez	56	52	17,48	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	60,6
TOTAL	13.685	1.528	6.220,8	100	100	100	100	100	70,3

Região de Santa Carmem – 789 ha – (DAP ≥ 30 cm)

<i>Qualea</i> spp.	7844	781	1876,8	33,9	9,1	27,5	30,7	23,5	54,0
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	2287	742	1051,1	9,9	8,7	15,4	12,6	11,3	73,7
<i>Trattinnickia burseraefolia</i> Mart	2305	736	814,1	9,9	8,6	11,9	10,9	10,8	64,0
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	1926	693	746,2	8,3	8,1	10,9	9,6	9,1	67,0
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) aub. ex Mez	1241	593	379,3	5,4	6,9	5,6	5,5	5,9	60,2
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	921	562	247,3	4,0	6,6	3,6	3,8	4,7	56,4
<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i> Pax & K. Hoffm.	835	511	178,7	3,6	6,0	2,6	3,1	4,1	51,0
<i>Micropholis</i> spp.	809	489	160,1	3,5	5,7	2,3	2,9	3,8	49,5
<i>Ocotea</i> spp.	794	490	163,0	3,4	5,7	2,4	2,9	3,8	50,2
<i>Jacaranda copaia</i> subsp. <i>copaia</i>	562	384	121,3	2,4	4,5	1,8	2,1	2,9	51,5
<i>Qualea paraenses</i> Ducke	521	361	93,8	2,2	4,2	1,4	1,8	2,6	47,0
<i>Apuleia leiocarpa</i> var. <i>molaris</i>	500	316	181,4	2,2	3,7	2,7	2,4	2,8	65,4

*N = número de árvores; Ua = unidades amostrais; AB = área basal (m²); DR = densidade relativa (%); FR = frequência relativa (%); DoR = dominância relativa (%); VC = valor de cobertura (%); VI = valor de importância (%); DAP = diâmetro a 1,30 m do solo (cm); mín., méd., máx., = mínimo, médio e máximo, respectivamente.

FONTE: A autora (2020).

A espécie *Qualea* spp. se destacou em todos os parâmetros avaliados na região de Brasnorte, com os maiores índices percentuais para densidade (14,4%), frequência (14,4%), dominância (9,1%), valor de importância (13,9%) e valor de cobertura (12,5%). Em Santa Carmem, *Qualea* spp. apresentou valores muito superiores às demais espécies. Quando se compara com a espécie que ocupou a segunda colocação nos parâmetros analisados (*Erismia uncinatum*), *Qualea* spp. apresentou densidade relativa (33,9%) pelo menos 3 vezes maior (Tabela 5). As demais espécies selecionadas para análise individual, *Goupia glabra* e *Dipteryx odorata*, ficaram entre as 10 espécies com maior número de indivíduos tanto em Brasnorte, como em Santa Carmem.

Assim como foi observado neste trabalho, Carim et al. (2013) observaram *Dipteryx odorata* e *Goupia glabra* em Floresta Ombrófila Densa no Amapá dentre as espécies que apresentaram maiores valores de índice de importância (VI).

Castilla ulei se destacou em todos os quesitos avaliados, com os maiores índices percentuais para densidade (11,6%), frequência (9,4%), dominância (8,7%), valor de importância (9,9%) e valor de cobertura (10,1%). Apesar de ser a sétima espécie em ocorrência na área, com 712 indivíduos, *Bertholletia excelsa* apresentou maior índice de dominância relativa (12,5%) e segunda posição em valor de importância (com 7,8%) e valor de cobertura (8,9%). As espécies selecionadas para análise individual, *Handroanthus* spp. (ipê), *Dipteryx odorata* (cumarú) e *Manilkara huberi* (maçaranduba) foram a terceira, vigésima segunda e vigésima terceira em ocorrência na área, respectivamente. Gualberto et al. (2014) observaram para uma floresta secundária na Flona de Tapajós, que dentre essas espécies (*Handroanthus* spp., *Dipteryx odorata* e *Manilkara huberi*), além de *Vismia latifolia*, *Cordia alliodora* e *Gutteria poeppigiana*, estão entre as que apresentaram baixa densidade absoluta, mas que merecem destaque devido a importância de suas madeiras no mercado.

Os valores observados para *Dipteryx odorata* em Colniza demonstra que, mesmo sendo uma espécie caracterizada por ocorrer em toda a Amazônia (PAULA et al., 2016), um determinado ambiente pode ser mais favorável ao seu

desenvolvimento que outro, mesmo que em uma mesma tipologia florestal. Essa diferença no VI de uma mesma espécie, ocorrendo na mesma tipologia florestal, porém, em diferentes regiões, indica a importância de estudos individuais por espécie, ou grupos de espécies com comportamento semelhante de desenvolvimento, pois a ocorrência de micros sítios específicos interfere diretamente a dinâmica das espécies.

Há muito tempo são realizados estudos que relacionam a estrutura florística de determinada região com características ambientais (RODRIGUES e SHEPHERD, 1992; RUGGEIRO et al., 2002; RODRIGUES et al., 2007b). Por exemplo, características edáficas podem influenciar não só o tipo de formação florestal, mas também a distribuição e abundância de espécies (RODRIGUES et al., 2007b).

5.1.2 Densidade de Kernel

Segundo 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 se apresenta como fonte de conhecimento para profissionais da área florestal. Na Amazônia, o uso de SIG já é consolidado em várias vertentes, como: combate ao desmatamento ilegal (DOMIGUES E BERMAN, 2012); estimativa de biomassa (MARTINS et al. 2011); análise morfométrica e socioambiental (UMETSU et al., 2012); análise da transformação da floresta e uso e ocupação do solo (SILVA e FRANÇA, 2013; CAÑA et al., 2015; ARENAS et al., 2015); subsidio para inventários e manejo florestal (KLAUBERG et al., 2013; BROZA et al., 2012).

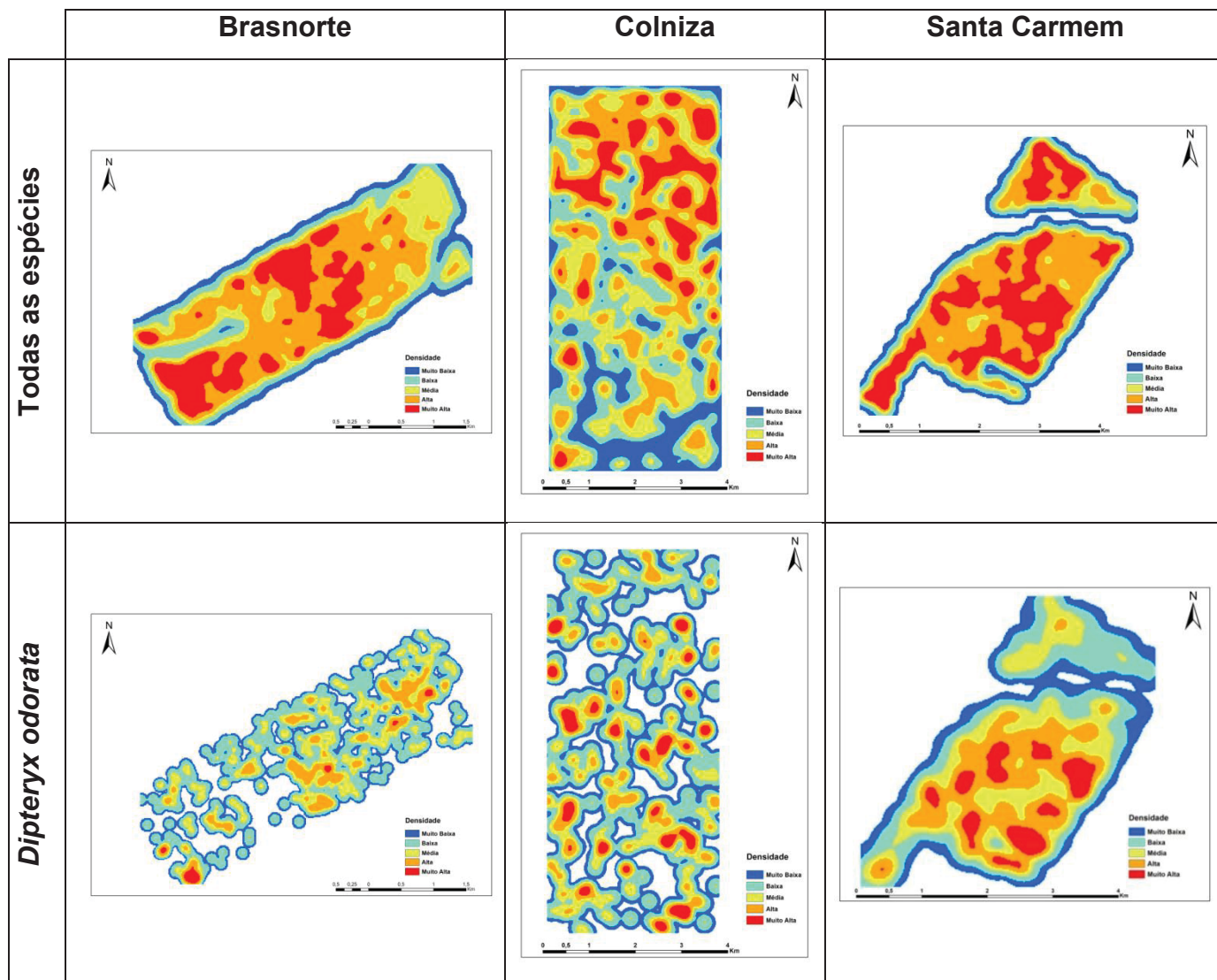
Trabalhos que usam a densidade de Kernel são observados para a região Amazônica, mas basicamente como indicador de áreas de desmatamento e focos de calor (FERREIRA e SANO, 2013; SOUZA et al., 2013; ANDRADE FILHO et al., 2017; ARAÚJO e FIGUEIREDO, 2017; TAVARES et al., 2019).

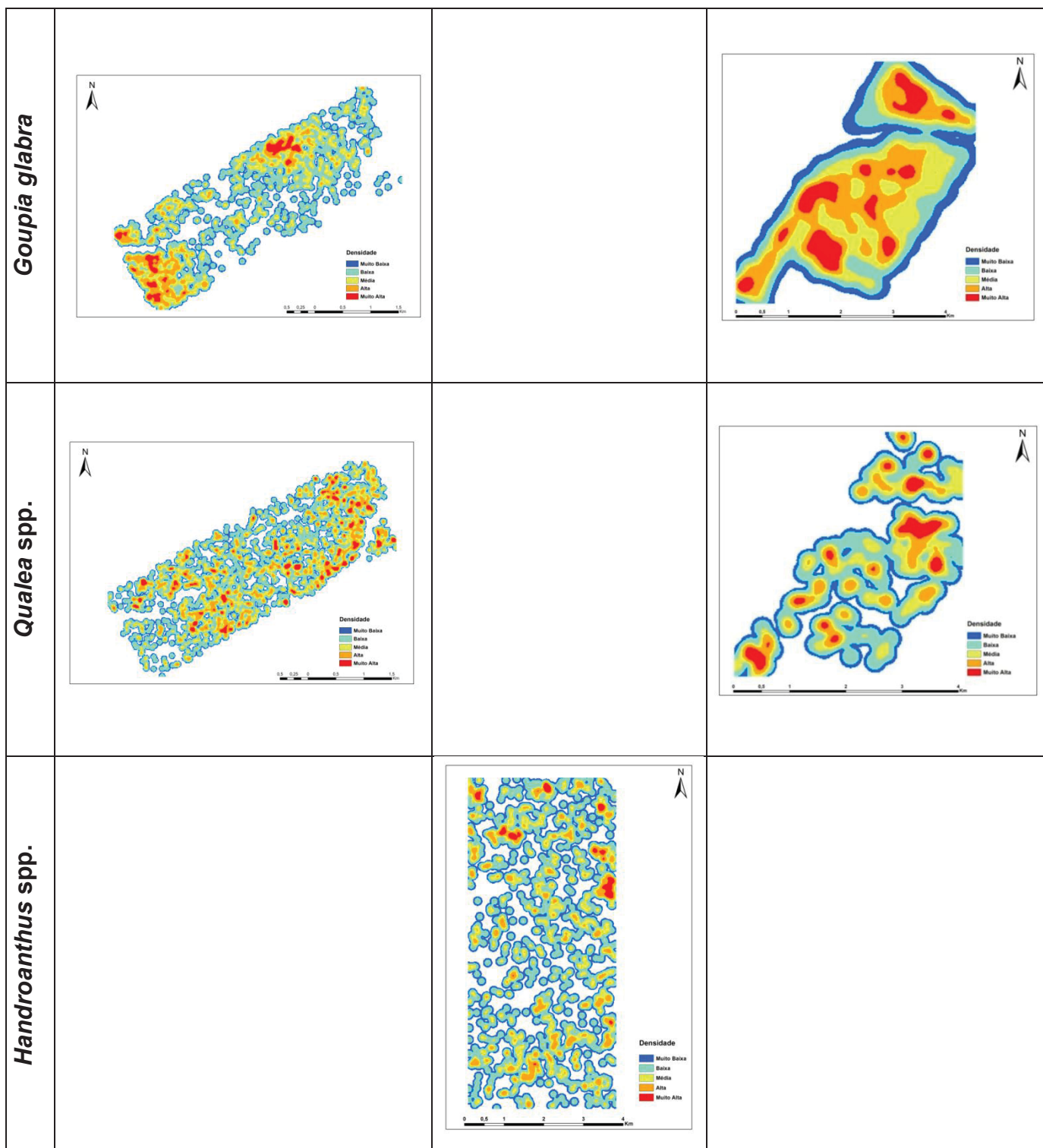
O raio obtido de acordo com o cálculo da distância entre árvores (BRAZ et al., 2015), apresentou uma grande variação (35 m a 370 m), sendo os valores menores observados para o total de espécies dos três locais, ocorrendo um aumento gradual, quando se trabalhou individualmente com as espécies e suas respectivas densidades. Segundo Amaral et al. (2002), em análise de interpoladores espaciais para estimativa de densidade na Amazônia, observaram que o raio de Kernel é adaptativo à estrutura da população local, ou seja, em regiões de baixa densidade

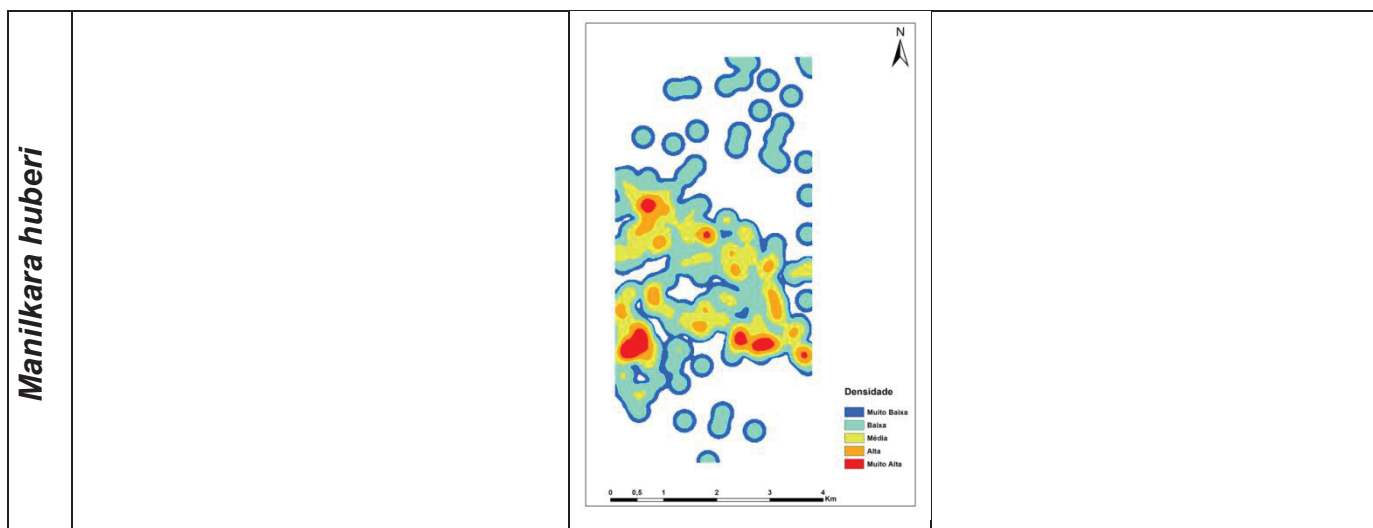
não há alteração no tamanho do raio, porém, em regiões de alta densidade, o raio diminui proporcionalmente.

A densidade de Kernel obtida para o censo da área, bem como para as espécies analisadas individualmente estão apresentadas na Figura 5.

FIGURA 5 – Densidade de Kernel para as três áreas de manejo considerando todas as espécies e individualmente para as espécies selecionadas em sua respectiva área de ocorrência.







FONTE: A autora (2020).

Para o total de espécies, observa-se em Brasnorte uma densidade variando de média a muito alta, ocorrendo valores de baixa densidade apenas nas áreas limítrofes. É possível identificar manchas de densidade muito alta de forma nítida. O mesmo foi observado em Santa Carmem, onde a área apresenta uma densidade alta ou muito alta de árvores, demonstrando valores baixos de densidade somente na região limítrofe. Em Colniza nota-se um padrão de distribuição diferente, com variação em todas as classes de densidade de Kernel consideradas, sendo possível identificar zonas de densidade muito alta ao norte da área (Figura 5).

Dipteryx odorata apresentou em Brasnorte pequenas manchas de densidade, variando de média a alta, com baixa ocorrência de regiões de densidade muito alta. Em Colniza, observam-se manchas definidas de densidade muito alta espalhadas pela área, e cabe ressaltar que essas manchas não foram coincidentes com o que foi observado no mapa para todas as espécies. Na região de Santa Carmem, a mesma espécie apresentou densidade variando de muito alta, em regiões mais centralizadas, a muito baixa, em regiões limítrofes.

Goupia glabra também apresentou manchas de densidade bem definidas, variando de média a muito alta. As regiões de muito alta densidade da espécie foram coincidentes com o mapa para todas as espécies na região de Brasnorte. O mesmo comportamento foi observado na região de Santa Carmem.

Para *Qualea* spp. também é possível observar manchas definidas de densidade muito alta, tanto para a região de Brasnorte, como em Santa Carmem. Os

pontos de densidade muito alta para o cambará foram seguidos por pontos de baixa densidade, mostrando que a espécie ocorre em reboleiras.

Manilkara huberi apresentou pequenas manchas de densidade variando de média a alta, com baixa ocorrência de regiões de densidade muito alta. Porém, é possível identificar zonas preferenciais para o manejo da espécie, sendo possível direcionar a exploração dessa espécie. *Handroanthus* spp. apresentou distribuição em classes de densidade semelhante, com poucas manchas de densidade muito alta. Estas são coincidentes com o que foi observado no mapa para todas as espécies, pois a espécie apresentou pequenas manchas de densidades média e alta dispersas por toda a área.

De maneira geral, o mapa de distribuição de Kernel para os dados de todas as espécies apresentou alta densidade de indivíduos, com presença de áreas (manchas) com maior concentração de árvores que identificam zonas preferenciais para a condução do manejo florestal na área. Essas são claramente observadas no mapa de *Qualea* spp., pois mesmo tendo a espécie apresentado maior densidade em ambas as áreas em que ocorre, o cambará apresentou maior dispersão na espacialização da distribuição da densidade. Seguindo o padrão observado para o censo, as zonas preferenciais não são as mesmas daquelas de *G. glabra* e *D. odorata*.

A análise da densidade de Kernel surge como promissora ferramenta de auxílio na análise da distribuição espacial das espécies ou grupos de espécies de interesse, permitindo um planejamento direcionado, principalmente no que se refere à alocação das redes viárias e pátios de estocagem.

5.1.3 Diversidade e distribuição espacial

A área de estudo em Brasnorte apresentou índice de Shannon (H') de 2,83 para árvores com DAP ≥ 35 cm, Colniza apresentou $H' = 3,21$, para DAP ≥ 40 cm e Santa Carmem $H' = 2,45$ para o total das 36 espécies, com dap ≥ 30 cm. Estes H' encontrados estão abaixo dos valores de referência para a Floresta Amazônica, indicando que a área apresenta baixa diversidade. Os limites considerados por Knight (1975), para as florestas amazônicas, variam de 3,83 a 5,85. Porém, os valores observados neste trabalho podem ser explicados pelo limite de inclusão das amostras no inventário pré-exploratório ser superior aos levantamentos usuais de

florística, que consideram $DAP \geq 10$ cm (SILVA et al., 2015; COSTA et al., 2018). Andrade et al. (2017) observaram valor semelhante ao deste estudo para uma área de Floresta de Terra Firme em Rondônia ($H'=2,96$, para indivíduos com $DAP \geq 1$ cm), e justificaram que o valor baixo encontrado, comparado a outros trabalhos desenvolvidos na região Amazônica, ocorreu provavelmente por influência das características edáficas e hidrológicas locais. Silva et al., (2008) encontraram para sua área de estudo $H'= 2,71$, e consideraram que este valor indicava baixa densidade do local, sendo amostrados indivíduos com $DAP \geq 20$ cm.

Em trabalhos realizados em regiões de Terra Firme, Almeida et al. (2012) e Andrade et al. (2015) relataram valores superiores aos encontrados nesse trabalho (com $H' = 4,4$). Gualberto et al. (2014) encontraram $H'= 3,36$ para o estrato adulto, considerando indivíduos com $DAP \geq 30$ cm e Andrade et al. (2017) $H'= 2,96$, valor este, considerado baixo pelos autores. Apesar do valor de H' observado na área de estudo deste trabalho indicar uma baixa diversidade de espécies, vale destacar a importância da área, pois as espécies com maiores densidades são aquelas com importância econômica para o setor madeireiro da região.

De acordo com a classificação de McGuinness (IGA), 26 espécies foram classificadas com tendência a agrupamento ($1,0 < IGA < 2,0$) na região de Brasnorte (33 espécies), o que corresponde a 79% do total. Dentre estas, encontram-se as espécies selecionadas para este estudo, *Qualea* spp., *Dipteryx odorata* e *Goupia glabra*. Cinco espécies (15%) apresentaram padrão aleatório de distribuição ($IGA = 1,0$), sendo que 3 apresentaram somente um indivíduo na área. Apenas 2 espécies (6%) foram classificadas como uniforme ($IGA < 1,0$), sendo elas *Jacaranda copaia* (caroba) e *Didymopanax macrocarpum* (mandiocão).

Em Colniza, das 35 espécies, 31 foram classificadas com tendência a agrupamento ($1,0 < IGA < 2,0$), o que corresponde a 86% do total. Dentre estas, encontram-se as espécies selecionadas para este estudo, *Dipteryx odorata*, *Manilkara huberi* e *Handroanthus* spp. *Bertholletia excelsa* e *Swietenia macrophylla* apresentaram padrão aleatório de distribuição ($IGA = 1,0$) (6%), sendo que a segunda apresentou 9 indivíduos na área. Outras duas espécies foram classificadas como uniforme ($IGA < 1,0$, equivalendo a 6%), sendo elas *Vatairea sericea* e *Copaifera langsdorffii*.

Para a região de Santa Carmem, seis espécies foram classificadas com ocorrência uniforme ($IGA < 1,0$), sendo elas as duas espécies de angelim

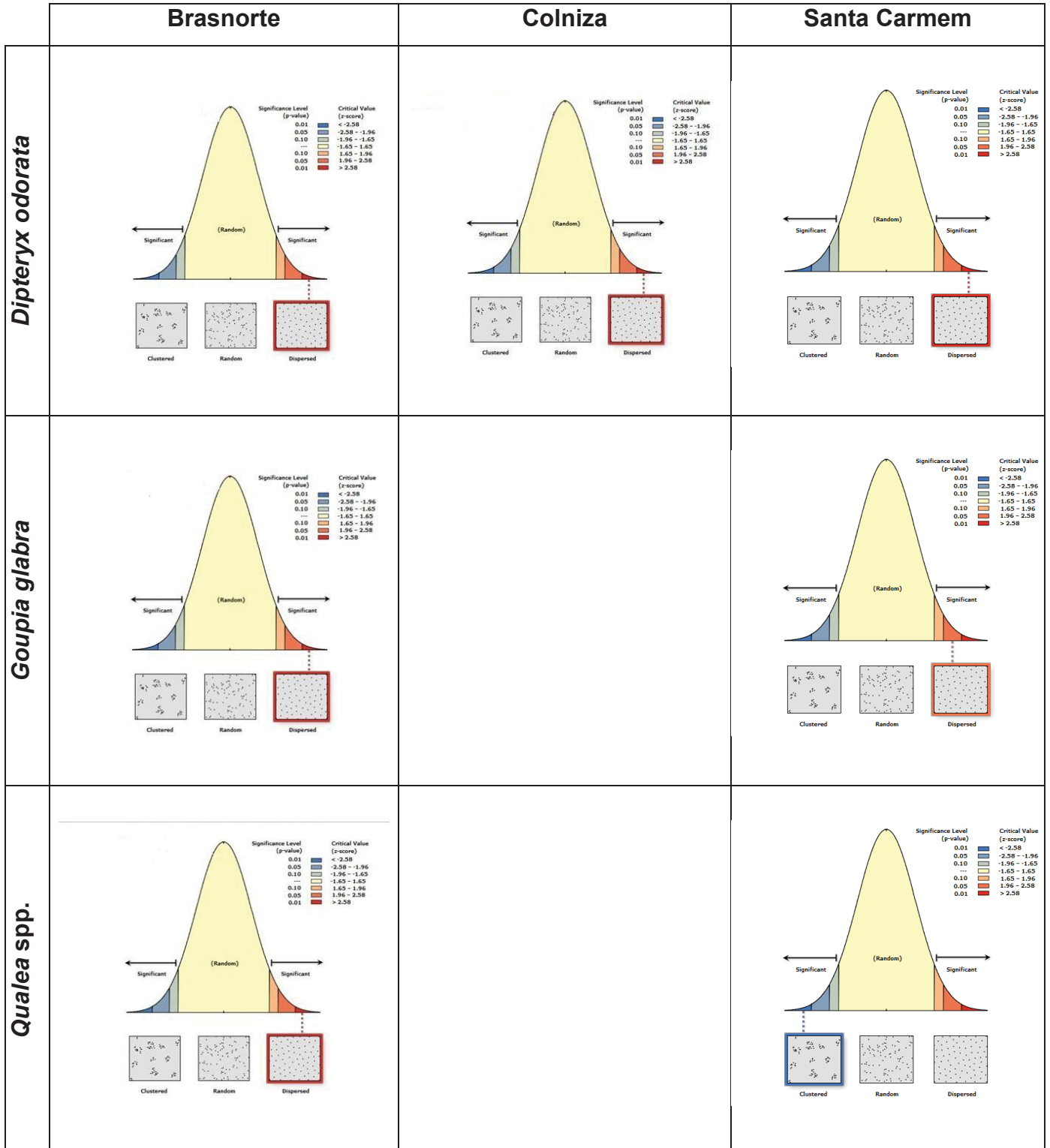
(*Hymenolobium petraeum* e *Parkia pendula*), as duas de sucupira (*Pterodon pubescens* e *Bowdichia nitida*), cumarú (*Dipteryx odorata*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*). Nove espécies foram classificadas com ocorrência aleatória (IGA = 1,0), cabendo destaque para tamboril (*Enterolobium maximum*), que apresentou elevado número de árvores na área (207), quando comparado com as demais espécies que apresentaram número de indivíduos pouco expressivos. Aproximadamente 53% das espécies observadas no local de estudo apresentaram tendência a agrupamento ($1,0 < \text{IGA} < 2,0$), dentre elas, espécies com importância econômica para produtos madeireiros, como cedrinho (*Erismia uncinatum*), amescla (*Trattinnickia busseraefolia*), cupiúba (*Goupia glabra*), itaúba (*Mezilaurus itauba*), garapeira (*Apuleia leiocarpa*), caroba (*Jacaranda copaia*) e peroba (*Aspidosperma polyneuron*). Cambará (*Qualea* spp.) e castanheira (*Bertholletia excelsa*) foram classificadas como agregadas (IGA > 2,0).

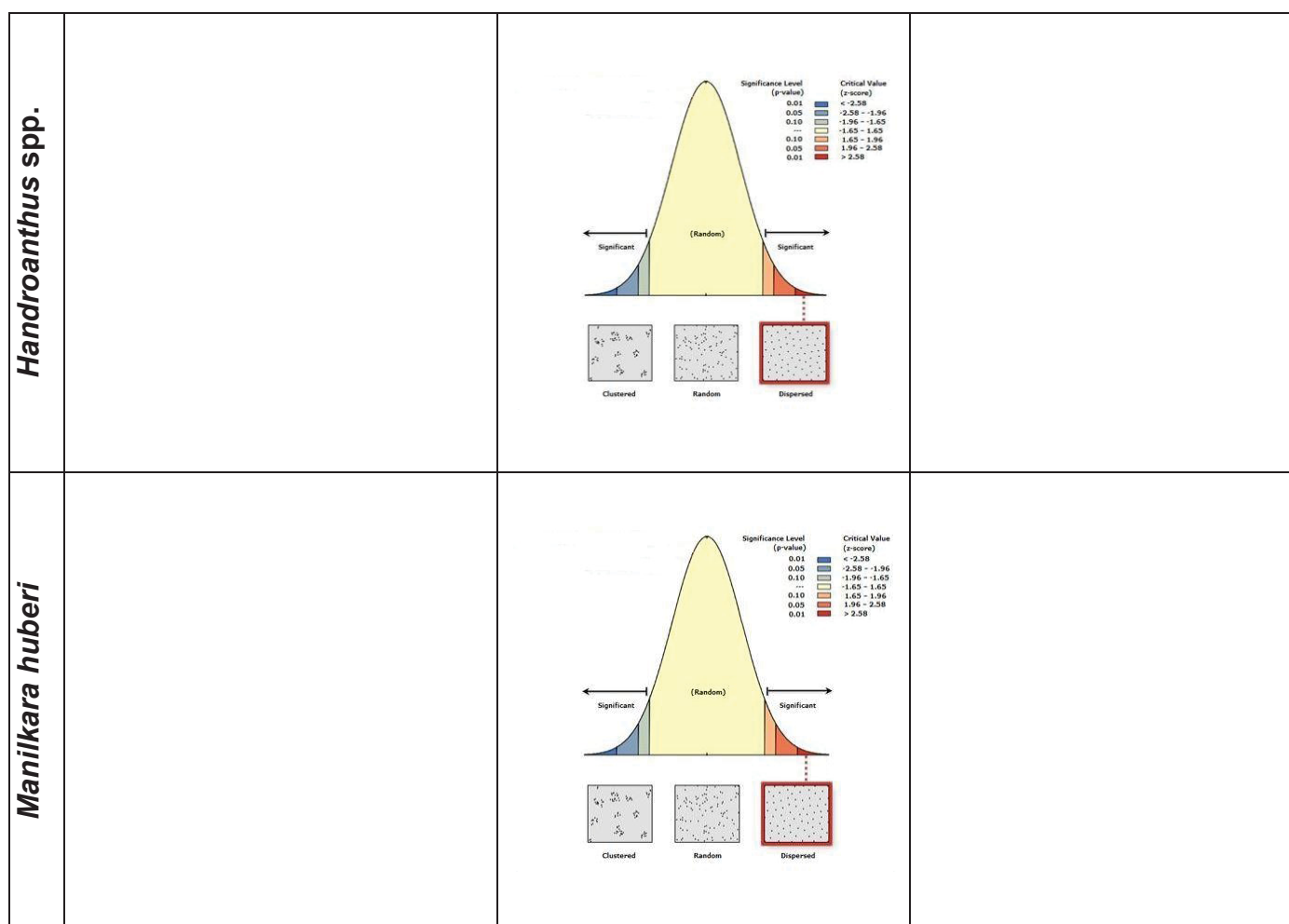
Batista et al. (2015) observaram que a maioria das espécies apresentaram padrão aleatório (47,3%), 33,3% das espécies apresentaram padrão de tendência a agrupamento e 19,4% indicaram agrupamento em uma região de Floresta de Terra Firme no Amapá. Ribeiro et al. (1999) observaram nas regiões Carajás e Marabá, que as espécies com VI 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. Essa diferença no padrão de distribuição de espécies de uma mesma formação florestal indica a necessidade por estudos mais específicos por espécie ou grupo de espécies de interesse.

Ubialli et al. (2009), analisando o índice de agregação de McGuinness para uma área de floresta natural no estado do Mato Grosso, observaram que quando aumentou o tamanho das parcelas (variando de 400 m² a 1 ha), as espécies passaram de um comportamento de dispersão aleatório para tendência a agrupamento e, espécies que apresentaram tendência a agrupamento passaram a ser classificadas como gregárias. Possivelmente, a classificação da *Qualea* spp. como gregária na região de Santa Carmem se deu por ser a espécie de maior densidade no local de estudo, ocorrendo em reboleiras espalhadas por toda a área (Figura 5).

Na Figura 6 observa-se a dispersão em nível de espécie, considerando o algoritmo do vizinho mais próximo, para *Dipteryx odorata*, *Goupia glabra*, *Qualea* spp., *Handroanthus* spp. e *Manilkara huberi*.

FIGURA 6 – Dispersão das espécies nas três áreas de manejo florestal, na região norte do MT. Desvio padrão da média das distâncias = $\pm 2,58$ ($p \pm 0,01$).





FONTE: A autora (2020).

Em Brasnorte *Qualea* spp. apresentou z-score = 1,88 e p-valor = 0,00, *Goupia glabra*, z-score = 1,55 e p-valor = 0,00 e *Dipteryx odorata*, z-score = 1,04 e p-valor = 0,00. Na região de Santa Carmem *Qualea* spp. apresentou comportamento gregário (z-score = -6,71 e p-valor = 0,00), e *Goupia glabra* (z-score = 2,27 e p-valor = 0,02) e *Dipteryx odorata* (z-score = 3,15 e p-valor = 0,01), comportamento disperso. As três espécies analisadas individualmente na região de Colniza apresentaram comportamento disperso, sendo que *Dipteryx odorata* apresentou z-score = 1,46 e p-valor = 0,00, *Manilkara huberi*, z-score = 1,14 e p-valor = 0,00 e *Handroanthus* spp. z-score = 2,67 e p-valor = 0,00.

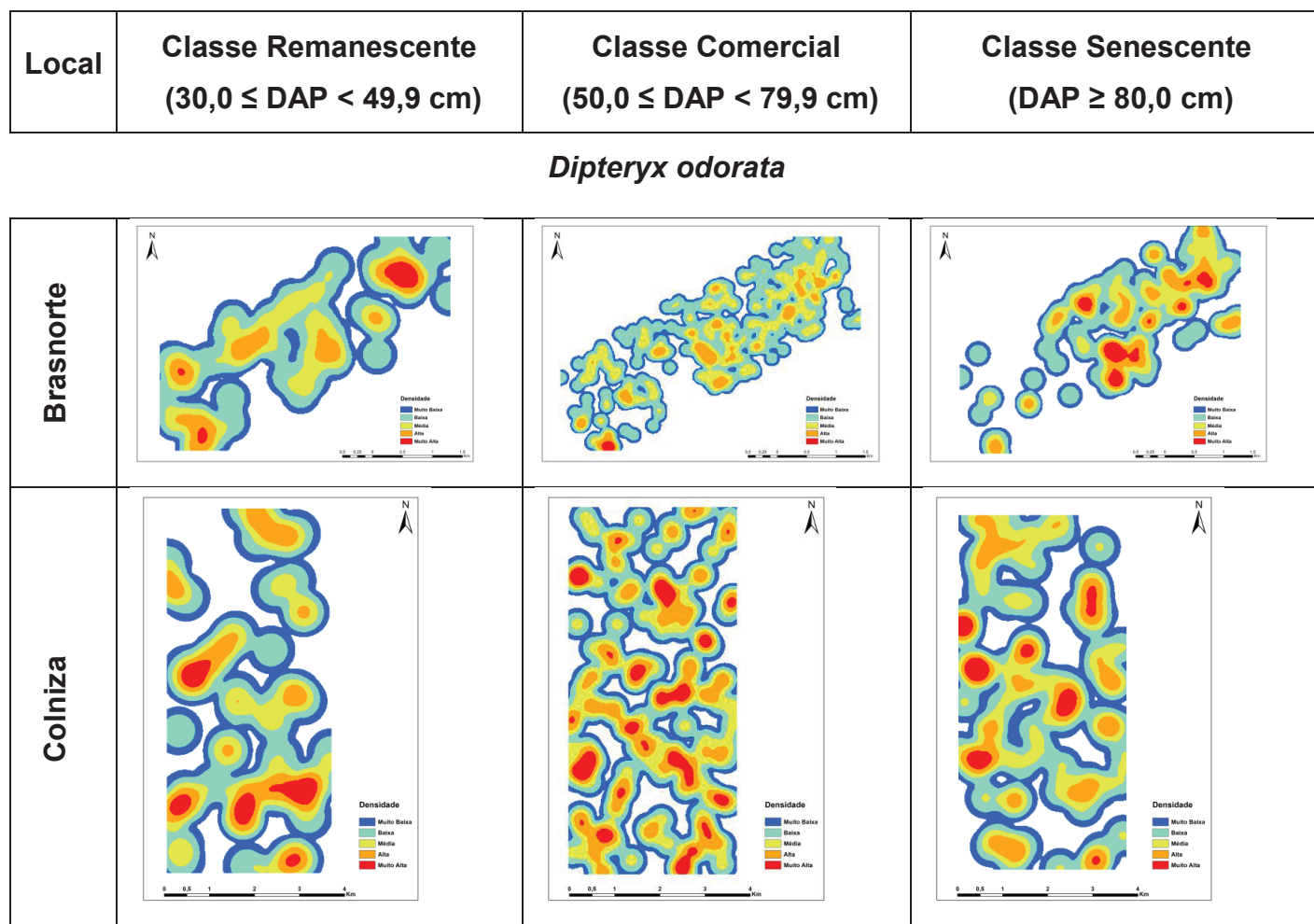
Assim como foi observado na área de Brasnorte, em Colniza as espécies analisadas individualmente apresentaram padrão de distribuição de tendência a agrupamento, segundo McGuinness, e padrão disperso, de acordo com a distribuição pelo método do vizinho mais próximo, indicando certa discrepância nas análises consideradas. Admitindo-se que a análise de dispersão realizada no software

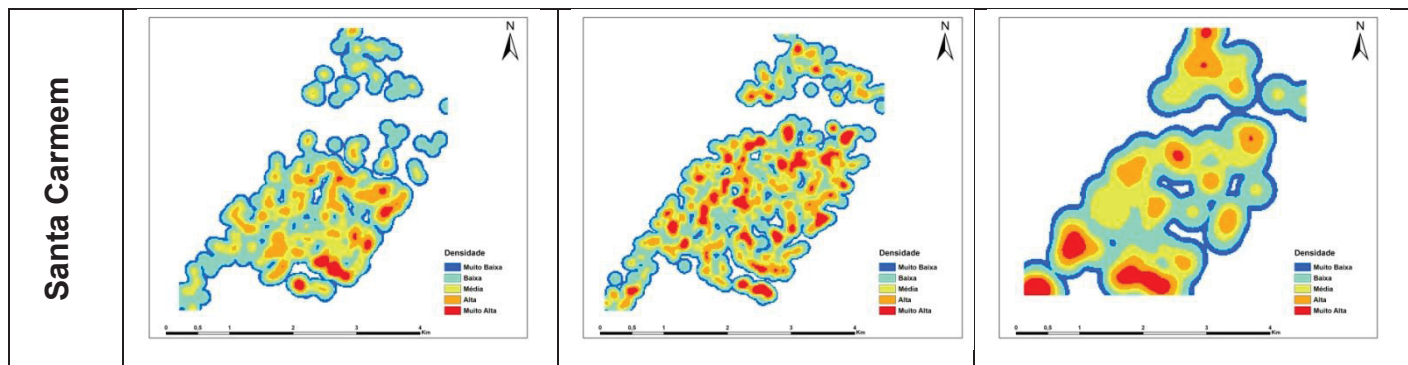
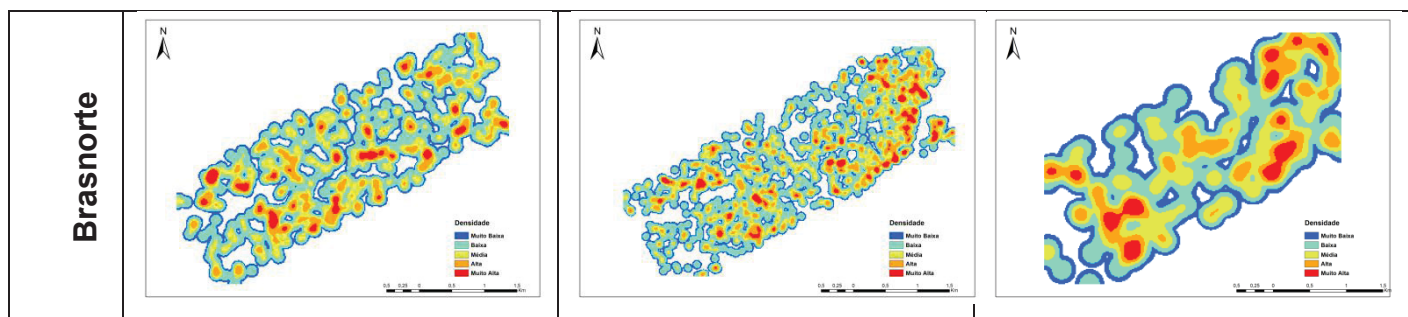
ArcGIS considera a coordenada geográfica de cada árvore, sugere-se que o resultado obtido com ArcGIS é mais confiável do que aquele obtido pelo método tradicional (MCGUINESS, 1934).

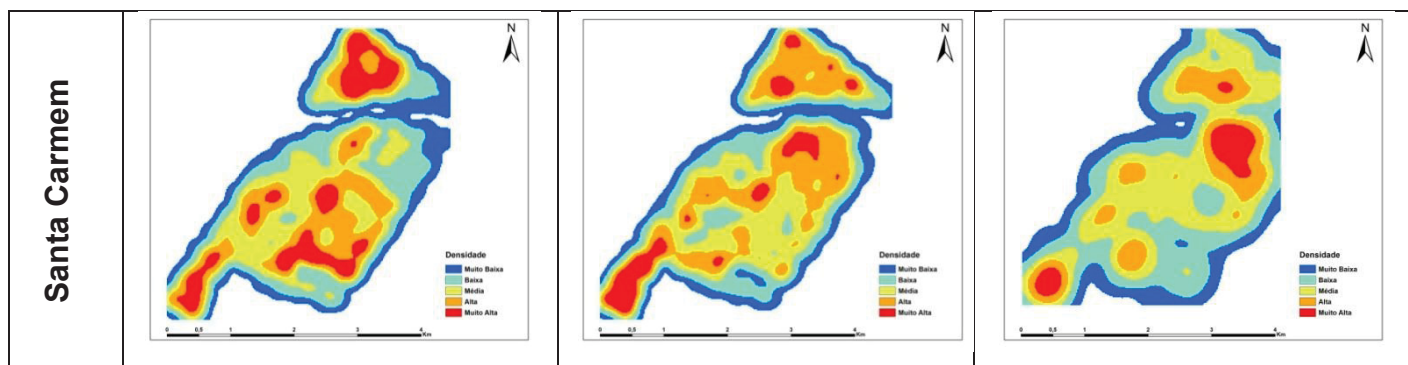
5.1.4 Densidade de Kernel aplicada a classes de diâmetro

A distribuição dos indivíduos de *Dipteryx odorata*, *Goupia glabra*, *Qualea* spp., *Handroanthus* spp e *Manilkara huberi* em três classes de diâmetro foi representada na Figura 7.

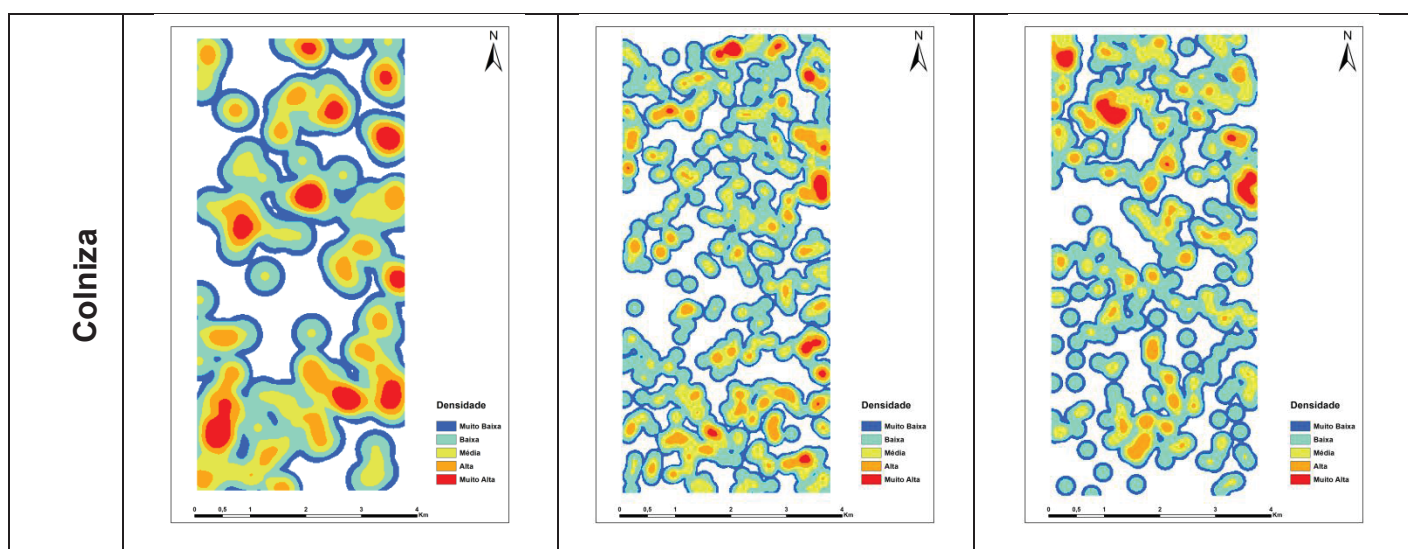
FIGURA 7. Mapa da distribuição dos indivíduos das espécies selecionadas em classes de diâmetro, em três áreas de manejo florestal, no norte do MT.



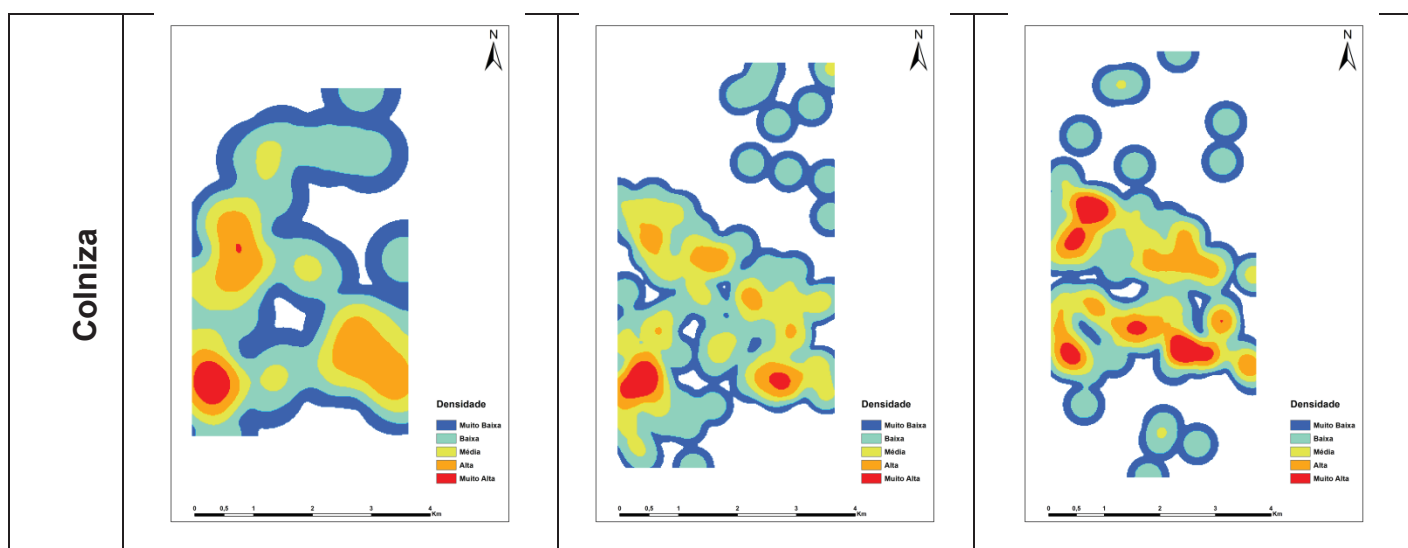
***Goupia glabra******Qualea spp.***



***Handroanthus* spp.**



Manilkara huberi



FONTE: A autora (2020).

Em Brasnorte, *Dipteryx odorata*, espécie que dentre as selecionadas foi a que apresentou menor número total de indivíduos (537), apresentou poucas

manchas de alta e muito alta densidade, sendo que nas classes remanescente e senescente ocorreram de forma mais intensa. A classe comercial, que compreende a cerca de 60% do total de indivíduos, apresenta regiões de média e alta densidade distribuídas por toda a área. E, assim como foi observado para a cupiúba, o cumarú apresenta menor concentração de indivíduos na classe remanescente (10%). Para *Dipteryx odorata* é possível observar na região de Colniza que há ocorrência de manchas de densidade muito alta nas três classes consideradas, sendo que 50% do total de árvores são observadas na classe comercial, 20% na classe remanescente e 30% na classe senescente, indicando certo equilíbrio entre ingresso e mortalidade. Na região de Santa Carmem, apesar de *D. odorata* apresentar menor densidade na área de estudo, o padrão de distribuição é semelhante a *Qualea* spp., com maior representatividade nas duas primeiras classes (414 árvores com $30,0 \leq \text{DAP} < 49,9$ cm e 582 árvores com $50,0 \leq \text{DAP} < 79,9$ cm), com pequena superioridade de indivíduos na classe passível de exploração. Na classe de $\text{DAP} \geq 80,0$ cm foi observada diminuição no número de árvores (apenas 8,1% do total).

Silva et al. (2008), considerando classes diamétricas ≥ 25 cm, observaram para um total de 20 espécies com maior IVI, dentre elas a *Qualea* spp., uma maior concentração de indivíduos na primeira classe ($20 < \text{DAP} \leq 30$ cm), sendo que as três primeiras classes somam 84% dos indivíduos. Não houve representação de indivíduos nas classes de 85 e 95 cm de DAP.

Goupia glabra apresentou regiões de densidades muito altas bem definidas, indicando zonas preferenciais para a exploração da espécie na região de Brasnorte. Diferente do que foi observado para a *Qualea* spp., a maior concentração de indivíduos ocorreu nas classes comerciais (50%) e senescente (30%), indicando que a espécie apresenta uma longevidade maior do que o cambará. Em Santa Carmem, *Goupia glabra* apresentou maior número de árvores na classe comercial (1.090 árvores com $50,0 \leq \text{DAP} < 79,9$ cm), sendo observadas 530 árvores com $30,0 \leq \text{DAP} < 49,9$ cm e 583 árvores com $\text{DAP} \geq 80,0$ cm.

Na região de Brasnorte, é possível observar que, do total de 2.001 indivíduos de *Qualea* spp., cerca de 60% representam a classe comercial, 30% a classe remanescente e somente 10% da população atinge diâmetros superiores a 80 cm de DAP. De maneira geral, a espécie apresenta pequenas manchas de maior densidade de árvores distribuídas por toda a área. Em Santa Carmem *Qualea* spp. apresentou grande estoque de árvores nas duas classes menores (3.687 árvores

com $30,0 \leq \text{DAP} < 49,9$ cm e 5.274 árvores com $50,0 \leq \text{DAP} < 79,9$ cm), sendo que o número de indivíduos com $\text{DAP} \geq 80,0$ cm não chega a 2,3% da população.

Handroanthus spp., espécie dentre as selecionadas com o maior número de indivíduos na área de Colniza, apresentou comportamento semelhante ao observado para a maçaranduba, sendo que 50% do total de árvores representava a classe comercial, 40% a classe senescente e 10% a classe remanescente. É possível observar manchas mais consistentes de densidade muito alta, nas classes seguintes, que ocorrem em menor proporção, porém, são coincidentes com o que foi observado tanto para o total de indivíduos de *Handroanthus* spp., bem como para o censo da área, indicando assim, zonas preferenciais de manejo para a espécie.

Manilkara huberi, na região de Colniza, quando dividida em classes de diâmetro, apresentou o mesmo comportamento observado quando considerado o total de árvores, com concentração de indivíduos bem definida em todas as classes. As classes comercial e senescente concentram 45% do total de indivíduos cada, e a classe remanescente conta com 10% do total de árvores observadas para a espécie.

O volume de madeira de um povoamento natural varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição das espécies (BRAZ et al., 2012). Por tal razão, é impossível esperar que uma divisão da área de uma floresta natural em partes iguais corresponda à divisão do volume também em partes iguais (Hosokawa et al., 1998), 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). Os sítios de alta produtividade devem ter áreas menores e os de baixa, áreas maiores. Isto indica que se deve buscar o planejamento, visando ao fluxo constante, almejando UPAs otimizadas, apesar da heterogeneidade da floresta (Braz, 2005).

Com os mapas de densidades de Kernel, considerando a distribuição de diâmetro em classes remanescente, comercial e senescente, foi observado que *Qualea* spp. raramente atinge grandes diâmetros ($\text{DAP} > 115$ cm), apresentando baixa sobrevivência na última classe ($\text{DAP} \geq 80$ cm), correspondendo a 2,3% do total de indivíduos. *D. odorata*, assim como foi observado para *Qualea* spp., apresentou na classe superior a 80 cm, uma relevante queda na quantidade de árvores. No entanto, *G. glabra* apresentou indivíduos na classe superior a 80 cm equivalente às

demais classes de DAP, indicando baixa mortalidade. Segundo Carvalho (1984), em regiões Amazônicas, espécies de ciclo de vida longo apresentam alta abundância em todas as classes de diâmetro.

Pode-se observar pelos mapas que nas áreas com maior densidade cabe uma análise diferenciada tanto para planejamento, priorizando as zonas preferenciais para manejo, considerando as espécies de maior valor comercial no momento e assim, otimizando a exploração e os custos, bem como para tratamentos silviculturais diferenciados para áreas de maior ou menor densidade. Estas imagens apoiam as informações gerais fitossociológicas, antes apenas quantitativas, informando sobre a distribuição real das espécies de interesse nas áreas de manejo, principalmente com relação às classes para explorar, aplicar tratamentos silviculturais ou mesmo no planejamento com menor dano. Diante disso, sugere-se que mapas de densidade podem fornecer informações importantes, tanto para o planejamento de um PMFS quanto para o entendimento da dinâmica de desenvolvimento da floresta como um todo ou em nível de espécie.

5.2 PADRÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE 5 ESPÉCIES EM TRÊS REGIÕES NO NORTE DO MATO GROSSO

Como em florestas nativas o uso da idade é de difícil aplicação, o conhecimento da estrutura diamétrica é requisito essencial ao planejamento e execução de projetos de manejo (CUNHA, 1994). Carvalho (1987), em um estudo sobre a distribuição diamétrica de espécies em uma área de mata densa, na Floresta Nacional (Flona) do Tapajós, observou uma grande variação na distribuição das espécies nas classes diamétricas.

Na região de Brasnorte foram encontradas 16.382 árvores de todas as espécies arbóreas com mais de 40 cm de DAP, das quais: 641 são da espécie *D. odorata*, 1.687 de *G. glabra* e 2.384 de *Qualea* spp. Em Colniza, o total foi de 8.602 indivíduos, sendo 120 árvores de *Dipteryx odorata*, *Handroanthus* spp. apresentou um total de 508 indivíduos e *Manilkara huberi* apresentou um total de 122 árvores. Para a região de Santa Carmem foi observado o total de 26.095 árvores, sendo que deste total foram observados 1.031 indivíduos de *Dipteryx odorata*, 2.232 indivíduos de *Goupia glabra* e 8.905 indivíduos de *Qualea* spp. O número de árvores observados para a região de Colniza, quando comparada com as regiões de Santa

Carmem e Brasnorte foi 4 e 2 vezes menor, respectivamente. Porém, a área apresentou indivíduos de maiores dimensões, ocorrendo nas classes superiores com um número relativamente superior ao observado nas outras regiões.

A descrição da distribuição de diâmetros em classes diamétricas para todas as espécies (1.000 ha) das três áreas de estudo e para as espécies estudadas com base no inventário 100% estão apresentadas na Tabela 6.

A distribuição de indivíduos em classes de diâmetro para árvores com DAP \geq 40 cm, apresentou o padrão “J invertido”, comumente observado para florestas tropicais, sendo que, para as três áreas de estudo desta pesquisa, mais de 75% dos indivíduos se concentram nas três primeiras classes. Essa distribuição diamétrica caracteriza florestas heterogêneas tendo sido constada por vários autores com dados da região amazônica (CARVALHO, 1981; BARROS, 1986; CUNHA, 1994; ANDRADE et al., 2015). Em estudo realizado na Flona do Tapajós e florestas pluviais semelhantes, Carvalho (1987) observou 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 (CARVALHO, 1987). Souza et al. (2011), em fragmento de Floresta de Terra Firme no Amapá, classificaram a distribuição diamétrica como “J” invertido para árvores com DAP \geq 11,78 cm. Porém, se considerarmos as classes com DAP \geq 31,78 cm, o padrão se torna semelhante ao observado neste trabalho, para árvores acima de 40 cm de diâmetro.

Para *Goupia glabra*, em Santa Carmem, aproximadamente 60% das árvores ocorrem nas três primeiras classes, com maior concentração de indivíduos na classe de 55 cm. Observou-se também que, apesar de haver um decréscimo de indivíduos nas classes seguintes, este não se dá de forma proporcional. Resultado semelhante foi observado por Hirai et al. (2007) que também observaram maior concentração de indivíduos de cupiúba na classe de 55 cm, em uma floresta de Terra Firme no Pará, e por Carvalho (1981), na Flona do Tapajós, onde justificou a ausência de indivíduos com $15 \leq$ DAP $<$ 35 cm, por ser uma espécie heliófila, e o trabalho ter sido realizado em uma floresta primária.

TABELA 6. Número de árvores (em 1.000 ha) por classe diamétrica para todas as espécies e individualmente para as espécies estudadas na região de norte, MT.

Classe	N/classe														
	Região de Brasnorte - MT					Região de Colniza - MT					Região de Santa Carmem - MT				
	LI	CC	LS	Total de espécies	Dipteryx odorata	Goupia glabra	Qualea spp.	Total de espécies	Dipteryx odorata	Handroanthus spp.	Manilkara huberi	Todas as espécies	Dipteryx odorata	Goupia glabra	Qualea spp.
1	40,0	45,0	49,9	4815	70	283	640	1672	18	40	12	7495	318	452	3072
2	50,0	55,0	59,9	4549	140	315	636	1729	21	74	20	7697	305	478	3090
3	60,0	65,0	69,9	2999	144	267	528	1362	24	71	16	4887	209	393	1822
4	70,0	75,0	79,9	1844	121	247	351	1358	21	110	20	2678	105	290	701
5	80,0	85,0	89,9	1084	81	225	145	906	19	95	19	1525	53	264	187
6	90,0	95,0	99,9	569	55	146	61	600	11	52	14	887	19	165	27
7	100,0	105,0	109,9	282	19	90	19	362	5	29	8	505	17	90	5
8	110,0	115,0	119,9	123	6	52	2	224	2	16	6	230	3	51	1
9	120,0	125,0	129,9	72	3	40	1	142		8	4	121	1	30	
10	130,0	135,0	139,9	19	1	9		88		6	1	45		14	
11	140,0	145,0	149,9	12		3		49		3	1	16		2	
12	150,0	155,0	159,9	12		9		38		2	1	5		3	
13	160,0	165,0	169,9	2		1		25		1		2			
14	170,0	175,0	179,9	2		1		19				1			
15	180,0	185,0	189,9					13							
16	190,0	195,0	199,9					6							
17	200,0	205,0	209,9					3							
18	210,0	215,0	219,9					2							
19	220,0	225,0	229,9					1							
20	230,0	235,0	-					1							

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

FONTE: A autora (2020).

Dipteryx odorata apresentou padrão de distribuição unimodal na região de Brasnorte, com maior concentração de indivíduos na classe de 65 cm, semelhante ao que foi observado para a espécie na região de Brasnorte. Padrão semelhante ao encontrado por Braz et al. (2012) em uma área de manejo florestal no Acre, para a mesma tipologia florestal, onde observaram que as árvores presentes na classe de 55 cm de DAP e mantidas para um próximo ciclo serão as de maior contribuição para a recuperação do volume de madeira no ciclo final. Em Santa Carmem, a espécie apresentou o padrão “J” invertido, concentrando 80% das árvores nas três primeiras classes. Souza et al. (2011) observaram para o cumarú em uma Floresta de Terra Firme no Amapá o padrão “J” invertido, porém, com um decréscimo significativo de indivíduos na segunda classe de diâmetro considerada. Neste caso, os autores indicaram que esse déficit resulta de um processo natural da dinâmica da floresta, com a migração que ocorre de árvores dessas classes para as superiores.

Para *Qualea* spp., que é a espécie com maior número de indivíduos na área de estudo em Santa Carmem, esse percentual se aproxima de 90%, o que pode ser um forte indicativo de que essa espécie não atinge, de maneira geral, grandes dimensões para a variável em questão. Em Brasnorte a espécie também apresentou o padrão “J invertido” de distribuição nas classes de diâmetro, sendo que as duas primeiras classes concentravam mais de 50% das árvores observadas na área. Cunha (1994) observou o mesmo padrão de distribuição para *Qualea albiflora* em uma região de floresta tropical no Pará, para árvores acima de 45 cm de DAP. Neste trabalho, verifica-se que o gênero *Qualea* spp. é o de maior densidade na área, e seu padrão de distribuição diamétrica seguiu o mesmo padrão observado e esperado para todas as espécies.

Handroanthus spp. apresentou padrão multimodal e um total de 508 indivíduos, com picos de concentração de árvores nas classes de 55, 75 e 85 cm de diâmetro. Almeida et al. (2018), em análise de duas espécies de ipê no Cariri Pernambucano, identificaram padrão semelhante para *T. aurea* e padrão normal para *T. Impetiginosa*. O mesmo padrão foi observado para *Manilkara huberi*, que apresentou um total de 122 árvores. Carvalho (1981) e Hirai et al. (2008) encontraram padrões irregulares de distribuição para a maçaranduba, sendo que a maior concentração de indivíduos ocorreu nas classes de 45 a 85 cm de diâmetro, assim como neste trabalho, em que 70% das árvores se concentram nestas classes.

Em função da grande importância da distribuição diamétrica para o manejo florestal, várias pesquisas têm sido realizadas buscando encontrar modelos matemáticos que expresse apropriadamente a estrutura diamétrica. Segundo Orellana e Figueiredo Filho (2017), o ajuste de funções de densidade de probabilidade depende da estrutura da floresta e de como os diâmetros se dispõem nos intervalos de classe. Nos estudos de distribuições diamétricas normalmente são testados diferentes fdps e diferentes métodos de predição de seus parâmetros e isso faz com que os diferentes métodos de ajustes apresentem melhores estimativas que outros.

As estatísticas para avaliar as estimativas geradas para cada função densidade de probabilidade, considerando todas as árvores com DAP ≥ 40 cm, para as três áreas de estudo estão apresentadas na Tabela 7.

TABELA 7. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de todas as espécies com DAP > 40 cm, em 1.000 há, em três regiões no norte do Mato Grosso.

Região de Brasnorte - MT						
	Normal	Log-normal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb Johnson
Índice de Reynolds	3092	1965	2345	381	0	29
D calculado	0,0476	0,0283	0,0343	0,0103	0,0062	0,0023
D tabelado 5%	0,0106					
Parâmetros	$\sigma=52,27$ $\mu=14,20$	$\sigma=3,99$ $\mu=0,26$	$\alpha=14,49$ $\beta=3,77$	$\alpha=1,36$ $\beta=7,13$	$a=38,98$ $b=24,08$ $c=1,35$	$\delta=1,18$ $\lambda=140,1$ $\epsilon=35,45$ $\gamma=2,01$
Região de Colniza - MT						
Índice de Reynolds	1569	865	1091	124	112	387
D calculado	0,0462	0,0274	0,0320	0,0209	0,0221	0,0274
D tabelado 5%	0,0147					
Parâmetros	$\sigma=59,37$ $\mu=21,57$	$\sigma=4,13$ $\mu=0,35$	$\alpha=8,39$ $\beta=7,58$	$\alpha=1,34$ $\beta=7,07$	$a=37,94$ $b=35,86$ $c=1,37$	$\delta=1,29$ $\lambda=206,45$ $\epsilon=28,55$ $\gamma=2,05$
Região de Santa Carmem - MT						
Índice de Reynolds	4517	2755	3345	-732	221	-95
D calculado	0,0418	0,0211	0,0275	0,0189	0,0110	0,0028
D tabelado 5%	0,0084					
Parâmetros	$\sigma=52,49$	$\sigma=3,99$	$\alpha=15,89$	$\alpha=1,49$	$a=38,26$	$\delta=1,45$

$\mu=13,57$	$\mu=0,25$	$\beta=3,44$	$\beta=8,05$	$b=23,83$	$\lambda=345,94$
				$c=1,45$	$\varepsilon=34,36$
					$\gamma=3,85$

*D calculado: Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5%: Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

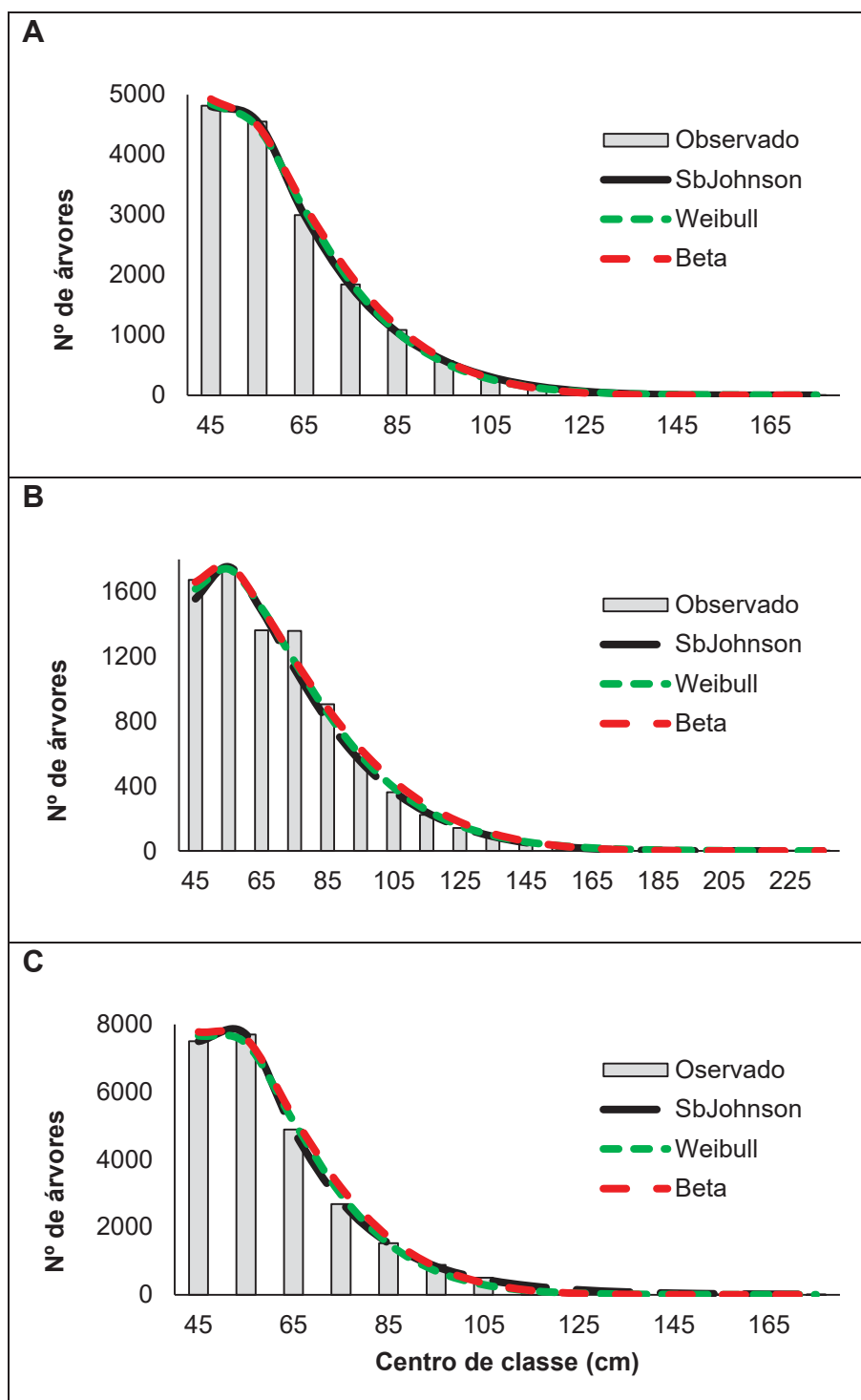
FONTE: A autora (2020).

Para a região de Brasnorte, pode-se observar que somente as funções Beta, Weibull e Sb de Johnson foram aceitas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Os valores estimados pelas fdps não aceitas subestimaram consideravelmente o total de árvores e resultaram em valores altos para o Índice de Reynolds. Para Colniza, o teste de Kolmogorov-Smirnov indica que nenhuma função se mostrou apto para a estimativa da distribuição diamétrica para o total de espécies. Em contrapartida, as funções Beta, Weibull e Sb de Johnson apresentaram valores satisfatórios para o Índice de Reynolds. Em Santa Carmem, somente a função Sb de Johnson foi aceita para a estimativa da distribuição diamétrica para o total da área. Além disso, a fdp apresentou pouca variação dos valores estimados em relação ao que foi observado nas classes diamétricas, mostrando a sua eficiência para explicar a distribuição diamétrica na área de estudo. Com exceção da função Weibull, que apesar de não ter sido aceita, apresentou boas estimativas, as demais fdps, de maneira geral, superestimaram o número de árvores, o que pode ter contribuído para a rejeição dos mesmos, além dos altos valores observados pelo Índice de Reynolds.

A não aderência das fdps aos conjuntos de dados pode ser explicado pela disposição dos dados de diâmetro. Orellana e Figueiredo Filho (2017) verificaram que um grande número de observações nas primeiras classes afeta diretamente os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov, sugerindo que o teste é sensível quando a frequência é grande nas classes, podendo indicar a falta de ajuste para os modelos testados.

Os valores observados para o Índice de Reynolds para as funções Beta, Weibull e Sb de Johnson, de maneira geral, são satisfatórios e a aderência dessas funções pode ser observada graficamente, onde percebemos que, mesmo não sendo aceitas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, apresentaram boas estimativas por classe diamétrica (Figura 8).

FIGURA 8. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para todas as espécies com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Colniza; e c) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso.



FONTE: A autora (2020).

Graficamente, observa-se que as curvas estimadas pelas funções Beta, Weibull e Sb de Johnson, apresentaram comportamento muito semelhante, para os três locais considerados. Em análise da distribuição diamétrica de uma Floresta

Subtropical em Irati (PR), Orellana e Figueiredo Filho (2017) observaram que a função de Weibull 3P apresentou o menor valor para o Índice de Reynolds, contudo, a função Beta apresentou estimativas satisfatórias, indicando ambas as funções para avaliação da distribuição diamétrica da floresta estudada. Apesar de ser uma formação florestal diferente, o padrão de distribuição foi semelhante ao observado neste trabalho (“J” invertido).

Para Vanclay (1994), a análise dos resíduos das funções que apresentam as melhores estimativas na análise estatística é determinante na escolha da melhor função, pois indica de forma clara se o ajuste subestima ou superestima a variável analisada.

Constatou-se que as funções, de maneira geral, apresentam tendências em subestimar as classes superiores de diâmetro. Todavia, é importante ressaltar que nessas classes o número de árvore encontradas no censo é inferior a 20 árvores (Tabela 8). Dentre as fdps aptas pelo teste KS, considerando os valores observados para o Índice de Reynolds, bem como os gráficos de aderência da curva estimada aos dados reais e a análise dos gráficos dos resíduos, a função de Weibull 3P foi selecionada para estimar a distribuição diamétrica para as árvores de todas as espécies encontrados no censo das regiões de Brasnorte e Colniza. Segundo Scolforo (2006), desde a sua introdução na ciência florestal, a função Weibull tem sido amplamente utilizado para descrever a distribuição diamétrica, tanto em florestas equiâneas quanto inequiâneas, devido suas características matemáticas que o tornam um modelo flexível.

Diferente do que foi observado para as regiões de Brasnorte e Colniza, em Santa Carmem observou-se que as funções Beta e Weibull subestimaram os dados reais a partir da classe de 95 cm de diâmetro. Já a função de Sb de Johnson apresentou uma superestimativa dos dados a partir da classe de 115 cm. Para as classes inferiores os erros foram mínimos. Cunha (1994) ressalta que a fdp de Sb de Johnson possui quatro parâmetros, sendo dois deles referente ao limite inferior e outro a amplitude, além disso, demonstra relativa estabilidade por meio de uma variedade de conjunto de dados.

Para a distribuição diamétrica de *Dipteryx odorata* todas as funções foram aceitas pelo teste KS nas regiões de Brasnorte e Colniza, porém, na região de Santa Carmem a função Normal não foi apta pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Assim como foi observado para o total de espécies as fdps que mais se destacaram, de

acordo com o Índice de Reynolds para o cumarú foram as funções Beta, Weibull e Sb de Johnson (Tabela 8 e Figura 9).

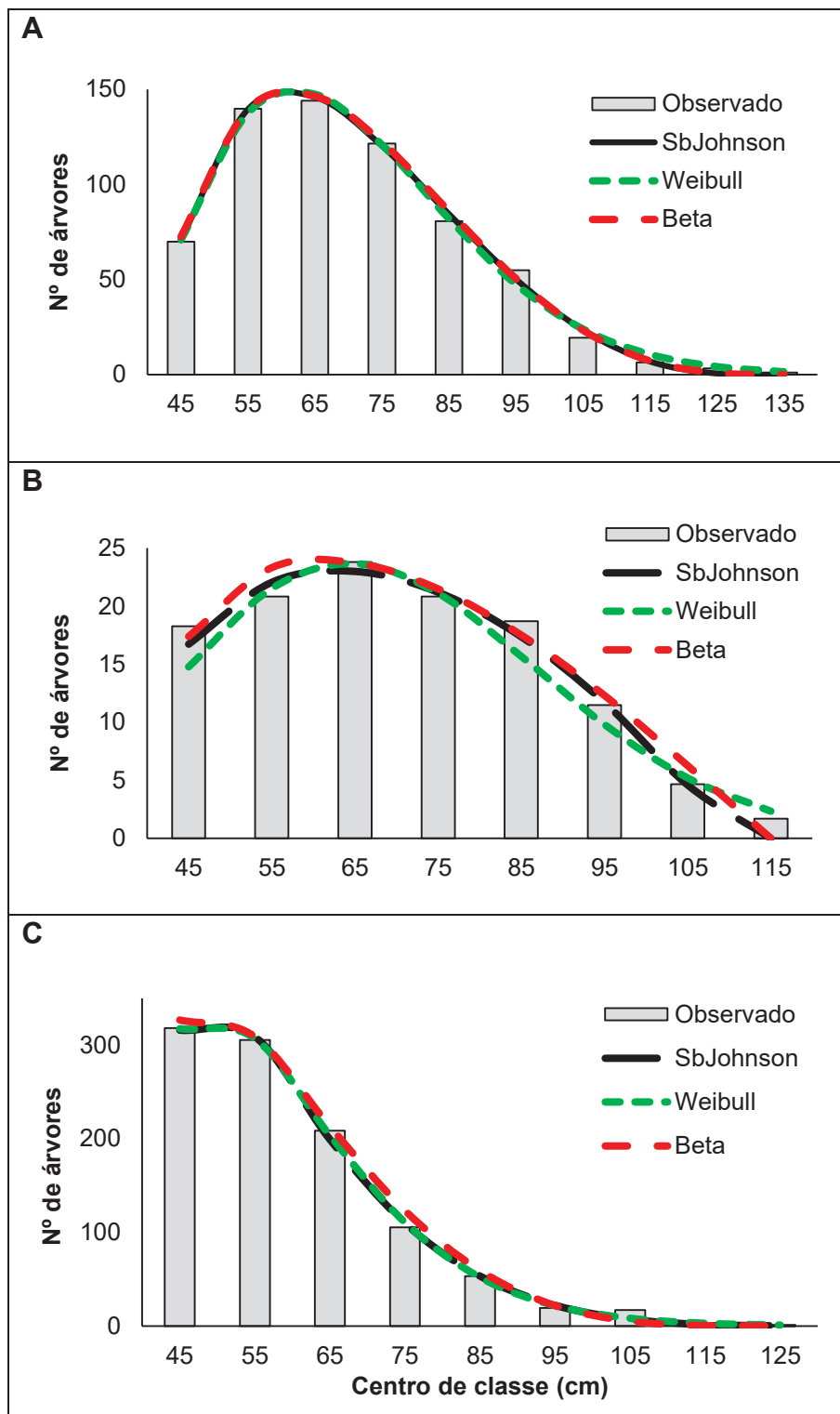
TABELA 8. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de *Dipteryx odorata* com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, em três regiões no norte do Mato Grosso.

Região de Brasnorte - MT						
	Normal	Log-normal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb Johnson
Índice de Reynolds	47	15	22	8	6	1
D calculado	0,0314	0,0185	0,0199	0,0083	0,0114	0,0073
D tabelado 5%	0,0537					
Parâmetros	$\sigma=65,65$ $\mu=17,90$	$\sigma=4,21$ $\mu=0,26$	$\alpha=14,54$ $\beta=4,70$	$\alpha=1,94$ $\beta=4,23$	$a=39,68$ $b=34,66$ $c=1,81$	$\delta=1,23$ $\lambda=100,8$ $\epsilon=34,24$ $\gamma=0,87$
Região de Colniza - MT						
Índice de Reynolds	12	8	6	8	2	4
D calculado	0,0391	0,0367	0,0352	0,0207	0,0291	0,0141
D tabelado 5%	0,1240					
Parâmetros	$\sigma=66,53$ $\mu=20,67$	$\sigma=4,22$ $\mu=0,31$	$\alpha=10,99$ $\beta=6,35$	$\alpha=1,41$ $\beta=2,07$	$a=26,97$ $b=47,99$ $c=2,27$	$\delta=0,99$ $\lambda=85,9$ $\epsilon=29,52$ $\gamma=0,23$
Região de Santa Carmem - MT						
Índice de Reynolds	170	105	127	27	7	13
D calculado	0,0484	0,0282	0,0341	0,0173	0,0086	0,0095
D tabelado 5%	0,0423					
Parâmetros	$\sigma=52,40$ $\mu=13,04$	$\sigma=3,98$ $\mu=0,24$	$\alpha=17,18$ $\beta=3,16$	$\alpha=1,40$ $\beta=4,75$	$a=38,29$ $b=22,71$ $c=1,48$	$\delta=1,25$ $\lambda=103,72$ $\epsilon=34,18$ $\gamma=1,67$

*D calculado: Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5%: Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

FONTE: A autora (2020).

FIGURA 9. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para *Dipteryx odorata* com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Colniza; e c) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso.



FONTE: A autora (2020).

É possível observar que a função de Weibull superestimou as classes superiores para a região de Brasnorte (Figura 9). As fdps Beta e Sb de Johnson

apresentaram curvas semelhantes. Em Colniza, apesar de não ter apresentado o melhor valor para o Índice de Reynolds, a função Sb de Johnson claramente foi o que apresentou melhor ajuste aos dados reais, sendo que a função Beta apresentou superestimativa nas classes iniciais e finais, e a função Weibull subestimou os dados observados. Para a região de Santa Carmem, foi possível perceber que a função Beta apresentou uma leve superestimativa dos dados, principalmente na primeira classe. De maneira geral, as funções Weibull e Sb de Johnson apresentaram curvas semelhantes.

Para Brasnorte, apesar das funções Beta e Sb de Johnson terem apresentados erros maiores nas estimativas das classes de 125 e 135 cm de diâmetro, as demais classes apresentaram erros muito baixos. No entanto, a função Weibull apresentou erros maiores nas estimativas ao longo da curva estimada. Sendo assim, a função Sb de Johnson se mostrou o mais eficiente, sendo escolhido para estimativa da distribuição diamétrica de *Dipteryx odorata*.

As fdps Beta e Sb de Johnson apresentaram estimativa semelhante pela análise gráfica dos resíduos para a região de Colniza, ocorrendo uma subestimativa na classe de 115 cm de diâmetro. Porém, observa-se que os erros ao longo da curva, principalmente da função Sb de Johnson, foram muito baixos. A função Weibull, apresentou erros maiores ao longo da distribuição, apesar de menor erro na classe de 115 cm. Com isso, optou-se pela fdp Sb de Johnson para a estimativa da distribuição diamétrica para a espécie, assim como foi selecionado para o cumarú na região de Brasnorte.

Observou-se que a melhor função para a estimativa da distribuição diamétrica para o cumarú, para a região de Santa Carmem, foi a função Weibull, diferente do que foi observado para as regiões de Brasnorte e Colniza, onde o modelo Sb de Johnson foi indicado para estimativa da distribuição diamétrica do cumarú. A função de Sb de Johnson também apresentou excelentes resultados. Lima et al. (2014), analisando quatro tipologias florestais, observaram para várias espécies, que as funções SB de Johnson e Weibull foram os que apresentaram melhores estatísticas.

Para *Goupia glabra*, na região de Brasnorte, com exceção da função Normal, as demais foram aceitas, cabendo destaque para a função Weibull, que apresentou bons resultados em ambos os testes estatísticos analisados. Já para a região de Santa Carmem, foram aceitas, de acordo com o teste KS, somente as

funções Beta, Weibull e Sb de Johnson, que também apresentaram os valores mais baixos para o Índice de Reynolds e valores mais próximos na estimativa do número de árvores (Tabela 9).

TABELA 9. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de *Goupia glabra* com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, em duas regiões no norte do Mato Grosso.

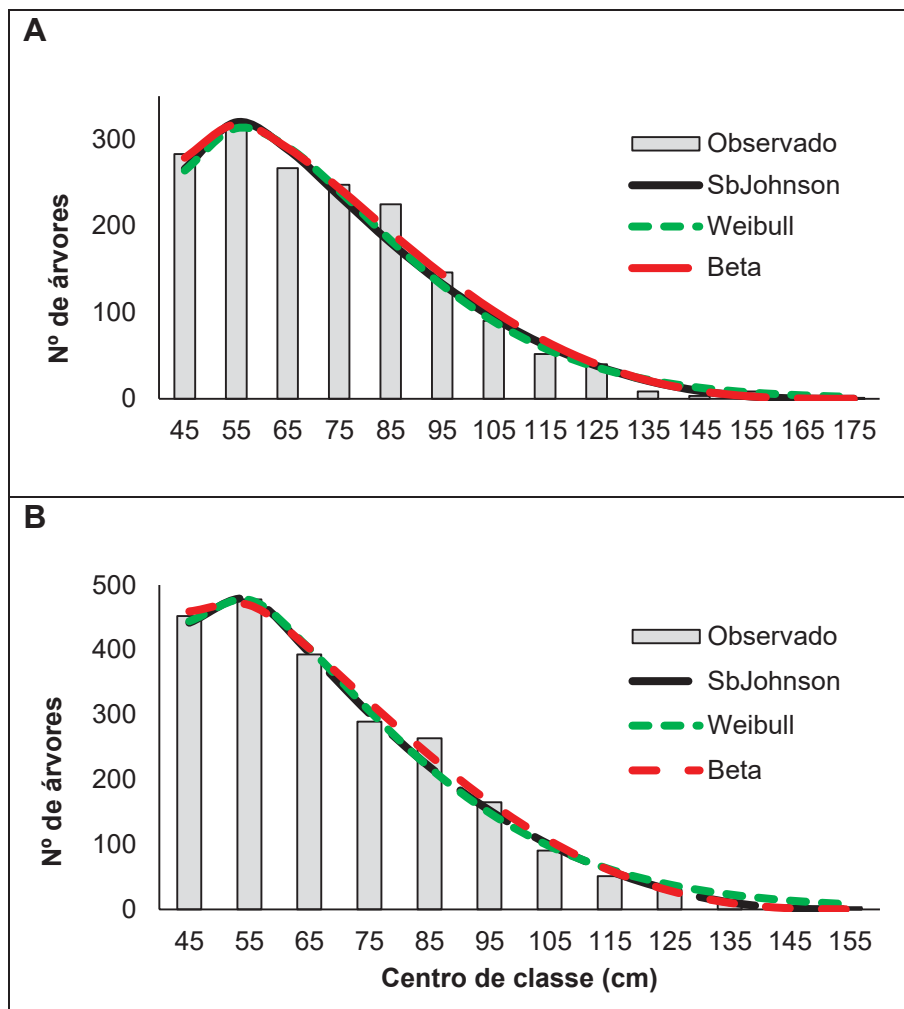
Região de Brasnorte - MT						
	Normal	Log-normal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb Johnson
Índice de Reynolds	269	136	174	21	32	39
D calculado	0,0419	0,0316	0,0246	0,0294	0,0191	0,0263
D tabelado 5%	0,0331					
Parâmetros	$\sigma=63,22$ $\mu=23,49$	$\sigma=4,18$ $\mu=0,36$	$\alpha=8,04$ $\beta=8,41$	$\alpha=1,34$ $\beta=4,04$	$a=36,81$ $b=40,06$ $c=1,48$	$\delta=1,09$ $\lambda=142,9$ $\epsilon=32,10$ $\gamma=1,21$
Região de Santa Carmem - MT						
Índice de Reynolds	409	229	284	27	6	41
D calculado	0,0470	0,0326	0,0323	0,0133	0,0204	0,0199
D tabelado 5%	0,0288					
Parâmetros	$\sigma=58,52$ $\mu=20,70$	$\sigma=4,11$ $\mu=0,33$	$\alpha=8,93$ $\beta=6,99$	$\alpha=1,25$ $\beta=3,68$	$a=39,46$ $b=33,71$ $c=1,33$	$\delta=1,02$ $\lambda=120,64$ $\epsilon=34,36$ $\gamma=1,15$

*D calculado: Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5%: Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

FONTE: A autora (2020).

Na Figura 10 estão apresentadas as curvas estimadas pelas três melhores funções, de acordo com a análise estatística. Na região de Brasnorte as funções Weibull e Sb de Johnson apresentaram curvas semelhantes, Já a função Beta apresentou uma leve superestimativa nas classes centrais com relação às demais funções. Em Santa Carmem, as três fdps aceitas apresentaram a curva de aderência semelhante, sendo que a função Beta apresenta superestimativa na primeira classe nas classes centrais, assim como a função Weibull superestimou as últimas classes.

FIGURA 10. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para *Goupia glabra* com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso.



O padrão de distribuição da espécie foi muito semelhante em ambos os locais. Na estimativa gerada pelas três melhores funções segundo o teste KS e o IR, a classe de 85 cm de diâmetro foi subestimada pelas fdps, mas de maneira geral, as estimativas foram satisfatórias em todas as classes de DAP.

A análise de resíduos para as fdps mostrou que o comportamento foi semelhante, porém, as funções Beta e Sb de Johnson apresentaram erros maiores na estimativa das classes superiores, subestimando os valores reais. A função Weibull, por sua vez, superestimou as classes superiores. Mesmo com a leve vantagem que a função Beta demonstrou na análise dos resíduos, devido aos valores observados para o Índice de Reynolds e para o teste de Kolmogorov-Smirnov, além da aderência da curva estimada aos dados reais, optou-se pela

função de Weibull para a estimativa da distribuição diamétrica de *Goupia glabra* para as regiões de Brasnorte e Santa Carmem. Medeiros et al. (2018), em um fragmento de caatinga, na Paraíba, observaram que a função Weibull se mostrou eficiente na estimativa da distribuição diamétrica de diversas espécies. Ribeiro et al. (2014) indicaram a função Weibull para estimativa da distribuição diamétrica de andiroba em uma floresta de várzea no Amapá, assim como Santos et al. (2013) sugeriram a mesma função para *Virola surinamensis*, e no caso deste trabalho, as fdps Normal, Gama e Sb de Johnson não foram recomendados.

Seguindo o padrão do que foi observado para a distribuição diamétrica de todas as espécies na área, somente as funções Beta e Weibull e a função Sb de Johnson, foram aceitas pelo teste de KS para *Qualea* spp. em Brasnorte e Santa Carmem (Tabela 10).

TABELA 10. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de *Qualea* spp. com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, em duas regiões no norte do Mato Grosso.

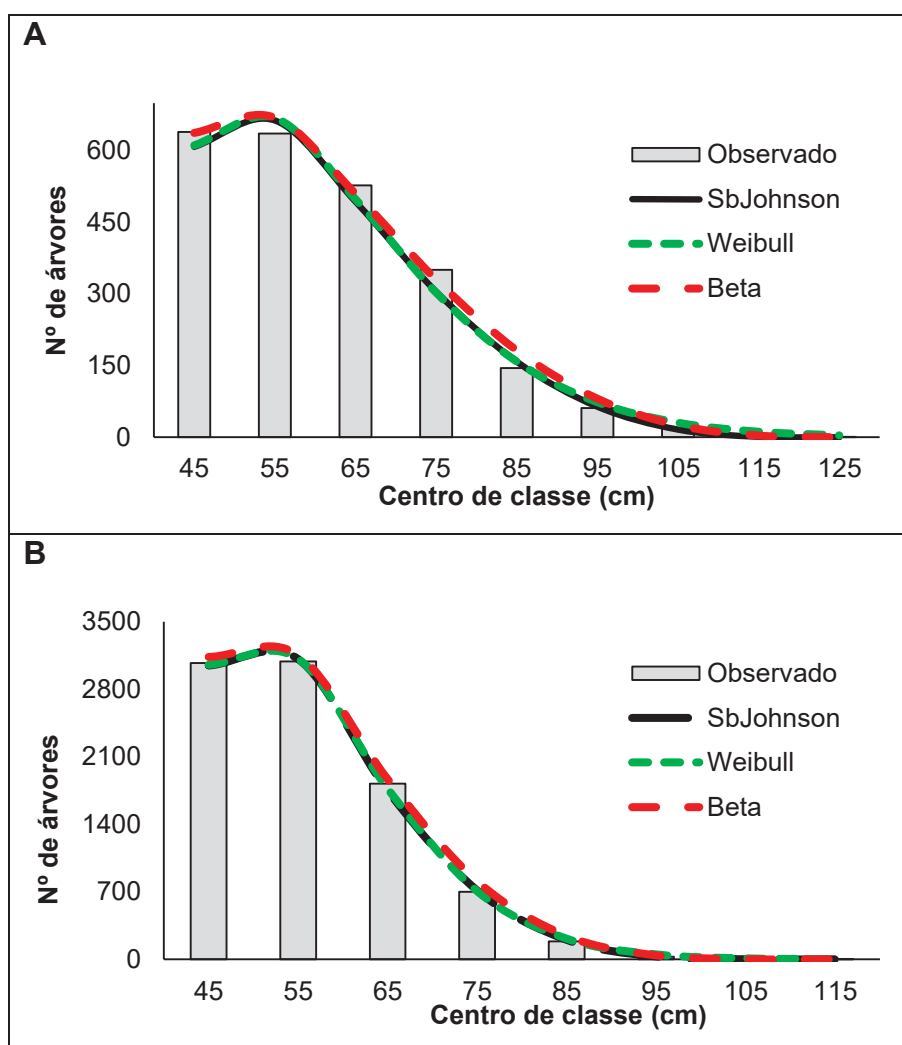
Região de Brasnorte - MT						
	Normal	Log-normal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb Johnson
Índice de Reynolds	353	204	251	56	23	73
D calculado	0,0567	0,0357	0,0415	0,0155	0,0199	0,0191
D tabelado 5%	0,0279					
Parâmetros	$\sigma=55,23$ $\mu=14,88$	$\sigma=4,03$ $\mu=0,26$	$\alpha=14,8$ $\beta=3,87$	$\alpha=1,43$ $\beta=4,3$	$a=37,79$ $b=26,00$ $c=1,55$	$\delta=1,22$ $\lambda=92,84$ $\epsilon=32,16$ $\gamma=1,19$
Região de Santa Carmem - MT						
Índice de Reynolds	1162	659	824	346	14	52
D calculado	0,0469	0,0262	0,0323	0,0121	0,0060	0,0083
D tabelado 5%	0,0144					
Parâmetros	$\sigma=51,91$ $\mu=10,98$	$\sigma=3,97$ $\mu=0,20$	$\alpha=23,74$ $\beta=2,24$	$\alpha=1,67$ $\beta=5,76$	$a=38,09$ $b=20,11$ $c=1,66$	$\delta=1,39$ $\lambda=81,46$ $\epsilon=33,64$ $\gamma=1,51$

*D calculado: Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5%: Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

FONTE: A autora (2020).

Na análise gráfica observou-se que as estimativas foram muito semelhantes, porém, com leve superestimativa da função Beta, para ambas as regiões (Figura 11).

FIGURA 11. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos modelos de melhor desempenho para *Qualea* spp. com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, para a) Brasnorte; b) Santa Carmem, na região norte do Mato Grosso.



FONTE: A autora (2020).

Para as duas regiões de ocorrência de *Qualea* spp., a distribuição diamétrica foi muito semelhante, indicando que pode haver um padrão para a espécie na região norte do Mato Grosso. Assim como foi observado para as espécies analisadas anteriormente, a função Beta apresentou uma discreta superestimativa na classe inicial e nas classes centrais. Os demais apresentaram curvas muito semelhantes.

Após análise gráfica da aderência da curva estimada aos dados reais e da distribuição dos resíduos para a região de Brasnorte, além do valor observado para

o Índice de Reynolds e a validação pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, determinou-se que a função escolhida para estimativa da distribuição diamétrica do cambará é a Weibull. Oliveira et al. (2012) observaram para um talhão de 500 ha de floresta de Terra Firme em Sinop-MT que a função Weibull foi o melhor na estimativa da distribuição diamétrica do cambará. Santos et al. (2016) observaram para *Q. albiflora*, na Flona do Amapá, que a função Weibull foi o melhor para estimativa da distribuição diamétrica. Assim como Oliveira et al. (2012) observaram para *Qualea* spp.

Para Santa Carmem, as três funções analisadas na distribuição dos resíduos apresentaram padrão semelhante. Porém, as funções Beta e Weibull apresentaram maiores erros a partir da classe de 85 cm de diâmetro. Para o modelo Sb de Johnson, esse aumento do erro passa a ser observado a partir do centro de classe de 95 cm. Sendo assim, como o valor observado para o Índice de Reynolds foi satisfatório, assim como a aderência da curva estimada aos dados reais, a função de Sb de Johnson foi escolhido para a estimativa da distribuição diamétrica do cambará, em Santa Carmem. Oliveira (2014), para estudo desenvolvido na mesma região, afirmou que apesar do modelo Sb de Johnson ter apresentado melhores estimativas para a distribuição diamétrica de *Qualea albiflora*, a função de Weibull também é indicado para espécie.

Para *Handroanthus* spp. na região de Colniza, todas as fdps foram aceitas pelo teste KS, além de apresentarem boas estimativas para Índice de Reynolds (Tabela 11).

TABELA 11. Estatísticas das funções densidade probabilística (fdp) ajustados com os diâmetros de *Handroanthus* spp. com DAP > 40 cm, em 1.000 ha, na região de Colniza, MT.

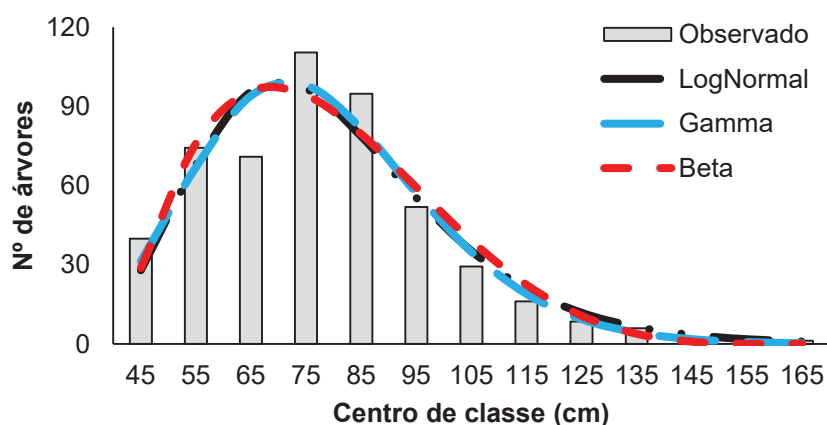
	Normal	Log-normal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb Johnson
Índice de Reynolds	23	6	9	-2	28	31
D calculado	0,0376	0,0485	0,0454	0,0489	0,0341	0,0341
D tabelado 5%	0,0603					
Parâmetros	$\sigma=74,12$ $\mu=20,35$	$\sigma=4,32$ $\mu=0,28$	$\alpha=13,47$ $\beta=5,74$	$\alpha=2,20$ $\beta=5,00$	$a=-3,44$ $b=83,78$ $c=4,33$	$\delta=8,41$ $\lambda=1290,0$ $\epsilon=-1012,48$ $\gamma=-14,07$

*D calculado: Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5%: Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

FONTE: A autora (2020).

Diferente do que foi observado para as estimativas anteriores, em que as melhores funções, de maneira geral, foram Beta, Weibull e Sb de Johnson, as três melhores fdps segundo o Índice de Reynolds foram Beta, Gama e LogNormal. A aderência dos dados estimados das funções aos dados reais está apresentada na Figura 12.

FIGURA 12. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos três melhores modelos testados para os dados de *Handroanthus* spp (DAP > 40 cm), para a região de Colniza.



FONTE: A autora (2020).

O comportamento das curvas foi semelhante, sendo que todos as funções superestimaram a classe de 65 cm e subestimaram as classes seguintes de 75 e 85 cm de diâmetro. Apesar disso, a aderência dos dados estimados por essas funções se deu de maneira satisfatória.

De maneira geral, as três fdps subestimaram as classes de 75 e 85 cm de DAP. Porém, é possível observar na distribuição dos resíduos que a função LogNormal apresentou erros mais baixos nas estimativas das classes superiores, diferente das funções Gama e Beta. Diante disso, a função LogNormal foi escolhida para a estimativa da distribuição diamétrica de *Handroanthus* spp. A função LogNormal é uma alternativa à distribuição Normal, diferenciando-se pela forma de obtenção da média e da variância, pois os valores de diâmetro são transformados para valores logaritmos (SCOLFORO, 2006). De acordo com Ferreira (2011), a distribuição LogNormal apresenta certa sensibilidade a dimensão da amostra. Caso seja insuficiente ocorre uma acomodação da curva, mostrando-se truncada na classe que apresenta poucos indivíduos, o que pode justificar a superestimativa da

classe de 65 cm de diâmetro, que apresenta déficit de indivíduos com relação às classes inferior e superior, além das classes superiores (DAP ≥ 145 cm).

Para *Manilkara huberi*, todas as fdps foram consideradas aptas para a estimativa da distribuição diamétrica da espécie, que voltou a apresentar o padrão observado, em que as três melhores fdps foram Beta, Weibull e Sb de Johnson. De maneira geral, todas as funções apresentaram boas estimativas para o número de árvores, além dos bons resultados observados para o Índice de Reynolds (Tabela 12 e Figura 13).

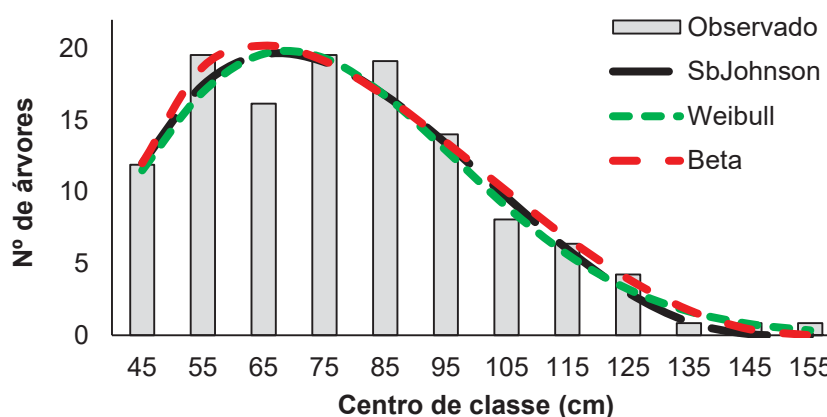
TABELA 12. Estatísticas dos modelos de função densidade probabilística (fdp) para *Manilkara huberi* (DAP > 40 cm), para a região de Colniza.

	Normal	Log-normal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb Johnson
Índice de Reynolds	11	5	6	-2	4	4
D calculado	0,0346	0,0331	0,0295	0,0333	0,0287	0,0283
D tabelado 5%	0,1234					
Parâmetros	$\sigma=72,25$ $\mu=24,99$	$\sigma=4,31$ $\mu=0,34$	$\alpha=9,00$ $\beta=8,54$	$\alpha=1,59$ $\beta=3,15$	$a=28,56$ $b=54,62$ $c=2,11$	$\delta=1,23$ $\lambda=132,1$ $\epsilon=22,94$ $\gamma=0,56$

*D calculado: Kolmogorov-Smirnov calculado; e D tabelado 5%: Kolmogorov-Smirnov tabelado a 5% de significância.

FONTE: A autora (2020).

FIGURA 13. Curva de distribuição diamétrica gerada pelos três melhores modelos testados para os dados de *Manilkara huberi* (DAP > 40 cm), para a região de Colniza.



FONTE: A autora (2020).

Dentre as três funções apresentados no gráfico, notou-se uma ligeira superestimativa por parte da função Beta nas classes iniciais e finais em relação as funções Beta e Sb de Johnson. Assim como foi observado para *Handroanthus* spp., as fdps superestimaram a classe de 65 cm de diâmetro, que apresentou queda na frequência de indivíduos.

Foi possível observar que a função Beta apresentou melhor aderência aos dados, quando comparado as fdps de Weibull e Sb de Johnson. Por ter apresentado melhor resultado para o Índice de Reynolds, a função Beta foi escolhido para a estimativa da distribuição diamétrica da espécie maçaranduba. Scolforo (2006) afirmou que, dependendo da dimensão dos coeficientes, a função Beta pode ser aplicada tanto para florestas plantadas como nativas, podendo ser ajustadas para diferentes tipos de curvas. A distribuição Beta é uma função considerada flexível, podendo assumir várias formas para uma ampla faixa de distribuição (CUNHA et al., 2002).

De acordo com Cunha (1994), a função Beta pode gerar uma grande variedade de formas de distribuição, pelos diferentes graus de assimetria. Ferreira (2011) afirmou que a função de Sb de Johnson tem importantes vantagens em relação a função Beta, primeiro porque atravessa uma faixa ligeiramente extensa de distância dos coeficientes de assimetria e curtose, segundo, porque é possível obter estimadores que tenham forma fechada de soluções. A distribuição Beta, por sua vez, exige solução iterativa para estes estimadores. Porém, cada uma das distribuições estatísticas consideradas para ajustar dados de mensuração florestal tem seus pontos fortes e fracos, podendo resultar em extremos em termos de ajuste de um conjunto de dados para outro.

As funções Beta, Weibull e SB de Johnson foram as que mais se destacaram. Isso se deve à flexibilidade dessas fdps, o que faz com que a aderência às curvas de distribuição diamétrica seja mais satisfatório.

Essa variação entre as funções selecionadas para diferentes locais, porém de mesma formação florestal, sugere a necessidade de estudos individuais para cada região, pois a variação espécies e de ambiente interfere no desenvolvimento da comunidade. Sendo assim, se faz importante o desenvolvimento de funções de densidade de probabilidade para estimativa da distribuição diamétrica por espécie ou grupos de espécie em florestas tropicais, buscando principalmente, aumentar o leque de informações sobre a dinâmica de desenvolvimento de populações e o

conhecimento da estrutura de diferentes tipologias florestais. Esses resultados poderão ser usados para estimar o estoque futuro e produção madeireira de determinada área florestal.

5.3 PADRÃO DE CRESCIMENTO E MAXIMIZAÇÃO DOS INCREMENTOS EM DIÂMETRO DE SEIS ESPÉCIES EM TRÊS REMANESCENTES DE FLORESTA AMAZÔNICA, NO NORTE DO MATO GROSSO

5.3.1 Dendrocronologia

As amostras de *Goupia glabra* e *Qualea* spp. apresentaram anéis de crescimento visíveis. *G. glabra* apresenta parênquima axial difuso, sendo que em alguns trechos forma um reticula de linhas finas. Os anéis de crescimento são demarcados por tecidos fibrosos, com escassez de poros. *Qualea* spp. possui grã irregular, parênquima axial e raios visíveis sob lente. As camadas de crescimento são distintas e individualizadas por zonas fibrosas tangenciais mais escuras (GARCIA, 2013). *Dipteryx odorata* apresenta parênquima axial confluyente, vaso visíveis a olho nu, difusos, solitários e múltiplos, raios finos e numerosos e anéis de crescimento visíveis a olho nu (CARVALHO, 2009). *H. impetiginosa* e *H. serratifolius* apresentam parênquima axial paratraqueal confluyente, maior presença de vasos no lenho inicial, difuso, solitários e múltiplos, sendo as camadas de crescimento delimitadas por linhas finas de parênquima marginal (IAWA, 1989). *Manilkara huberi* apresenta anéis de crescimento distintos e individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, parênquima axial em linhas numerosas, raios de pouco a numerosos e vasos em porosidade difusa, solitários e múltiplos (IPT, 1993).

A dendrocronologia permite a obtenção de informações desde o ano zero de uma árvore, permitindo a estimativa da idade da árvore e possibilitando a modelagem do crescimento de espécies arbóreas referente a todo seu ciclo de desenvolvimento, com uma alta precisão. A descrição das amostras está representada na Tabela 13.

TABELA 13. Descrição das séries cronológicas por espécie, em três regiões do norte do Mata Grosso.

Espécie	Nº de amostras	Total de anos mensurados	Intervalo de Idade	IMA (cm)
Brasnorte				
<i>Qualea</i> spp.	4	362	87 – 100	0,71
<i>Goupia glabra</i>	5	685	106 – 196	0,48
Colniza				
<i>Dipteryx odorata</i>	5	742	114 – 182	0,43
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	4	580	105 – 182	0,51
<i>Handroanthus serratifolius</i>	5	860	149 – 190	0,46
<i>Manilkara bidentata</i>	6	917	135 – 175	0,49
Santa Carmem				
<i>Dipteryx odorata</i>	16	2229	66 – 201	0,45
<i>Goupia glabra</i>	15	2020	63 – 223	0,49
<i>Qualea</i> spp.	23	2200	74 – 159	0,68

*IMA = incremento médio anual, em centímetros.

FONTE: A autora (2020)

Na região de Brasnorte, foram medidos 685 anéis de crescimento de *G. glabra* para um total de 5 amostras, com idade variando de 106 a 196 anos. *Qualea* spp. tiveram 362 anos mensurados em 4 amostras, variando de 87 a 100 anos de idade.

Em Colniza, assim como foi observado para a região de Brasnorte, apesar da quantidade de amostras por espécie ser considerada baixa, a quantidade de anéis de crescimento mensurados por espécie foi alta, variando de 580 anos para 4 amostras de *H. impetiginosus* a 917 anos, para 6 amostras de *M. huberi*. A idade variou de 105 anos para o ipê roxo a 190 anos para o ipê amarelo. Andrade (2015) observou para *H. serratifolius* no estado do Amazonas, 0,41 cm de incremento médio anual, inferior ao valor observado para a região de Colniza, de 0,46 cm.

Santa Carmem foi o local com maior disponibilidade de árvores (amostras) por espécies, sendo assim, foram mais de 2.000 anos mensurados por espécie. As idades variaram de 63 a 223 anos para *Goupia glabra*, que apresentou maior amplitude de idades, semelhante ao observado para *Dipteryx odorata*. *Qualea* spp. foi a que apresentou menor amplitude, variando de 74 a 159 anos.

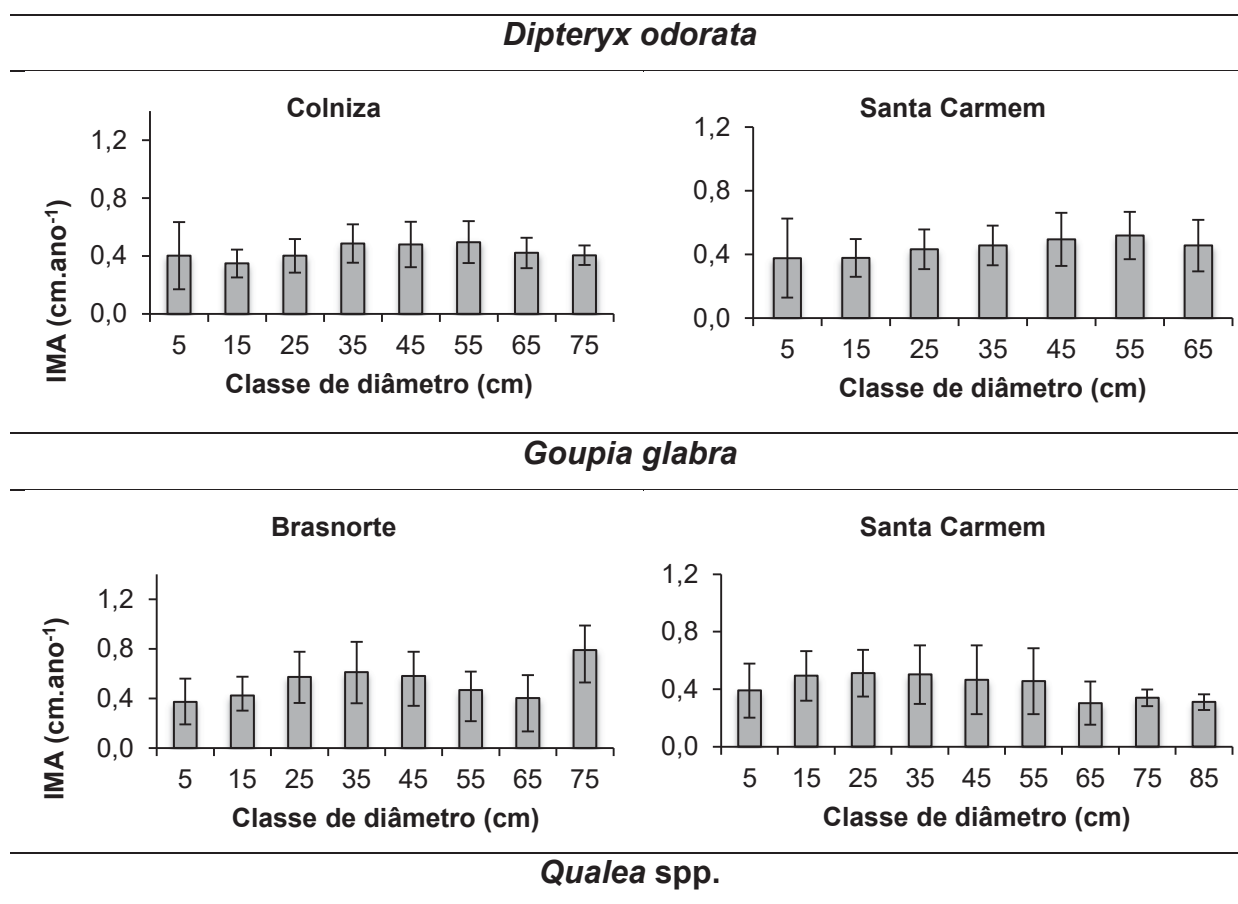
Os valores de incremento médio anual (IMA) de *D. odorata* foram semelhantes aos observados em ambos os locais. Foi registrado IMA = 0,43 cm na região de Colniza e 0,45 cm em Santa Carmem. *G. glabra* apresentou IMA = 0,48

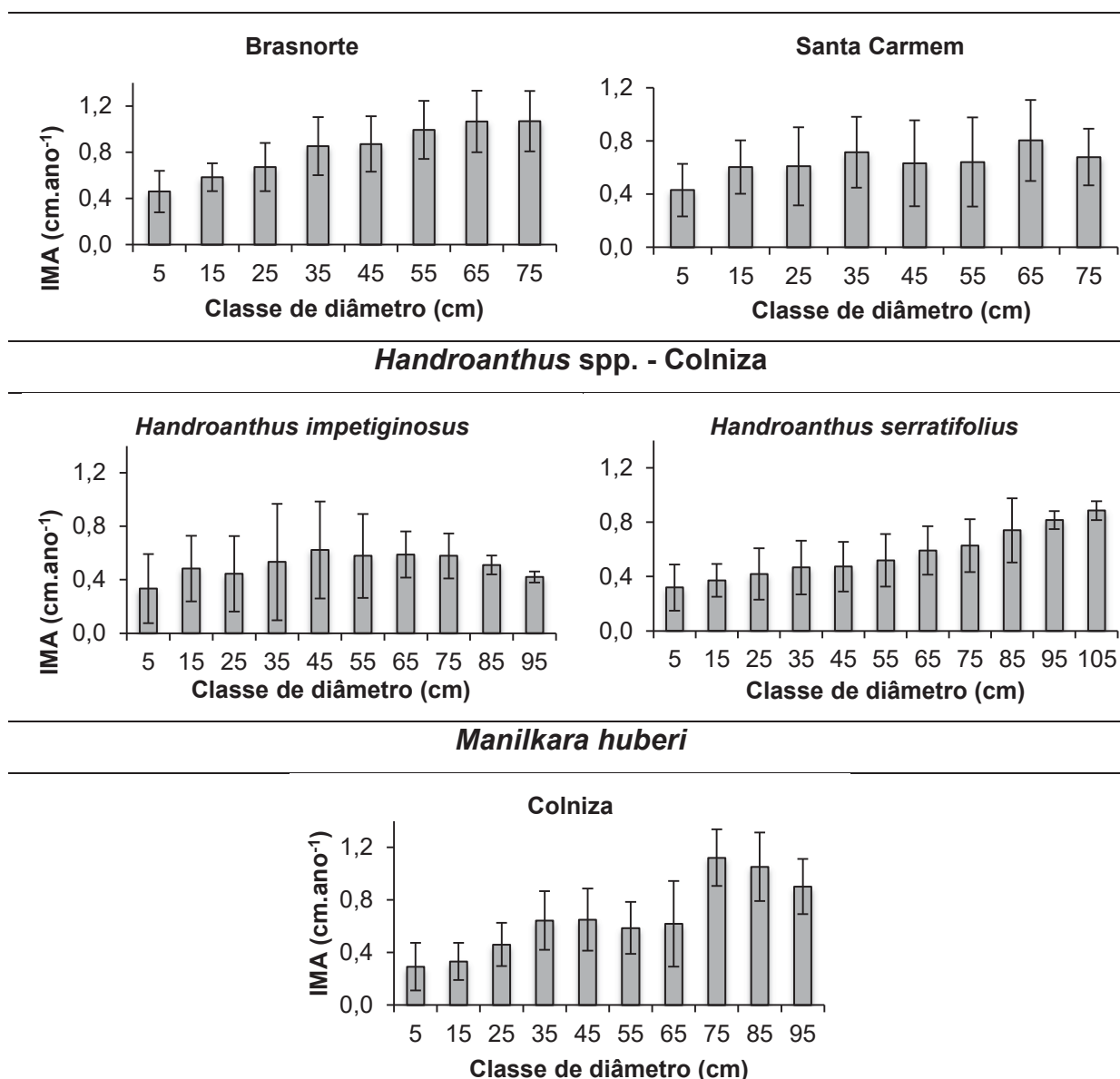
cm na região de Brasnorte e 0,49 cm para região de Santa Carmem, e por fim, *Qualea* spp. Apresentou IMA = 0,71 cm em Brasnorte e 0,68 cm em Santa Carmem, sendo a espécie que apresentou os maiores incrementos entre aqueles obtidos para as diferentes áreas. De acordo com Carvalho (1997), essa variação é considerada normal, pois as taxas de crescimento em florestas tropicais variam entre espécies e entre as árvores da mesma espécie. Trabalhos realizados por outros autores confirmam essa variação, de acordo com as condições de desenvolvimento a que são submetidas (JARDIM et al., 2007; ROSA, 2008; CUNHA e FINGER, 2013; BRUM, 2019; OLIVEIRA et al., 2020).

5.3.2 Incremento por classe de diâmetro e tempo de passagem entre classes

O incremento médio por classe diamétrica para as seis espécies, em três áreas estudadas na região norte do Mato Grosso está apresentada na Figura 14.

FIGURA 14. Incremento médio anual por classe diamétrica (cm) e seu respectivo desvio padrão (cm) para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso.





FONTE: A autora (2020).

Segundo Hallé et al. (1978), a árvore deve ser considerada como um indivíduo geneticamente diverso, uma unidade ativa e adaptável. Sendo assim, pode responder de maneira distinta às condições de desenvolvimento a que é submetida. O crescimento diamétrico pode variar significativamente entre e dentro das espécies, de acordo com a idade, estações do ano e condições microclimáticas. De maneira geral, as espécies de florestas tropicais apresentam comportamento diferenciado, associado às respostas individuais de cada espécie, família e até mesmo cada indivíduo observado (FERRI, 1979).

A classe de 75 cm de diâmetro de *Goupia glabra* apresentou maior IMA (0,79 cm) em Brasnorte com, seguida pela classe de 35 cm, sendo a classe que

apresentou maior desvio padrão (0,25 cm). A classe de diâmetro que apresentou menor incremento foi a de 5 cm (0,37 cm). Em Santa Carmem, *G. glabra* apresentou menor IMA na classe de 65 cm de diâmetro (0,30 cm) e maior na classe de 25 cm (0,51 cm). Carvalho (1981) destacou que *G. glabra* é uma espécie que necessita de luz nos estágios iniciais, portanto, seu desenvolvimento em florestas primárias se torna mais restrito. Este fato pode justificar seu crescimento mais lento, em ambas as áreas de estudo, que de *Qualea* spp., que é uma espécie que raramente atinge grandes diâmetros e pode ter um ciclo de vida mais curto (OLIVEIRA, 2014), apresentando maiores incrementos. O incremento de ambas as espécies também é compatível com estudos realizados em outras regiões da Amazônia (SEBBENN et al., 2008; SALOMÃO et al., 2014).

Na região de Brasnorte, *Qualea* spp. e *G. glabra* apresentaram menor incremento na classe de 5 cm de diâmetro (0,46 cm), apresentando aumento do IMA de acordo com o aumento do diâmetro, atingindo seu valor máximo de incremento em diâmetro nas classes de 65 cm e 75 cm, com 1,07 cm em ambas as classes, que também apresentaram o maior desvio padrão (0,26 cm). Para Santa Carmem, os valores de incremento por classe de diâmetro de *Qualea* spp. variaram de 0,43 cm a 0,80, respectivamente nas classes de 5 e 65 cm.

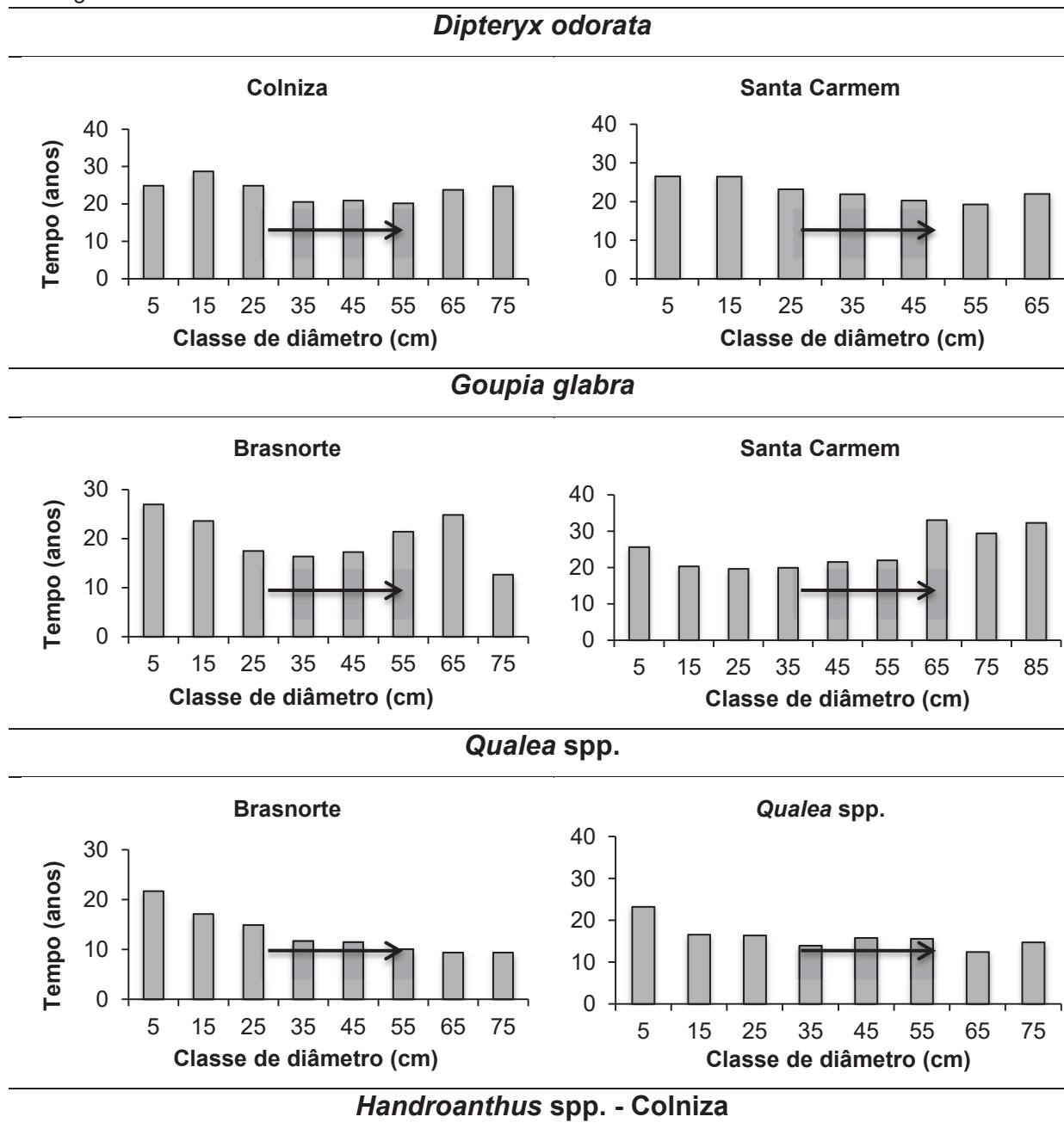
Na região de Santa Carmem, *Dipteryx odorata* apresentou pouca variação nos incrementos nas classes de diâmetro, de 0,38 cm, nas classes de 5 e 15 cm, a 0,52 cm, na classe de 55 cm. Em Colniza, o resultado foi muito semelhante, apresentando pouca variação no incremento médio, variando de 0,35 cm na classe de 15 cm de diâmetro a 0,50 cm na classe de 55 cm de diâmetro.

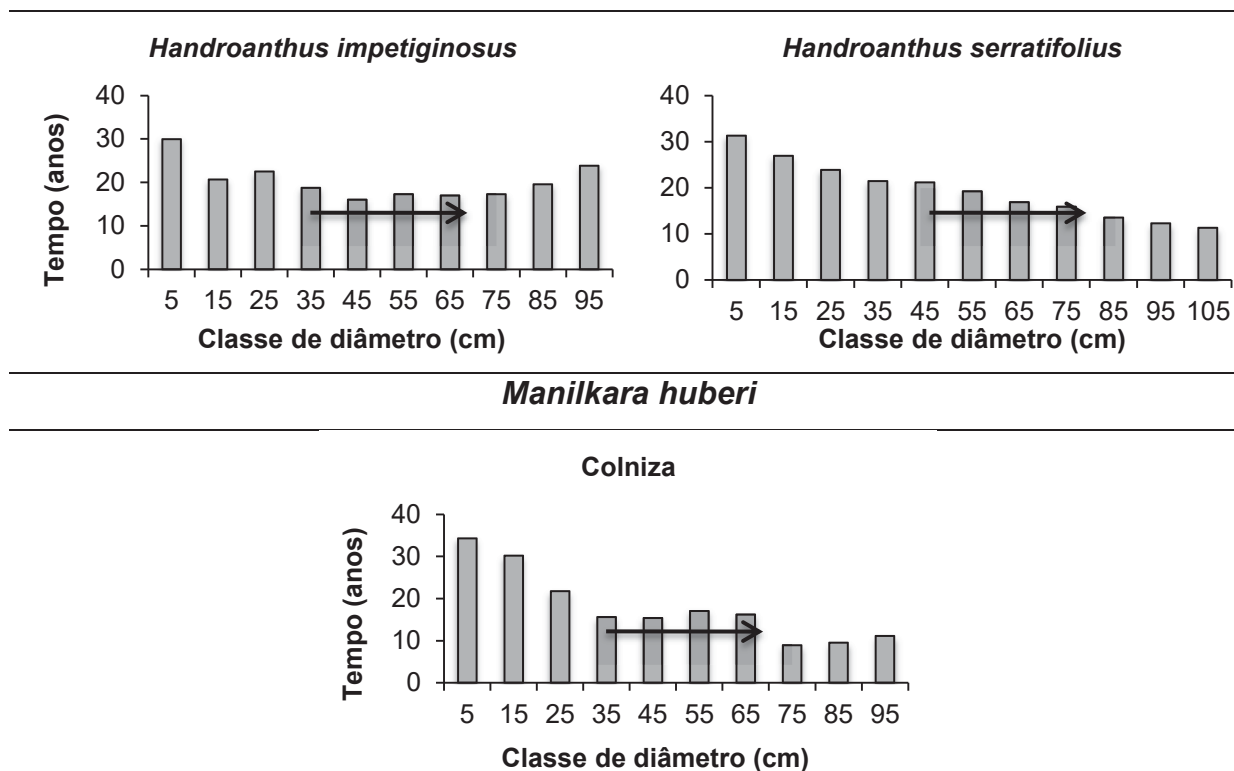
Para as espécies do gênero *Handroanthus*, o padrão da distribuição dos incrementos médios em classe diamétrica se deu de maneira diferente. *H. impetiginosus* apresentou variação maior, de 0,33 cm para a classe de 5 cm de DAP a 0,62 cm na classe de 45 cm de diâmetro e *H. serratifolius* apresentou padrão crescente de incremento médio por classe de diâmetro, variando de 0,32 cm na primeira classe a 0,89 cm na última classe.

A variação também foi alta para *M. huberi* em Colniza, porém ocorreu de forma irregular, sendo que a classe de 5 cm foi a que apresentou menor incremento médio (0,29 cm) e a classe de 75 cm de diâmetro foi a que apresentou o maior IMA (1,12 cm). Braz et al. (2015) observaram para a espécie, no estado do Acre, que a classe mais produtiva foi a de 55 cm.

Com os resultados obtidos para o incremento por classe diamétrica foi determinado o tempo de passagem entre as classes diamétricas. O tempo de passagem para as seis espécies, para cada área de ocorrência está apresentado na Figura 15.

FIGURA 15. Tempo de passagem entre classes diamétricas (cm) para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso.





FONTE: A autora (2020).

Dipteryx odorata apresentou tempo de passagem médio semelhante nas regiões de Santa Carmem (23 anos) e Colniza (24 anos). O tempo de passagem variou, em Santa Carmem, de 19 anos para a classe de 55 cm de diâmetro a 27 anos, na primeira classe. Em Colniza a variação foi de 20 anos, para a classe de 55 cm de DAP, que apresentou maior IMA, a 29 anos, para a classe de 15 cm de diâmetro.

Goupia glabra apresentou um tempo de passagem médio de 20 anos, variando de 13 anos para a última classe, que apresentou maior IMA, à 27 anos, na primeira classe de diâmetro, que apresentou menor IMA. As classes de 25, 35 e 45 cm de centro de classe de diâmetro apresentaram 17, 16 e 17 anos, respectivamente, para a região de Brasnorte. Já em Santa Carmem, o tempo de passagem médio foi de 25 anos, variando de 20 anos para as classes de 15 a 35 cm de centro de classe de diâmetro a 32 anos na última classe.

Qualea spp. apresentou um tempo de passagem médio, na região de Brasnorte, de 13 anos, variando de 9 anos para as duas últimas classes, a 22 anos para a primeira classe, valores que podem ser considerados muito bons quando comparado a outras espécies nativas de florestas tropicais. No caso da região de

Santa Carmem, a média do tempo de passagem foi 16 anos, variando de 12 anos na classe de 65 cm à 23 anos para a primeira classe.

Para *Handroanthus impetiginosus* o tempo de passagem médio foi de 20 anos, variando de 16 anos para a classe de 45 cm de diâmetro a 30 anos para a classe de 5 cm de DAP. Para essa espécie cabe destaque para as classes de diâmetro de 45 a 75 cm, que apresentaram os valores mais baixos para o tempo de passagem. *Handroanthus serratifolius* apresentou padrão semelhante ao observado para o ipê roxo, com média de tempo de passagem entre classes de 19 anos, variando de 11 anos para a última classe a 31 anos para a primeira classe de diâmetro.

Manilkara huberi apresentou um tempo de passagem médio entre classes de 18 anos, menor valor observado para Colniza, variando de 9 anos para a classe de 75 cm de DAP a 34 anos para a classe de 5 cm. Braz et al. (2015) observaram para *M. huberi* classes de DAP mais produtivas, considerando a composição do volume comercial final, sendo que a partir da classe de 85 cm, a manutenção da floresta não acarretou volume positivo. Contudo, as classes de 35 e 45 cm conseguiram atingir as classes comerciais dentro do ciclo de mínimo de corte (25 anos), com um tempo de passagem médio na classe de aproximadamente 17 anos.

As classes que apresentaram maior tempo de passagem para as espécies foram as primeiras, diminuindo de forma significativa, tornando a aumentar nas classes superiores. Sendo assim, recomenda-se que os tratamentos silviculturais sejam direcionados para as classes menores que apresentam menor IMA e, consequentemente, maior tempo de passagem. Peña Carlos et al. (2008) afirmaram que tratamentos silviculturais aplicados após a exploração florestal favorecem significativamente o crescimento das árvores remanescentes.

De maneira geral, o tempo de passagem para as espécies indicam que, embora haja diferenças no ritmo de crescimento, árvores de classes antecedentes as classes comerciais (passíveis de corte) com tempo de passagem entre as classes variando de 15 a 22 anos, indicando também bom potencial de recuperação por classes remanescentes.

5.3.3 Modelos de crescimento em diâmetro

Dados de crescimento obtidos por meio da dendrocronologia podem ser utilizados como base de informação para o ajuste de modelos de crescimento, que possibilitam a predição da produção em tempo futuro, partindo-se das condições atuais (CHASSOT et al., 2011). Com isso, buscando-se definir o padrão de crescimento das espécies estudadas nesta pesquisa, as estatísticas obtidas com a modelagem do crescimento por espécie e por local, estão apresentadas na Tabela 14.

Em Brasnorte e Santa Carmem, o modelo que apresentou melhores resultados para *G. glabra* foi o Lunqvist, seguida pelo modelo monomolecular, já o modelo Logística não foi recomendado. *Dipteryx odorata*, assim como *G glabra*, teve o mesmo modelo de crescimento selecionado para Colniza e Santa Carmem.

Os modelos selecionados para *Qualea* spp. foram diferentes, sendo que para a região de Brasnorte o modelo selecionado foi o de Chapman-Richards e para Santa Carmem foi o Lundqvist. Tonini et al. (2008) destacaram que o modelo de Chapman-Richards gerou boas estimativas de crescimento para as variáveis altura e diâmetro para várias espécies.

Para as duas espécies de ipê, *H. impetiginosus* e *H. serratifolius*, o modelo considerado apto para a estimativa do padrão de crescimento foi o Lundqvist, indicando que o padrão pode ser semelhante para ambas, podendo assim, ser sugerido o teste de um modelo único para o gênero, quando não houver disponível um modelo específico por local ou espécie. Para *M. huberi* o modelo selecionado foi o de Chapman-Richards.

Segundo Vanclay (1994), vários modelos existentes podem ser calibrados para floresta tropical, desde que os dados sejam adequados.

TABELA 14. Estatísticas e coeficientes das equações ajustadas para estimativa do crescimento em diâmetro de seis espécies, para a região norte do Mato Grosso.

	Estatísticas						Parâmetros						
	Modelo	Syx (%)	AICC	BIC	B0	B1	B2	Syx (%)	AICC	BIC	B0	B1	B2
<i>Dipteryx odorata</i>	Santa Carmem												
	Gompertz	16,05	433.194	433.221	130	3,1409	0,009663	16,05	433.194	433.221	130	3,1409	0,009663
	Johnson-Schumacher	15,47	441.648	441.676	130	143,95	26,8782	15,47	441.648	441.676	130	143,95	26,8782
	Lundqvist	17,51	458.740	458.768	130	39,4012	0,7734	17,51	458.740	458.768	130	39,4012	0,7734
	Logística	19,38	457.915	457.942	130	13,5476	0,01705	19,38	457.915	457.942	130	13,5476	0,01705
	Monomolecular	16,09	443.228	443.256	130	1,0268	0,004097	16,09	443.228	443.256	130	1,0268	0,004097
	Schumacher	21,92	480.657	480.675	130	111,41		21,92	480.657	480.675	130	111,41	
	Chapman-Richards	15,01	1.01E6	1.01E6	130	0,005249	1,2873	15,01	1.01E6	1.01E6	130	0,005249	1,2873
	Colniza												
<i>Goupia glabra</i>	Santa Carmem												
	Gompertz	23,01	1.41E6	1.41E6	220	3,1489	0,006343	28,13	502.920	502.948	220	3,0865	0,006223
	Johnson-Schumacher	40,63	1.38E7	1.38E7	220	142,75	-1	22,50	471.830	471.857	220	257,39	62,5206
	Lundqvist	19,95	1.35E6	1.35E6	220	17,791	0,5288	20,56	459.192	459.220	220	17,3777	0,5245
	Logística	26,36	1.47E6	1.47E6	220	15,8621	0,01246	78,93	649.151	649.178	220	352,26	0,03202
	Monomolecular	19,28	1.34E6	1.34E6	220	1,0042	0,002311	22,16	469.717	469.744	220	1,0052	0,002340
	Schumacher	35,82	1.59E6	1.59E6	220	161,73		37,32	542.269	542.287	220	157,06	
	Chapman-Richards	19,30	1.34E6	1.34E6	220	0,002388	1,0305	22,22	471.141	471.168	220	0,00224	0,9882
	Brasnorte												
<i>Qualea spp.</i>	Brasnorte												
	Gompertz	35,77	824.709	824.737	130	2,7561	0,01089	16,93	216.697	216.722	130	3,7677	0,01791
	Johnson-Schumacher	30,61	790.249	790.277	130	116,51	26,4513	19,21	226.107	226.132	130	83,458	8,5027
	Lundqvist	29,79	784.284	784.313	130	17,1899	0,6282	19,94	228.732	228.758	130	51,5866	0,9166
	Logística	39,34	845.824	845.852	130	9,8238	0,01803	18,66	223.924	223.950	130	20,7618	0,03326
	Monomolecular	31,36	795.516	795.545	130	1,0093	0,005080	20,74	231.894	231.920	130	1,0543	0,006678
Schumacher	35,88	825.831	825.850	130	81,7266		20,27	229.890	229.907	130	72,7072		
Chapman-Richards	31,41	795.875	795.904	130	0,004769	0,9772	17,40	219.292	219.318	130	0,01143	1,7803	

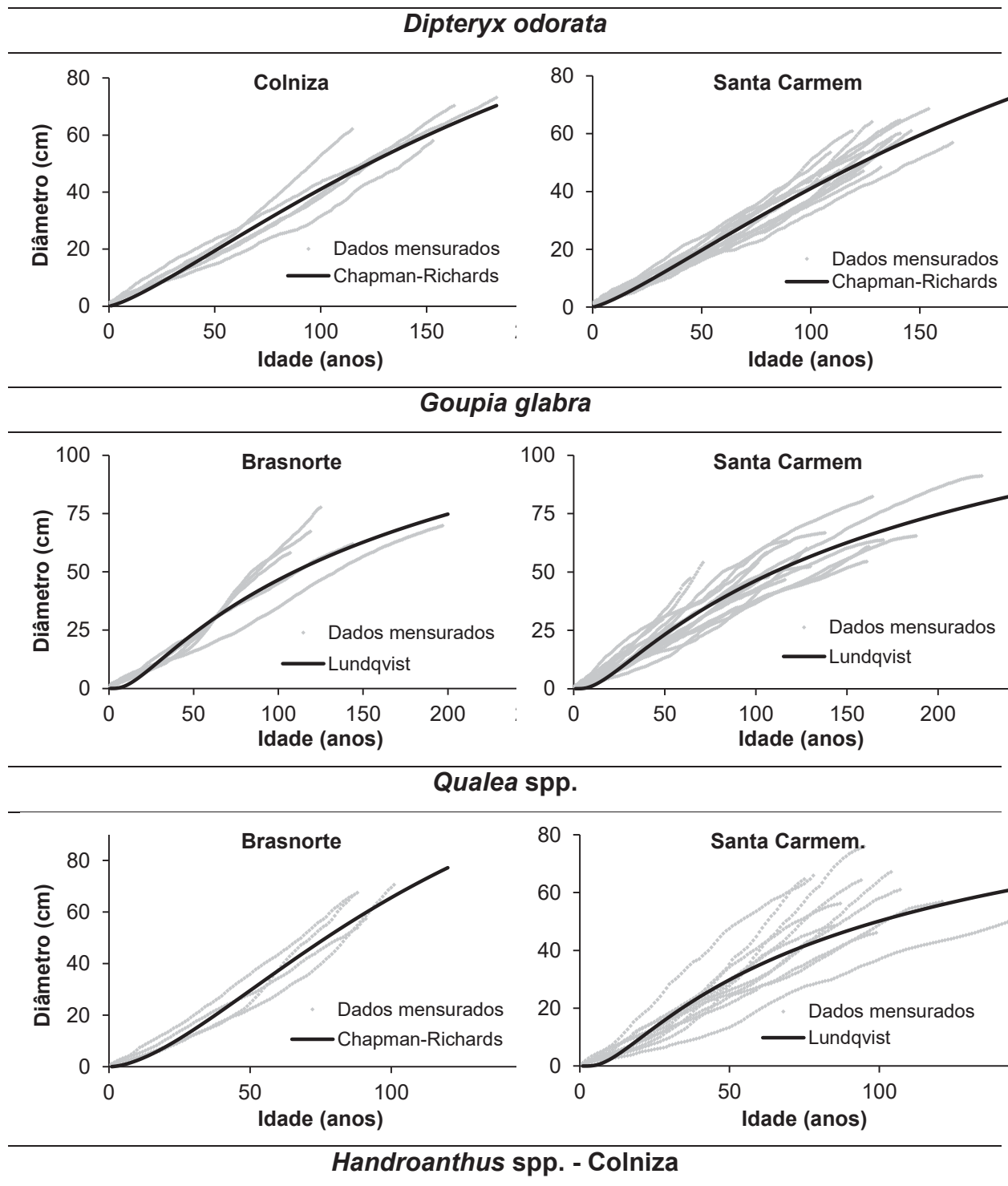
	<i>Handroanthus impetiginosus</i>					<i>Handroanthus serratifolius</i>								
Colniza	Gompertz	37,66	465.244	465.271	163	2,9901	0,008113	14,84	644.427	644.455	163	3,3292	0,008331	
	Johnson-Schumacher	34,98	456.340	456.367	163	171,8	36,4779	16,21	636.448	636.476	163	226,04	42,8995	
	Lundqvist	34,97	456.206	456.233	163	25,6532	0,6578	16,04	639.589	639.617	163	47,0141	0,7727	
	Logística	40,13	472.785	472.812	163	12,3358	0,01433	17,00	657.295	657.323	163	15,6781	0,015112	
	Monomolecular	35,39	457.744	457.771	163	1,0168	0,003455	15,59	641.030	641.058	163	1,0367	0,003332	
	Schumacher	37,62	469.563	469.581	163	123,36		18,89	650.722	650.741	163	137,73		
	Chapman-Richards	35,43	457.894	457.921	163	0,003792	1,1071	14,28	637.371	637.399	163	0,004594	1,3884	
	<i>Manilkara huberi</i>													
	Colniza	Gompertz	16,08	585.608	585.636	155	4,0258	0,0108						
		Johnson-Schumacher	34,80	602.864	602.892	155	194,57	24,3973						
Lundqvist		20,89	617.542	617.570	155	117,24	0,9791							
Logística		16,45	597.651	597.679	155	24,187	0,02038							
Monomolecular		22,96	632.579	632.607	155	1,055	0,003727							
Schumacher		16,07	617.650	617.669	155	129,2								
Chapman-Richards	17,68	594.989	595.017	155	0,00725	2,0094								

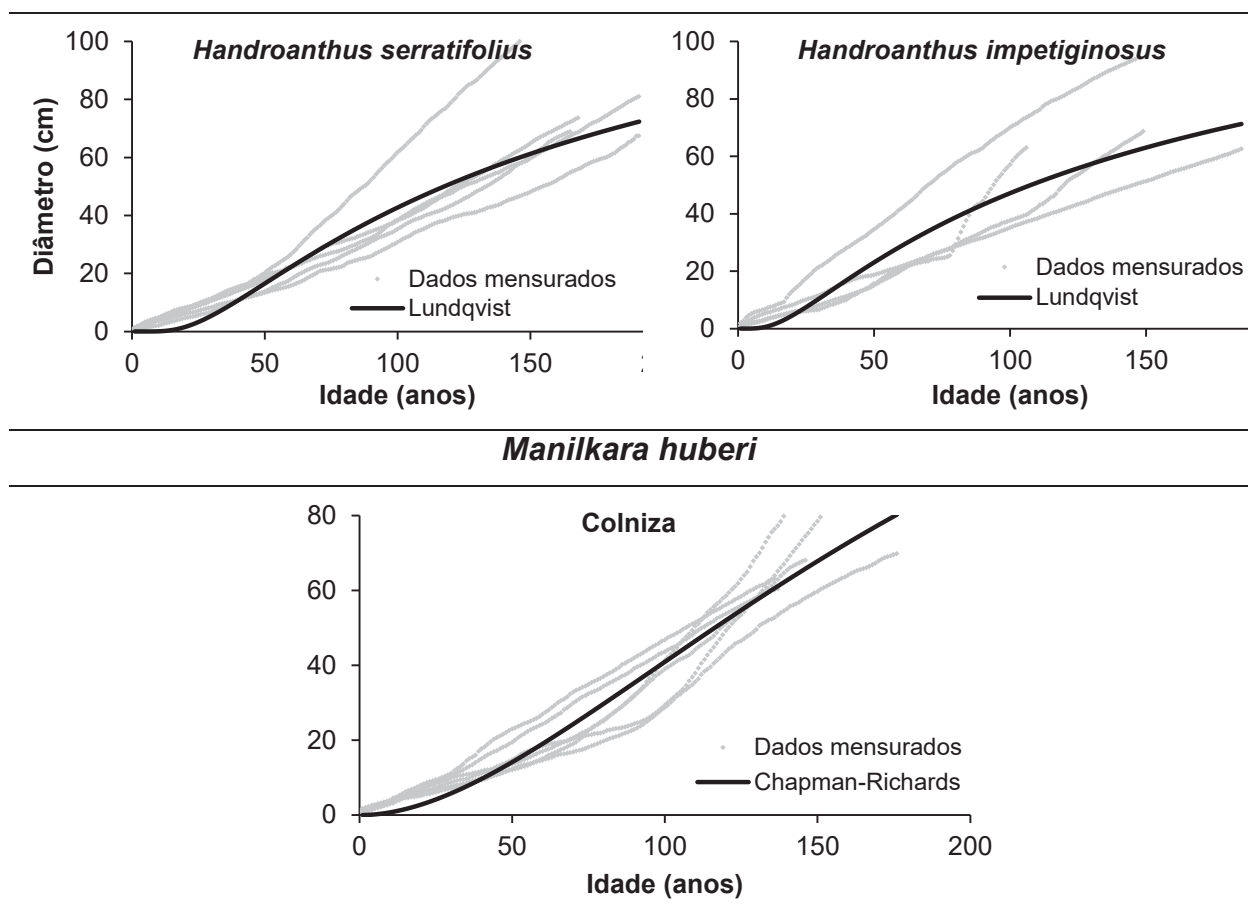
*Syx% = erro padrão da estimativa relativo; AICC = critério de informação de Akaike corrigido; BIC = critério de informação Bayesiano; β_0 = parâmetro fixado na assíntota do limite superior da maior classe diamétrica em que foram encontrados indivíduos nos inventários a 100%; β_1 e β_2 = parâmetros das equações ajustadas por regressão não linear.

FONTE: A autora (2020).

A aderência das estimativas aos dados reais das espécies estudadas pode ser melhor visualizada nas curvas geradas pelos modelos selecionados para cada espécie (Figura 16).

FIGURA 16. Curvas de crescimento para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso.





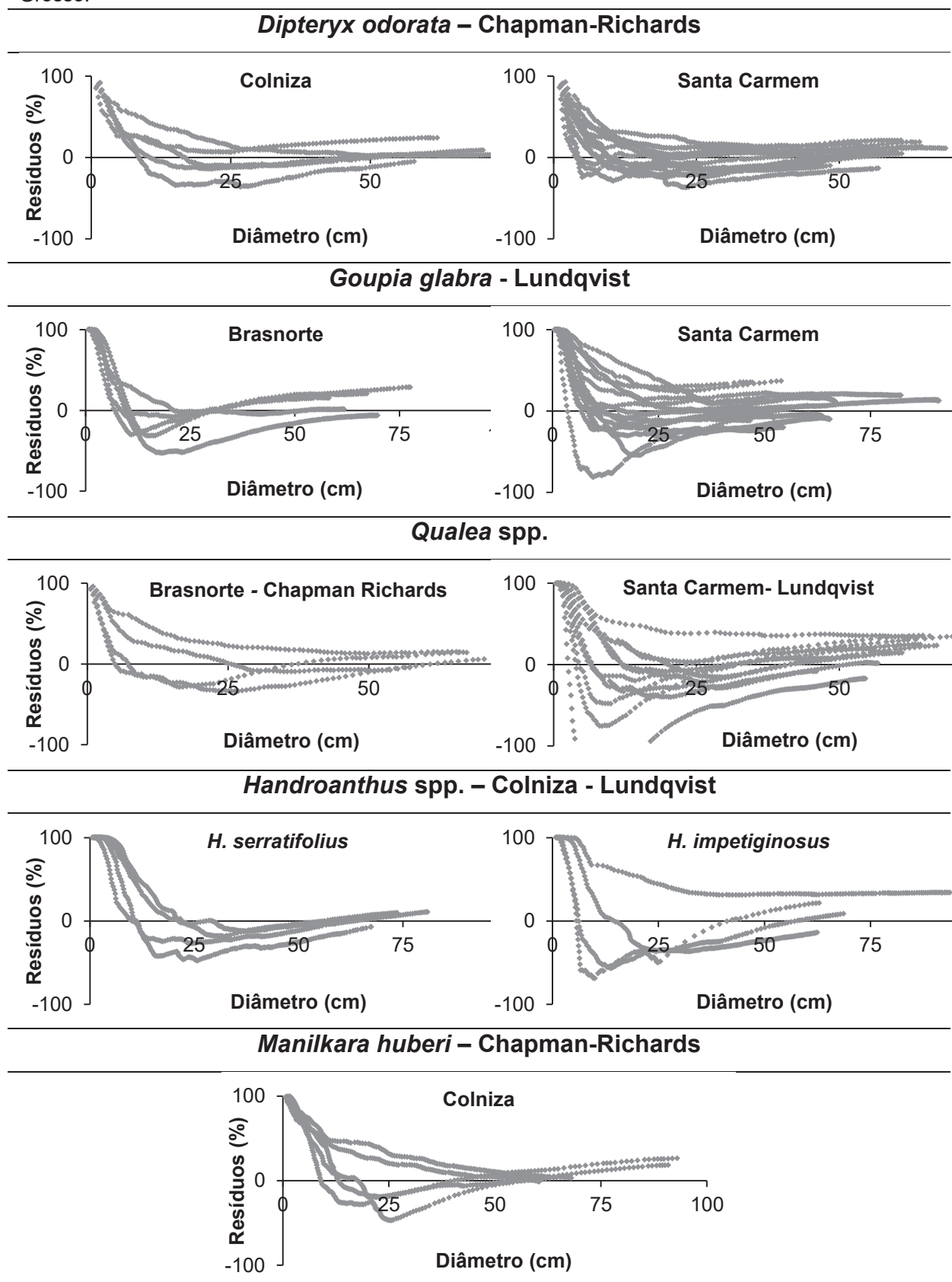
FONTE: A autora (2020).

De maneira geral, as estimativas dos padrões de crescimento das espécies foram satisfatórias. Neste trabalho, verificou-se que uma mesma espécie pode apresentar um mesmo padrão de crescimento em diferentes regiões na região norte do Mato Grosso. As espécies *Dipteryx odorata*, que teve seu crescimento analisado nas regiões de Colniza e Santa Carmem, e *Goupia glabra*, nas regiões de Brasnorte e Santa Carmem, apresentaram padrões de crescimentos muito semelhantes.

Para o gênero *Qualea* é possível perceber que as curvas apresentam comportamento distinto, sendo que para a região de Brasnorte, a espécie apresentou ritmo de crescimento ascendente, já a espécie que ocorre em Santa Carmem apresentou certa diminuição no ritmo de crescimento. Uma possível explicação para esse padrão de crescimento diferente é se tratarem de espécies diferentes do mesmo gênero, ocorrendo em locais distintos. No entanto, algumas espécies podem apresentar resultados semelhantes.

Para confirmar a aderência dos modelos nas estimativas da curva de crescimento, a distribuição dos resíduos está apresentada na Figura 17.

FIGURA 17. Distribuição dos resíduos para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso.



FONTE: A autora (2020).

Analisando-se os resíduos, constata-se que, de maneira geral, os modelos subestimaram os anos iniciais. Isso ocorre devido a grande variação na largura dos anéis próximos a medula, causando assim distorções nas estimativas, passando a estabilizar as curvas a partir de 25 cm de diâmetro, onde os resíduos passam a ocorrer próximos ao eixo do diâmetro, mostrando que os modelos são aptos para estimar o crescimento das espécies selecionadas.

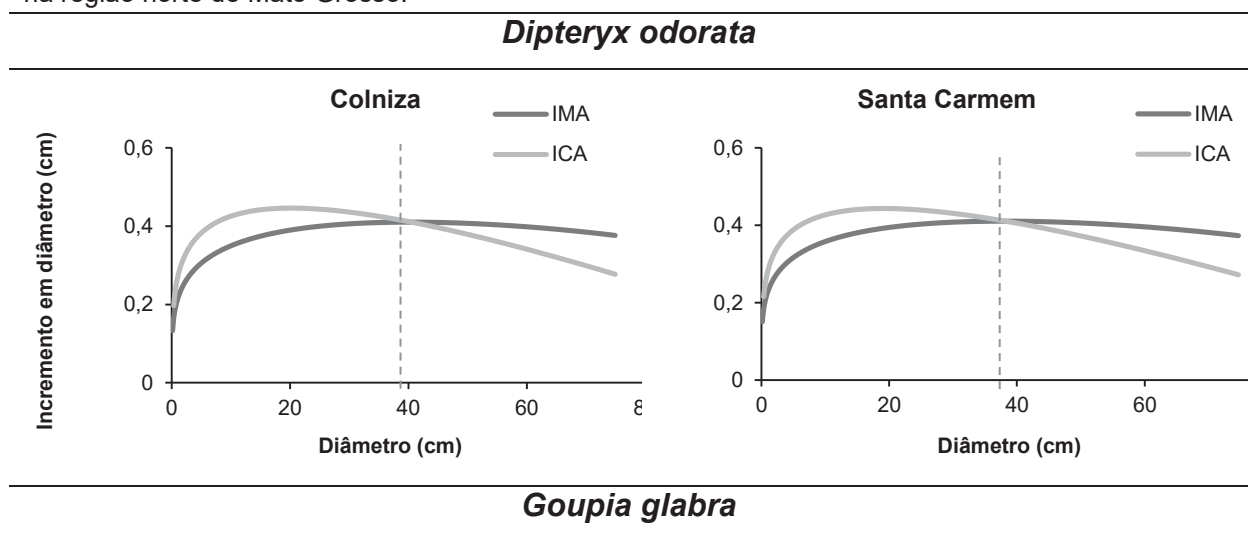
Canetti (2019) identificou que os maiores erros nos ajustes de modelos de crescimento, de acordo com a análise dos resíduos, se dão nas classes diamétricas iniciais, pois o crescimento juvenil está mais sujeito ao efeito da competição e os indivíduos ainda não atingiram o dossel em busca de luminosidade.

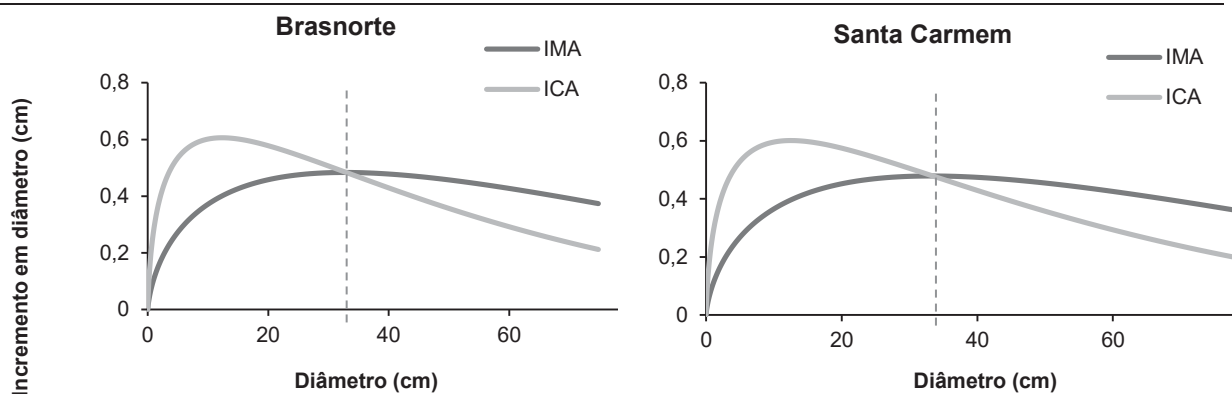
5.3.4 Diâmetro ótimo de produção e idade de rotação técnica

Os modelos selecionados para as espécies foram usados para construir as curvas de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA), em diâmetro, permitindo assim a estimativa do diâmetro ótimo de produção, bem como a idade de rotação técnica (Figura 18).

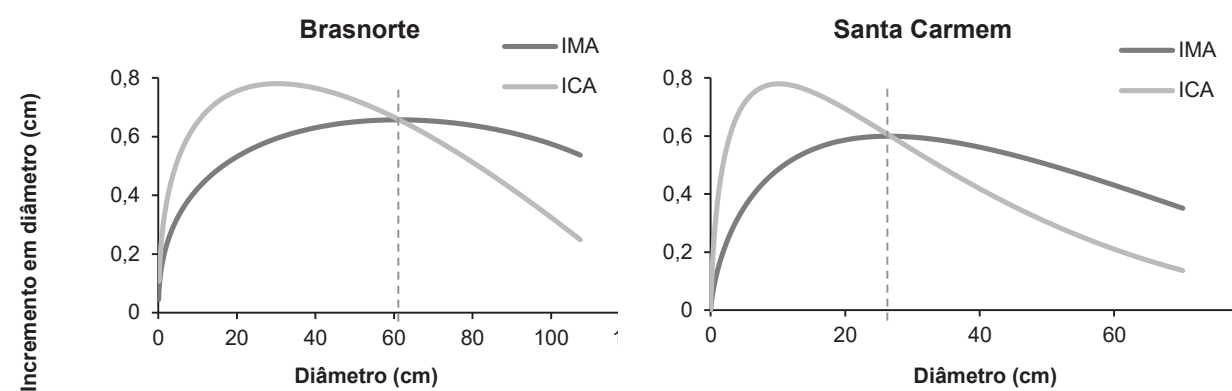
Segundo Schneider e Schneider (2208), a curva de ICA é a primeira derivada da curva de crescimento. Essa curva é assimétrica, subindo até o seu máximo e diminuindo lentamente. A curva de IMA é semelhante, atingindo seu ponto máximo onde cruza a curva de ICA.

FIGURA 18. Curvas de maximização do incremento em diâmetro para seis espécies, em três locais na região norte de Mato Grosso.

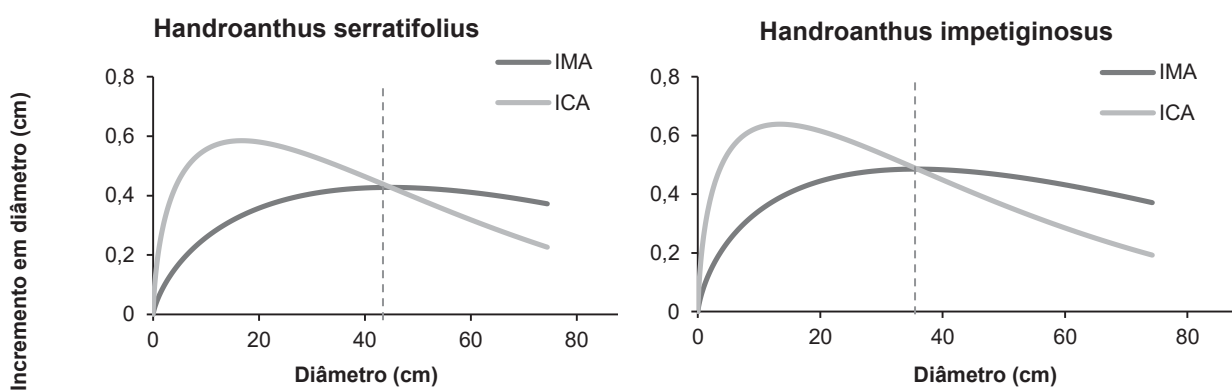




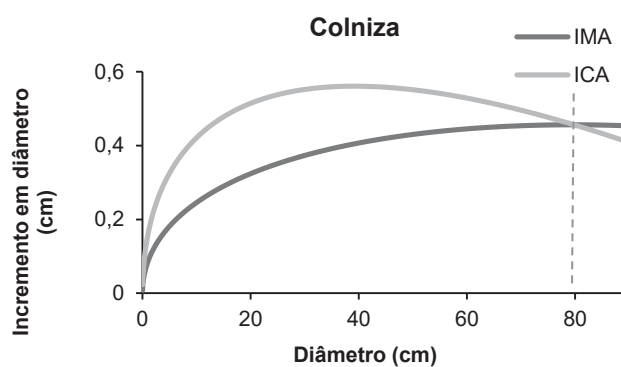
Qualea spp.



Handroanthus spp. - Colniza



Manilkara huberi



Na região de Brasnorte, o gráfico de crescimento e produção para *Goupia glabra* indica que a maximização dos incrementos se dá aos 32 cm de DAP, com cerca de 80 anos de idade, inferior ao observado na legislação vigente, que é de 50 cm de DAP. Em Santa Carmem, os valores foram muito próximos, sendo que o máximo incremento médio anual em diâmetro ocorreu aos 32 cm e 68 anos. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira (2014) em uma mesma formação florestal.

O oposto foi observado para *Qualea* spp., em que o ponto máximo crescimento em diâmetro para ocorreu aos 61 cm de DAP, com aproximadamente 90 anos, em Brasnorte. Em Santa Carmem, o ponto de culminação do crescimento ocorreu em 25 cm de DAP, aos 43 anos, valores consideravelmente distintos. Uma possível explicação para esse resultado é se tratarem de espécies diferentes do mesmo gênero, ocorrendo em locais distintos.

Para *Dipteryx odorata*, o ponto de máximo crescimento médio anual em diâmetro ocorreu aos 35 cm de DAP, aos 87 anos, em Santa Carmem. Para a região de Colniza a maximização do incremento ocorre em 40 cm aproximadamente, aos 92 anos.

Para o *Handroanthus impetiginosus* a do diâmetro ocorre aos 35 cm e 70 anos de idade. *Handroanthus serratifolius* teve a maximização do incremento em diâmetro ocorrendo aos 42 cm e 100 anos. Para *Manilkara huberi*, o diâmetro de produção ocorre aos 80 cm e 170 anos.

Informações como estrutura da floresta e taxa de crescimento de espécies comerciais de árvores não são levadas em consideração no planejamento do manejo florestal sustentável (PUTZ et al., 2000).

Araújo (2018) observou em região de floresta Amazônica no Acre, que quando respeitado o ciclo de 35 anos, o máximo incremento ocorre abaixo do DMC de 50 cm, sinalizando que a legislação superestima e pode estar incompatível com a capacidade de restabelecimento da floresta frente ao manejo. Por isso, ressaltou a importância de que a normatização legal referente às taxas e ciclos de corte do manejo florestal não seja genérica, considerando espécies individualmente ou grupos similares. Souza et al. (2004), em análise econômica da combinação das taxas de investimento e crescimento da floresta, apontaram a necessidade de

estudos mais profundos na escolha do ciclo de corte e nível de colheita para diferentes espécies em diferentes formações florestais.

6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MANEJO DE ESPÉCIES DA FLORESTA AMAZÔNICA NO ESTADO DO MATO GROSSO

As Florestas Amazônicas são muito importantes para as regiões de sua abrangência. Cumprem funções socioculturais, abrigando sociedades tradicionais; ecológicas, pois ocupa um papel central no equilíbrio do planeta; e econômicas, sustentando a economia de regiões inteiras (ROTTA et al., 2006). Contudo, o aumento na degradação ambiental, expressa por elevadas taxas de desflorestamento, aumento nos focos de calor e a exploração de madeira predatória; a existência de políticas públicas que incentivam a conversão de floresta em agropecuária; o conflito no campo devido a questões fundiárias; e principalmente, uma economia baseada nas atividades de uso extensivo e predatório, são alguns dos problemas, elencados por Veríssimo (2005), que dificultam a adoção de práticas adequadas de uso das florestas.

O manejo florestal sustentável combina produção com a preservação e conservação de produtos madeireiros, medicinais, serviços ambientais e funções ecológicas da floresta, relacionando-se com outros usos do solo e parâmetros socioeconômicos (SCHAEFFER, 2003). O planejamento das atividades na extração de madeira por meio do manejo florestal favorece a diminuição dos impactos ambientais, pois onde a floresta é mantida após as atividades de exploração, as áreas não são convertidas para outros usos. As áreas em que a exploração não é feita com base em um plano de manejo florestal, resultam em outros usos da terra, como a agropecuária (MACHADO, 2008). Segundo Rotta et al. (2006), no ano de 2004, cerca de 14% do total explorado nos polos madeireiros da Amazônia, correspondem ao volume de madeira autorizado. No período de 2011 e 2012, 54% das áreas exploradas no estado do Mato Grosso foram feitas de forma ilegal (IMAZON, 2013).

De acordo com Garrido Filha (2002) O projeto de implantação de planos de manejo florestal encontra dois principais obstáculos: a falta de pesquisas sobre as espécies; e os altos custos de realização, considerando o baixo investimento na

indústria madeireira como um todo, aliado à falta de interesse dos madeireiros em adotar procedimentos técnicos, pois consideram que a floresta é inextinguível. Além disso, 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 florestal para a sustentabilidade, necessitando-se do conhecimento e disponibilização de técnicas e ferramentas que possibilitam a elaboração de um plano de manejo sustentável e factível, dentro de uma legislação flexível (OLIVEIRA, 2014).

O inventário florestal 100% é premissa básica para a elaboração de um plano de manejo florestal e os dados coletados podem servir como suporte à compreensão da estrutura da floresta, entretanto, o uso desses dados é negligenciado. A análise desses dados poderia ser expandida para regiões com ambiente semelhante, ao partir do preenchimento de lacunas no conhecimento da distribuição diamétrica de espécies, além de outras características, servindo de suporte não só à implementação dos planos de manejo, mas à fiscalização e legislação ambiental (CANETTI, 2019).

A idade é outro fator relevante nas discussões sobre manejo, uma vez que se confunde a idade em que a espécie atinge um porte comercial, com ciclo de corte, esta confusão pode ser observada em Chambers et al. (2001). Outro ponto em que há confusão ocorre entre a recuperação da estrutura inicial anterior ao manejo ou volume inicial e a real capacidade de recuperação de volume após a exploração (CHAMBERS et al., 2001; SEBEN et al., 2008; VAN GARDINGEN et al., 2006; SIST e FERREIRA, 2007; AZEVEDO et al., 2008).

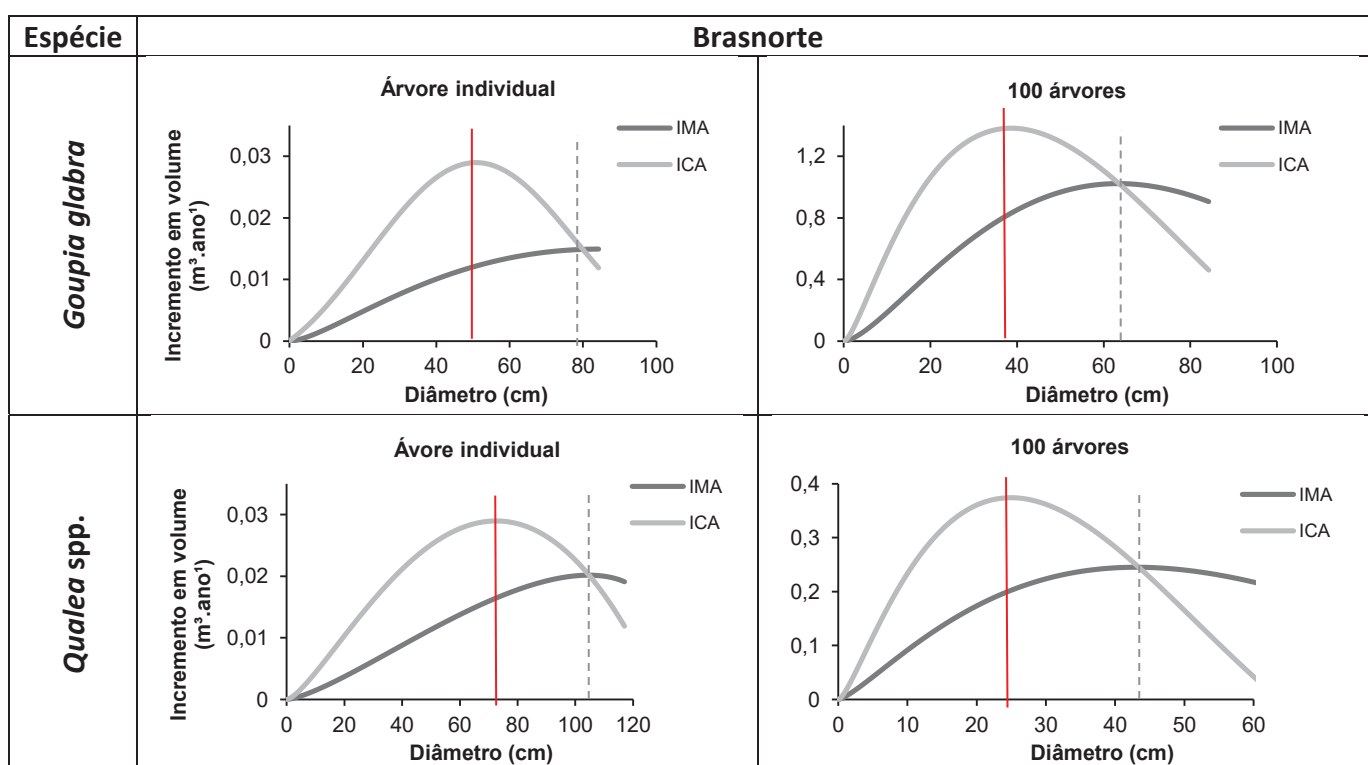
O manejo florestal no estado do Mato Grosso é regulamentado, basicamente, pela IN nº 005, de 02 de Julho de 2014 e o Decreto nº 2.152, de 12 de fevereiro de 2014. O diâmetro mínimo de corte é de 50 cm, respeitando-se um ciclo mínimo de 25 anos e máximo de 35 anos. Esses valores são arbitrados para espécies que não possuem estudos específicos, contudo, observa-se que mesmo para espécies que possuem resultados já divulgados, por meio de artigos científicos (SOUZA et al., 2004; ARAÚJO, 2018), teses e dissertações (OLIVEIRA, 2014; CANETTI, 2019), esses resultados ainda não foram considerados para revisão da legislação.

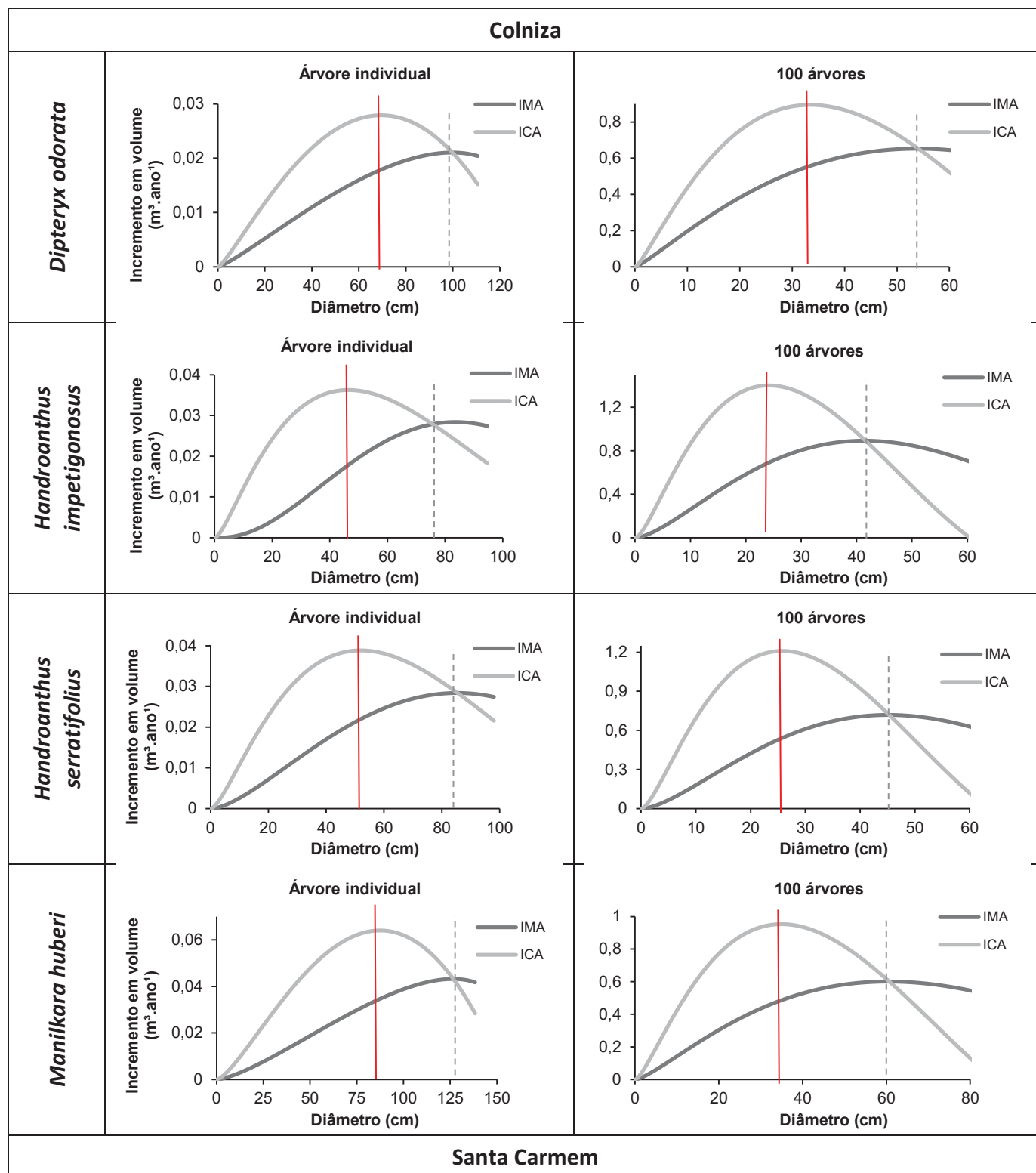
Segundo Braz e Mattos (2015), a estrutura da floresta, considerando a produção ótima, não permite o aumento indiscriminado do ciclo ou diâmetro de corte, pois existe um diâmetro ótimo que maximiza o incremento em volume de cada espécie em determinado sítio. A determinação do diâmetro ótimo de corte de cada espécie é uma ferramenta que precisa ser implementada, visando à maximização do incremento da floresta de produção.

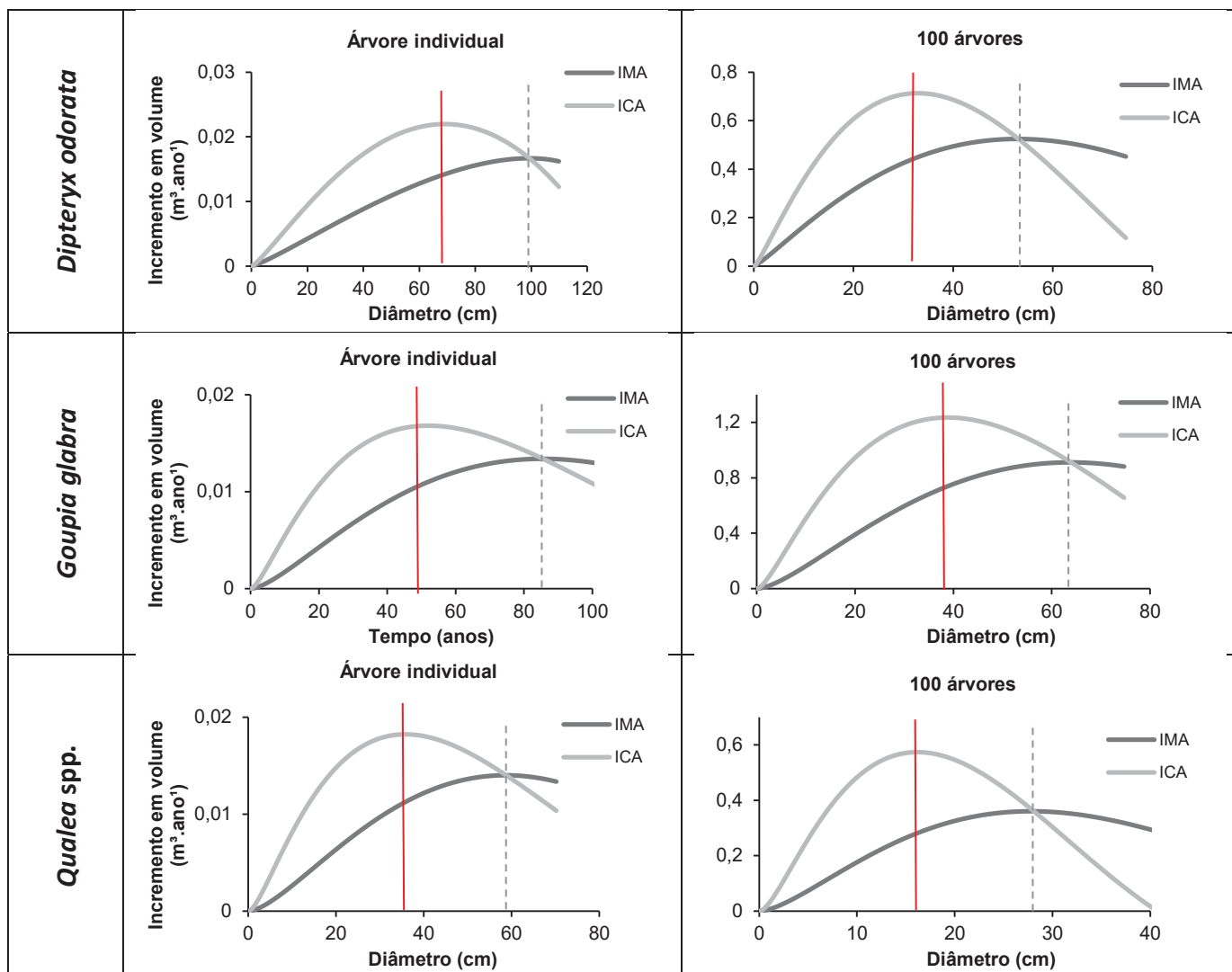
Neste contexto, busca-se nesta pesquisa, por meio da obtenção de informações sobre o diâmetro ótimo que maximiza o incremento volumétrico para as espécies *Dipteryx odorata*, *Goupia glabra*, *Handroanthus impetiginosus*, *Handroanthus serratifolius*, *Manilkara huberi* e *Qualea* spp., na região norte do estado do Mato Grosso, com base nas estimativas do padrão de crescimento e na análise da estrutura dessas espécies, fornecer subsídios que sirvam de base para possíveis inferências a respeito do manejo florestal sustentável dessas espécies.

As curvas de incremento em volume estão apresentadas na Figura 19. Os resultados obtidos para o DMC, de acordo com as duas metodologias testadas, estão apresentados na Tabela 15. O uso das duas metodologias visa enriquecer o debate sobre os diâmetros ideais e ciclos a serem estabelecidos.

FIGURA 19. Curvas de incremento em volume para árvore individual e para a população (100 árvores), por espécie, para a região norte do Mato Grosso.







FONTE: A autora (2020).

TABELA 15. Idade e Diâmetro mínimo de corte (DMC) para árvore individual e para a população (100 árvores) por espécie selecionada, no norte do estado do Mato Grosso.

Espécie	Árvore individual				População (100 árvores)			
	Rotação técnica		ICA _{máx.}		Rotação técnica		ICA _{máx.}	
	DAP (cm)	Idade (anos)	DAP (cm)	Idade (anos)	DAP (cm)	Idade (anos)	DAP (cm)	Idade (anos)
Brasnorte								
<i>Goupia glabra</i>	78,23	217	51,64	114	61,32	145	38,42	80
<i>Qualea spp.</i>	101,91	180	72,79	112	41,94	66	24,90	44
Colniza								
<i>Dipteryx odorata</i>	96,65	297	69,44	180	52,71	130	35,51	82
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	73,09	174	46,38	98	51,89	113	32,44	67
<i>Handroanthus serratifolius</i>	82,33	239	52,07	123	56,36	135	34,71	83
<i>Manilkara huberi</i>	123,20	307	87,28	192	59,07	133	34,80	89
Santa Carmem								
<i>Dipteryx odorata</i>	96,94	303	69,28	181	50,69	125	32,78	80
<i>Goupia glabra</i>	82,50	240	52,09	116	62,29	149	38,98	82
<i>Qualea spp.</i>	56,56	124	35,92	62	26,96	45	16,36	29

*DAP = diâmetro à altura do peito; ICA_{máx.} = máximo incremento corrente anual em volume.

FONTE: A autora (2020).

Com os resultados foi possível confirmar o postulado de Assmann (1970), entendendo sua importância para o manejo, pois para todas as espécies, tanto para o ponto de rotação técnica, quanto para o incremento corrente anual máximo, a maximização da população ocorreu anteriormente ao que foi observado para árvore individual, que apresentou valores consideravelmente mais altos. Isso ocorre devido à redução da sobrevivência nas classes superiores (BRAZ et al., 2015). Este fato indica que mesmo que individualmente uma árvore continue em fase ascendente de crescimento, e considerando que nas classes superiores de diâmetro a taxa de mortalidade aumente, a culminação das curvas de incremento ocorre antes para a população (ASSMANN, 1970). Isto se deve a fatores como início da senescência, debilidade da árvore ou mesmo competição (NYLAND, 2002). De qualquer maneira, esta informação é importante, pois indica o ponto de real maturidade da população, o qual difere muito do ponto de maturidade de uma árvore individual.

Os valores obtidos para *Qualea spp.* permitem exemplificar de forma mais específica o postulado de Assmann (1970), pois mesmo que para a região de Brasnorte a espécie tenha apresentado um incremento médio anual (IMA) superior ao observado para a região de Santa Carmem, os valores para o diâmetro mínimo de corte foram maiores, tanto quando considerado o ICA_{máx.}, quanto para a rotação

técnica. Com a distribuição diamétrica da espécie para os dois locais, foi possível observar que há uma grande concentração de árvores nas classes iniciais, com uma redução drástica no número de indivíduos a partir da classe de 85 cm de centro de classe para Brasnorte e na classe de 75 cm em Santa Carmem. Pode-se inferir que como o aumento na taxa de mortalidade ocorre antes em Santa Carmem, conseqüente a curva de maximização do volume para a população da espécie também ocorreu anteriormente ao observado em Brasnorte, com isso, os valores para o DMC foram consideravelmente inferiores.

De maneira geral, a maximização do diâmetro, considerando o incremento em volume de madeira da população, foi muito semelhante ao observado para o incremento em diâmetro. Afinal, a redução do incremento em diâmetro das árvores sinaliza o início da fase de senescência (KRAMER; KOZLOWISKI, 1960; NYLAND, 2002) e de estagnação (BATISTA et al., 2014), com aumento da taxa de mortalidade (WEISKITTEL et al., 2011). Em determinado ponto, a respiração excede a fotossíntese e as árvores começam a morrer (NYLAND, 2002), ou seja, a relação entre queda no incremento e distribuição diamétrica, é direta e este aferidor pode ser muitas vezes tão bom quanto o uso das curvas de produção em volume. *Goupia glabra*, por exemplo, apresentou um DMC considerando a rotação técnica em diâmetro de 32 cm e considerando o ICAmáx. para a população obteve-se 38 cm de DAP, para a região de Brasnorte, sendo a idade igual para os dois locais (80 anos). Em Santa Carmem, o valor também foi de 32 cm para estimativa em diâmetro e 39 cm para o volume em madeira da população e a idade foi de 68 e 82 anos, respectivamente.

Dipteryx odorata apresentou valores semelhantes para os locais de Colniza e Santa Carmem, e assim como a *Goupia glabra*, os resultados entre as estimativas obtidas pela rotação técnica em diâmetro e o incremento corrente anual máximo em volume de madeira para a população foram próximos com 40 cm e 92 anos e 35 cm e 82 anos, em Colniza, e 35 cm e 87 anos e 33 cm e 80 anos, em Santa Carmem, respectivamente.

Diferente do observado para *D. odorata* e *G. glabra*, na região de Santa Carmem, *Qualea* spp. apresentou valores para o DMC, obtidos pela rotação técnica em diâmetro, próximos aos valores de rotação técnica por meio da curva de incremento em volume para a população, sendo 25 cm aos 43 anos e 27 cm e 45

anos, respectivamente. Contudo, para a região de Brasnorte, o cambará apresentou resultados superiores aos valores observados para ambas as análises consideradas para população, porém, inferiores aos valores para árvore individual, sendo considerado um DMC de 61 cm e 90 anos de idade para a rotação técnica obtida pelas curvas de crescimento em diâmetro.

Para *H. impetiginosus* e *H. serratifolius* o comportamento foi semelhante ao observado para o cambará na região de Santa Carmem. A curva de maximização em diâmetro se aproximou mais da curva de produção em volume para a população, sendo que de acordo com a rotação técnica, os valores foram de 35 cm e 70 anos para variável diâmetro e 41 cm e 84 anos em volume de madeira, para o ipê roxo, e 42 cm e 100 anos, em diâmetro e 44 cm e 104 anos, em volume de madeira, para o ipê amarelo. *M. huberi*, assim como o cambará na região de Brasnorte, apresentou valores superiores na rotação técnica em diâmetro, aos observados para as duas análises, considerando o incremento em volume para a população, e inferiores aos resultados para árvore individual, com 80 cm de DAP e 170 anos.

Canetti (2019) observou para três espécies em uma Floresta de Transição na microrregião de Sinop-MT, que o ICAM_{ax} ocorreu em diâmetro inferiores a 50 cm, que é o DMC previsto em legislação. Os pontos de rotação técnica ocorreram em valores mais próximos a 50 cm de DAP. O padrão foi semelhante ao observado neste trabalho para a população, em que os valores de máximo incremento corrente anual em volume foram, para todas as espécies, consideravelmente inferiores ao DMC estipulado por lei, já os pontos de cruzamento entre as curvas de incremento em volume resultaram em valores mais próximos a 50 cm, com exceção da *Qualea* spp. na região de Santa Carmem, em que mesmo o ponto de rotação técnica ficou bem abaixo do diâmetro de exploração permitido por lei, com aproximadamente 27 cm de diâmetro.

De acordo com Miranda et al. (2018), para a maximização do volume de madeira produzido, o manejo das espécies deve ocorrer em um valor intermediário entre o ponto de rotação técnica e o ICAM_{ax}. Porém, assim como foi observado por Canetti (2019), a variação nos valores obtidos para as espécies analisadas para a rotação técnica e o máximo incremento em volume foi de no mínimo 25 anos e 14 cm de diâmetro. Neste trabalho a variação média foi de 42 anos e 19 cm, considerando a população, para árvore individual essa variação foi ainda maior, de

100 anos e 28 cm de diâmetro. Ressaltando a importância em se estabelecer uma metodologia que sirva de base para o planejamento do manejo visando à sustentabilidade.

Trabalhos vêm sendo realizados na região Amazônica com o objetivo de determinar o diâmetro mínimo de corte (DMC) para espécies ou grupos de espécies de crescimento semelhante (SOUZA et al., 2004; OLIVEIRA, 2014; ARAÚJO, 2018; CANETTI, 2019). Quando o DCM não é determinado corretamente, baseado em informações consistentes sobre o crescimento das espécies, o procedimento pode resultar na exploração equivocada de espécies de crescimento distinto (SCHONGART, 2008), podendo resultar em uma exploração excessiva de uma espécie de crescimento mais lento, ou em uma exploração subestimada de uma espécie de crescimento mais rápido.

Assim, pode-se afirmar que o DMC deve ser flexibilizado e adotado de acordo com as particularidades de cada espécie, ou grupos de espécies de crescimento semelhante, visando à otimização do manejo, além de torná-lo de fato, sustentável.

Alguns pesquisadores consideram como ciclo o tempo de recuperação do volume explorado em uma floresta manejada, relacionando a taxa de crescimento específico para a espécie e o número de árvores presentes nas classes diamétrica inferiores ao diâmetro mínimo de corte (BRIENEN e ZUIDEMA, 2007; SEBBENN et al., 2008). Entretanto, Braz e Mattos (2015) consideraram que a recuperação do volume original implicaria em décadas ou centenas de anos, uma vez que muitas florestas primárias estão superestocadas, estagnadas e improdutivas, refletindo anos de estagnação e baixa produção. Dawkins e Phillip (1998) informaram que a floresta primária é uma floresta com estoque acumulado e com produção de árvores de centenas de anos. Assim, o conceito de recuperação da estrutura original é um conceito equivocado tecnicamente que tem persistido acriticamente (BRAZ e MATTOS, 2015). Schongart (2008) baseia o ciclo relacionando-o à maximização do ICA em volume, implicando indiretamente no tempo que as classes imediatamente abaixo do diâmetro mínimo de corte estabelecido atingem esta classe comercial. Ferreira et al. (2020) usaram conceito semelhante, fazendo a distinção entre ciclo e rotação no manejo de florestas naturais, enfatizando ciclo como o tempo para se

atingir as classes comerciais. Os resultados para o ciclo de corte obtido por espécie e para os três locais de estudo estão apresentados na Tabela 16.

TABELA 16. Ciclo de corte estimado pelo método GOL ($ICA_{m\acute{a}x.}$) para árvore individual e para a população, por espécie, para a região norte do estado do Mato Grosso.

Espécie	Árvore individual	População (100 árvores)
	Ciclo de corte (anos)	
Brasnorte		
<i>Goupia glabra</i>	22	21
<i>Qualea spp.</i>	15	18
Colniza		
<i>Dipteryx odorata</i>	26	24
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	21	21
<i>Handroanthus serratifolius</i>	24	26
<i>Manilkara huberi</i>	22	26
Santa Carmem		
<i>Dipteryx odorata</i>	26	24
<i>Goupia glabra</i>	22	21
<i>Qualea spp.</i>	17	18

FONTE: A autora (2020).

Os valores obtidos pouco variam entre as estimativas para árvore individual e para a população (100 árvores), indicando que as estimativas foram consistentes. A espécie que apresentaram maior variação foram *Qualea spp.*, em Brasnorte, variando em 3 anos, sendo 15 anos para árvore individual e 18 anos para a população, e *M. huberi*, que variou 4 anos, 22 anos para árvore individual e 26 anos para população. Bastante similar ao tempo para as árvores do estoque (entre 40 e 49 cm) ingressarem na classe comercial (50 cm) encontrado por Ferreira et al. (2020) para a espécie *Manilkara elata*.

O tempo de passagem médio observado para *G. glabra* na região de Brasnorte foi de 20 anos e para Santa Carmem foi de 25 anos. O ciclo de corte foi de 22 anos para árvore individual e 21 para a população, para ambos os locais. O tempo de passagem médio para *Qualea spp.* foi de 13 anos em Brasnorte e 16 anos em Santa Carmem, valores inferiores aos obtidos pelo método GOL. *D. odorata* apresentou um tempo de passagem médio de 24 anos para Colniza e 23 anos para Santa Carmem, valores também muito próximos ao observado para ambas as regiões, sendo 26 anos para árvore individual e 24 anos para população.

H. impetiginosus e *H. serratifolius* apresentaram valores semelhantes para o tempo de passagem médio, com 20 e 19 anos, respectivamente. Os resultados obtidos para a variável volume foram muito próximos ao observado no tempo de passagem, com 21 anos, para o ipê roxo em ambas as situações. O ipê amarelo, porém, apresentou valores relativamente superiores ao observados no tempo de passagem, com 24 anos para árvore individual e 26 considerando a população. *M. huberi* apresentou resultados semelhantes ao do ipê amarelo, em que o ciclo de corte observado por meio do tempo de passagem médio foi inferior ao observado pelo *GOL*, 18 anos. Este valor de ciclo está bastante similar ao obtido por Andrade et al. (2019) para o ciclo do *H. Serratifolius* no estado do Amazonas, sugerindo mais uma vez que as espécies, considerando situações similares podem ter padrões semelhantes de crescimento que implicam em ciclos semelhantes.

O método proposto por Schongart (2008) considera o DMC obtido por meio do incremento máximo em volume para árvore individual, conseqüentemente o ciclo de corte a ser considerado foi o obtido para árvore individual. Em contrapartida, Canetti (2019) ressaltou que os pontos de culminação em nível de população são mais precisos para estimar o máximo rendimento em volume da população de uma espécie em floresta natural. De qualquer maneira, com os resultados obtidos neste trabalho é possível verificar que a diferença entre o ciclo de corte obtido para árvore individual ou para a população da espécie foi pequena, mostrando a consistência e aplicabilidade do método, mesmo que sejam considerados os resultados para população.

A determinação do DMC para espécies arbóreas é o primeiro passo para implementação efetiva do manejo em florestas produtivas na região amazônica. O conhecimento do potencial de crescimento diamétrico facilita a otimização dos tratamentos silviculturais e garante que sejam realizadas simulações e prognósticos mais precisos ao calcular o que pode se recuperar após a intervenção florestal. Sem essas informações, observam-se recomendações de aumento arbitrário nos diâmetros de corte (LACERDA et al., 2013) o que possivelmente resultará em expressiva perda de tempo e produção (BRAZ e MATTOS, 2015). Como foi observado com a publicação da instrução normativa número 005, de 2 de julho de 2014, emitida pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso, que

propôs aumentar o MDC para 60 cm (SEMA-MT, 2014), desconsiderando essas diferenças e arbitrando o valor do DMC, conforme apontado.

Em geral, ambos os resultados, para árvore individual e para a população, para todas as espécies, foram inferiores ao ciclo de corte considerado na IN nº 005, ressaltando a importância de estudos desenvolvidos por espécies, buscando embasar planejamento da produção, bem como a flexibilização da legislação, visando melhorar a aplicabilidade do manejo sustentável e atrair produtores a agirem dentro de um sistema economicamente viável e ambientalmente equilibrado.

De acordo com Braz et al. (2015) dizer que o manejo madeireiro não é sustentável com base em informações generalizadas resulta em conclusões equivocadas, como por exemplo, o que é proposto por Schulze e Vidal (2005), que afirmaram que uma das formas de tornar a exploração de espécies madeiras, como o ipê roxo e a maçanduba, menos intensa seria o aumento do DMC previsto em lei, além do aumento da porcentagem de árvores matrizes. O que se observa por vários autores é a importância de estudos por espécie ou grupos de espécies de crescimento semelhante para a determinação de critérios individualizados para o diâmetro mínimo de corte (SOUZA et al., 2004; OLIVEIRA, 2014; ARAÚJO, 2018; CANETTI, 2019). Para Braz (2010) extrações arbitrárias podem prejudicar a estrutura futura da população e conseqüentemente, ciclos de produção futuros, contudo, é possível direcionar a recuperação da floresta visando um retorno mais próximo ao volume explorado em um primeiro ciclo, e para isso, se faz necessária à consideração da estrutura remanescente e a respectiva adequação da taxa de corte (BRAZ et al., 2015).

Para Amaral et al. (1998), o planejamento do manejo florestal pode ser organizado em três etapas: a) zoneamento em áreas de produção; b) planejamento das redes viárias; e c) divisão das unidades de produção anual. Neste contexto, ressalta-se a importância dos resultados obtidos neste trabalho, pois os resultados sobre a análise da estrutura espacial (mapas de densidade de Kernel) permite o zoneamento das áreas exploráveis das espécies de interesse comercial, bem como a alocação de redes de estradas e pátios de estocagem de forma otimizada. Braz et al. (2015) afirmaram que a questão da sustentabilidade madeireira só pode ser determinada a cada estrutura diamétrica analisada, assim, as informações sobre a distribuição de diâmetros em classes diamétricas, bem como a definição de modelos

que permitam estimar a distribuição diamétrica por espécie, é de suma importância para as definições posteriores referente ao manejo das mesmas. Braz e Mattos (2015) relataram que as diferenças de estruturas diamétricas são um ponto fundamental a se considerar quanto a capacidade de recuperação das áreas sob manejo, pois estas, apresentarão diferentes taxas de recuperação.

Schulze e Vidal (2005) afirmaram que é urgente avaliar as características populacionais e as necessidades de manejos de espécies madeireiras, pois dificilmente um mesmo ciclo, ou intensidade de corte, ou regime silvicultural pós-exploração irão garantir a produção sustentada para todas as espécies amazônicas. O ciclo de corte no trabalho desses pesquisadores é o tempo para recuperação de todo volume explorado. Isto, como observado por Dawkins e Phillip (1998) e Braz e Mattos (2015), é impraticável técnica e economicamente. Souza et al. (2015) observaram para duas espécies em Floresta de Terra Firme no Pará, que tratamentos silviculturais após intervenções na floresta possibilitam um aumento no incremento periódico anual das mesmas, com relação a uma floresta não explorada. Braz e Mattos (2015) afirmaram que para cortes futuros, deve-se esperar e considerar uma estrutura sustentável, mas diferente da original. A estrutura futura terá menos classes diamétricas e provavelmente menos volume, mas isso não implica em não sustentabilidade.

Putz et al. (2000) ressaltaram que a taxa de extração anual potencial e real raras vezes é fundamentada na associação de dados sobre a estrutura da floresta e no ritmo de crescimento das espécies de interesse econômico. Assim, o conhecimento do padrão de crescimento das espécies se faz necessário para inferências sobre o manejo dessas espécies, e neste contexto, a dendrocronologia é uma ferramenta que propicia a obtenção de séries históricas longas, de forma rápida e precisa, apresentando certa vantagem aos dados obtidos por meio da medição de parcelas permanentes, permitindo a modelagem desde o ano zero de uma árvore, além da determinação do incremento por classes diamétrica, estimativa do tempo de passagem e obtenção das curvas de produção tanto para variável diâmetro, quanto em volume, possibilitando inferências sobre o diâmetro mínimo de corte e ciclos de corte, de acordo com a capacidade de recuperação da espécie.

Como pode ser visto, em que pese períodos longos de crescimento para uma árvore individualmente, quando se considera a população, este tempo e

diâmetro de maximização se reduz drasticamente, como constatado por Ferreira et al. (2020). Por outro lado, sugere-se que a inferência sobre a população é mais realista, uma vez que considera a sobrevivência das árvores de uma determinada espécie e isto reflete os limites de resistência da população. Ou seja, se a população começa a ter problemas de sobrevivência a partir de determinada classe diamétrica, provavelmente já ultrapassou, como um todo, a maturidade e entra agora na senescência.

A redução do diâmetro de corte abaixo do que a legislação permite, será naturalmente objeto de debate. Este deve basear-se em informações sobre o potencial em número de unidades de árvores nas classes mais baixas. Portanto, pode-se inferir que para a elaboração de um plano de manejo florestal sustentável (PMFS), faz-se necessário primeiramente o conhecimento da área a ser manejada, considerando as espécies de importância econômica existentes, bem como sua estrutura diamétrica a distribuição destas na área e, principalmente, o padrão de crescimento das espécies selecionadas, visando um planejamento eficaz da exploração (OLIVEIRA, 2014).

7 CONCLUSÕES

O uso de métodos tradicionais para a análise florística de florestas tropicais é suficiente para descrever a população. Porém, o uso de análises complementares pode ser de grande ajuda no que se refere à visualização desses resultados, permitindo inferir que a aplicação da densidade de Kernel surge como uma ferramenta promissora ao planejamento do manejo florestal, possibilitando a definição de zonas preferenciais para exploração.

De maneira geral, as funções de densidade de probabilidade Beta, Weibull e Sb de Johnson são indicados para a estimativa da distribuição diamétrica para o total de espécies e para as espécies analisadas individualmente. O desenvolvimento de modelos de distribuição diamétrica por espécie ou grupos de espécies em florestas tropicais permite inferir sobre o estoque futuro e produção madeireira de determinada área florestal.

O padrão de crescimento das espécies analisadas individualmente foi representado, de forma geral, pelas equações Lundqvist e de Chapman-Richards.

Verificou-se que uma mesma espécie pode apresentar um mesmo padrão de crescimento em diferentes regiões na Floresta Amazônica. As espécies *Dipteryx odorata*, que teve seu crescimento analisado nas regiões de Colniza e Santa Carmem, e *Goupia glabra*, nas regiões de Brasnorte e Santa Carmem, apresentaram padrões de crescimentos muito semelhantes, que resultaram em um diâmetro ótimo de produção muito próximo. Isto sugere que, em condições semelhantes, no caso florestas primárias, as espécies tendem a manter o mesmo padrão de crescimento. Isto pode ser um importante fator na extrapolação de resultados de pesquisas.

As análises mostram que considerando árvore individual ou população, junto aos conceitos de máximo ICA ou rotação técnica, os valores para DMC ideal variam bastante. Uma vez que a diferença entre máximo ICA e rotação técnica já era esperada, a principal diferença ocorre entre população e árvore individual. Isto se deve principalmente, como já foi enfatizado, à redução natural de árvores em uma população real. Esta diferença pode aumentar drasticamente, considerando-se períodos de mortalidade maiores. Assim, verificou-se que o diâmetro mínimo de corte considerando a rotação técnica para a população é mais realista.

Para o DMC, os valores estiveram tanto acima como abaixo do atual DMC especificado pela legislação. Entretanto, nenhum ciclo de corte, segundo o método analisado, foi superior ao previsto na legislação (35 anos). A idade das maximizações das populações também informa que estão bem abaixo do que é inferido como idade média de florestas.

Disto se depreende que a flexibilização dos diâmetros mínimos de corte deveria ser considerada pela legislação, bem como o relativo aos ciclos de corte, pois a determinação arbitrária de ciclos ou DMCs em nada auxilia a sustentabilidade do manejo florestal, uma vez que as espécies têm seus incrementos máximos em pontos bem definidos. Assim, sugere-se que a instituição responsável pelo manejo de florestas naturais, bem como secretarias regionais considerem uma abertura para discussão destas questões, possibilitando uma futura modernização da legislação. Sugere-se também a ampliação das pesquisas sobre este tema.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**, 16 (45), 2002.
- ALDER, D. **Growth Modelling for Mixed Tropical Forest**. Oxford: ODA Forestry Research programme project R4676, 1995. (Tropical Forestry Paper 30).
- ALMEIDA, L. S. et al. Fitossociologia e uso múltiplo de espécies arbóreas em floresta manejada, Comunidade Santo Antônio, município de Santarém, Estado do Pará. **Acta Amazônica**, v.42, p.185-194. 2012.
- ALMEIDA, R. S. et al. análise de distribuição diamétrica de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Stand em sistema de produção vegetal no Cariri Paraibano. **Anais**. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 6: Congestas 2018.
- ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728. 2013.
- AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre: um manual para produção de madeira na Amazônia**. IMAZON. Belém-PA. 1998, 130 p.
- AMARAL, S. et al. Interpoladores espaciais para geração de superfícies de densidade populacional na Amazônia Brasileira: problemas e perspectivas. In: IV Simpósio Brasileiro de Geoinformática, Caxambu. **Anais**: GEOINFO. Belo Horizonte, MG, Brasil, p. 53-89. 2002.
- ANDRADE, D. F. et al. Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v.5, n.1, p.109-115. 2015.
- ANDRADE, V. H. F. **Modelos de crescimento para *Hymenaea courbaril* L. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose em florestas de Terra Firme utilizando análise de anéis de crescimento**. 2015. 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ANDRADE, R. T. G. et al. Fitossociologia de uma floresta de terra firme na Amazônia Sul-Occidental, Rondônia, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 7, n. 2, p. 36-43. 2017.
- ANDRADE FILHO, V. S. et al. Distribuição espacial de queimadas e mortalidade em idosos em região da Amazônia Brasileira, 2001-2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 1, p. 245-253. 2017.
- ANDRADE, V. H. F. et al. Growth models for two commercial tree species in upland forest of the Southern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, 438 (215-223) 2019.

ARAÚJO, P. A. et al. Idade relativa como subsídio à determinação de ciclo de corte no manejo sustentável de povoamentos florestais nativos. **Revista Árvore**, v. 17, n. 1, p. 100-116, 1993.

ARAÚJO, H. J. B. Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazonica**. 2006.

ARAÚJO, V. S.. **Análise espaço-temporal da ocorrência da malária para avaliação da dinâmica de transmissão no município de Colniza/MT, no período de 2003 à 2009**. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

ARAÚJO, P. T. M. e FIGUEIREDO, S. M. M. Mapeamento e distribuição espacial de focos de calor em anos de secas severas no sul da Amazônia, Brasil. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais**: INPE. Santos, SP, Brasil, 28 a 31 de maio de 2017.

ARAÚJO, H. J. B. **Crescimento de espécies madeireiras comerciais em floresta no Acre**. Rio Branco, AC: Documentos 152, p. 61, Embrapa Acre, 2018.

ARAÚJO, A. E.; COSTA, D. P. L. Alguma floresta para alguém guardar: uma análise da formulação guardiões da floresta no discurso dos madeireiros de Sinop-MT. **Revista de Estudos de Literatura, Cultura e Alteridade-Igarapé**, v. 12, n. 2, 2019.

ARENAS, M. D. et al. Cobertura vegetal de Alta Floresta, Amazônia Meridional Matogrossense. **Espacios**, v. 36, n. 20, 2015.

ASSMANN, E. **Principles of forest yield study**. Oxford, New York: Pergamon Press, 1970.

AZEVEDO, C. P. et al. Simulação de estratégias de manejo florestal na Amazônia com o uso do modelo SYMFOR. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 51-70, 2008.

BACKES, F. A. A. L. et al. Caracterização das espécies utilizadas na arborização urbana em Silveira Martins, RS. **Ornamental Horticulture**, v. 17, n. 2, p. 167-174, 2011.

BARROS, P. L. C. **Estudo fisiológico de uma Floresta Tropical Úmida no planalto de Curuá-uma, Amazônia Brasileira**. 1986. 158 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; SILVA FILHO, D. F. **Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

BATISTA, A. P. B. et al. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 81, p. 21- 33, jan./mar. 2015.

BECKER, Bertha K. **Amazônia**. Editora Ática, 1990.

BRASIL. **Projeto Radam Brasil** Folha SC. 21 Juruena. Rio de Janeiro, 1980. V. 20, 456p.

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. Curitiba. 2005.

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

BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. Manejo de produção em florestas naturais da Amazônia: mitos e verdades. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 4, p. 292-295, out./dez. 2015.

BRAZ, E. M. et al. Criteria to be considered to achieve a sustainable second cycle in Amazon Forest. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 209-225, 2015.

BROZA, K. T. et al. Etapas do planejamento do projeto MODEFLORA em SIG livre. In: X Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal. **Anais**: FUPEF. Curitiba, PR, Brasil, 10., 2012.

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.

BRUM, B. N. S. **Padrões de crescimento diamétrico em comunidades arbóreas com diferentes gradientes de perturbação na Amazônia Central**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais Tropicais) – INPA, Manaus-AM.

BURKHART, H. E.; TOMÉ, M. **Modeling Forest Trees and Stands**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012.

CALLADO, C. H.; NETO, S. J. D.; SCARANO, F. R.; BARROS, C. F.; COSTA, C. G. Anatomical features of growth rings in flood-prone trees of the Atlantic rain forest in Rio de Janeiro, Brazil. **IAWA Journal**, v. 22, n. 1, p. 29 – 42, 2001.

CAMARGO, L. **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômica-ecológica. Cuiabá, MT**. Editora Entrelinhas, 2011. 96p.

CANETTI, A. **Estrutura, dinâmica e manejo sustentável em ecótono de Floresta Amazônica**. 2019. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

CAÑA, B. B. et al. Análise da transformação da floresta Amazônica a partir do uso de geotecnologias – Google Earth Engine – nas aulas de geografia do ensino fundamental. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 42, n. 2, p. 553-567, maio, 2015.

CARIM, M. J. V. et al. Composição e estrutura de Floresta Ombrófila Densa do extremo norte do Estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v.3, n.2, p.1-10. 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. Manejo de regeneração natural de espécies florestais. Belém. Embrapa-CPATU, 22p. **Documentos**, 34. 1984.

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).

CARVALHO, J. O. P. Classificação em grupos ecológicos das espécies mais importantes em uma área da Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000.4p. (Embrapa Amazônia Oriental. **Comunicado Técnico**, 41).

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v.1

CARVALHO, P. E. R. Cumaru-Ferro: *Dipteryx odorata*. **Comunicado Técnico 225**, Embrapa Florestas, Colombo-PR, Julho. 2009.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Vol. 4. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo – PR: Embrapa Floresta, 2010.

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

CERQUEIRA, J. L. R. P. **Estudo radiometeorológico da região Amazônica**. 2006. Tese de Doutorado. Tese de doutorado, PUC-RIO. 2006.

CHAMBERS, J. Q. **Tree age structure in tropical forests of central Amazonia**. In: BIERREGAARD JUNIOR, R. O. et al. Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest. New Haven: Yale University Press, 2001. p. 69-78.

CHASSOT, T. et al. 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.

COSTA JÚNIOR, R. F. et al. Estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa na Mata Sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.2, p.173-183. 2018.

COURALET, C. et al. 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.

COUTINHO, A. C. **Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local**. 2005. Embrapa Territorial-Tese/dissertação (ALICE).

CUNHA, U. S. **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.

CUNHA, U. S. et al. Predição da estrutura diamétrica de espécies comerciais de terra firme da Amazônia por meio de matriz de transição. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 109-122, 2002.

CUNHA, T. A.; FINGER, C. A. G. Competição assimétrica e o incremento diamétrico de árvores individuais de *Cedrela odorata* L. na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v.43, n.1, p.9-18, 2013.

DAVID, H. C. et al. A 20-year tree liberation experimente in the Amazon: Highlights for diameter growth rates and species-specific management. **Forest Ecology and Management**, 453, 2019.

DAWKINS, H. C.; PHILIP, M. S. **Tropical moist forest silviculture and management: a history of success and failure**. Wallingford, UK: CAB international, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Amazônia Oriental. Maçaranduba –Manilkara huberi. Belém. (**Espécies Arbóreas da Amazônia, 4**). 2004.6 p.

ESRI, ArcGIS Desktop. Release 9.3. **Environmental Systems Research Institute Redlands**, CA, 2009.

FÁBIO, F. G.; REBELLATO, L.; CÂNCIO, I. A. P.. Manejo florestal do cumaru: um experimento rentável e sustentável em Óbidos, Estado do Pará. 2018. In: Seminário Internacional em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 5. **Anais**. Manaus: UFAM, 2018.

FELTON, A. M. et al. Commercial harvesting of Ficus timber – An emerging threat to frugivorous wildlife and sustainable forestry. **Biological Conservation**, v. 159, p. 96-100, 2013.

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, D. A. C., CARNEIRO FILHO, A. Modelagem do desmatamento no Município de Colniza-MT. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**, 2565-2572. 2007.

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.

FERREIRA, G. P.; SANO, E. E. Mapa de densidade de Kernel como indicador de desmatamento futuro na Amazônia Legal. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais**: INPE. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

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, 2020.

FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. Editora Pedagógica, v.2, segunda edição. São Paulo, 401 p. 1979.

FREITAS, P. M. de et al. Software Mata Nativa 2: Sistema de informações aplicado ao manejo de florestas naturais. In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, **SBIAGRO**. Londrina, Setembro, 2005.

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

GARCIA, F. M. **Rendimento operacional de uma serraria com a espécie camará (*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.

GARRIDO FILHA, Irene. Manejo florestal: questões econômico-financeiras e ambientais. **Estudos avançados**, v. 16, n. 45, p. 91-106, 2002.

GUALBERTO, M. L. C. et al. Fitossociologia e potencial de espécies arbóreas em ecossistema sucessional na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Agroecossistemas**, v.6, n.1, p.45-57. 2014.

GUGLIERI, A; KUFNER, D.C. L; POTT, V. J. 2008. Levantamento florístico da vegetação herbácea e subarbustiva da mata de galeria do Córrego Boa Sorte, Corguinho Mato Grosso do Sul, Brasil. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. **Anais**. Brasília, Distrito Federal, 7p.

HALLÉ, F.; et al. **Tropical Trees and Forests**; An Architectural Analysis. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 441p. 1978.

HESS, A. F.; SCHNEIDER, P. R.; ANDRADE, C. M. crescimento em volume de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze na serra do sudeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 247-256, jul-set, 2007.

HIRAI, E. H.; CARVALHO, J. O. P.; PINHEIRO, K. A. O. Comportamento populacional de cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.) em floresta de terra firme na fazenda Rio Capim, Paragominas (PA). **Revista ciências agrárias.**, Belém, n. 47, p. 89-101, jan/jun. 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. **Introdução ao manejo e economia florestal.** Curitiba: UFPR, 1998, 162 p.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification, with an appendix on non-anatomical information. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.10, n.3, p. 219-332. 1989.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Amazônia Legal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm>. Acesso em: 10 maio 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Disponível em: acessado: maio de 2020.

IMAZON. **Manual para produção de madeira na Amazônia.** www.imazon.org.br, cap. 1 a 11, 2003.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: IPT, 1983.

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.

JANKOWISKY, I. P. et al. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. v. 1 . p.127 -128.

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

KNIGHT, D. H. A. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. **Ecological Mongraphs**, v. 45, p. 259-280. 1975.

KLAUBERG, C. et al. Utilizando ferramenta SIG para subsídio ao inventário de um produto florestal não madeireiro (PFNM) do tipo cipó, em área florestal Amazônica. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais**: INPE. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T.. Physiology of trees. **Physiology of trees**. 1960.

LACERDA, A. E. B. et al. Demography of *Hymenaea courbaril*. **Forest Science**, v. 59, n. 1, p. 15–26, 2013.

LEÃO, F. M. et al. Sample intensity in ombrophilous open forest at Verde Para Sempre Extractive Reserve, Poto de Moz, PA. **Revista Agro@ambiente** on-line, v. 12, n. 1, p. 68-79, janeiro-março. 2018.

LIMA, J. A. 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.

LIMA, R. A. F.; BATISTA, J. L. F.; PRADO, P. I. Modeling Tree Diameter Distributions in Natural Forest: Na Evaluation of 10 Statistical Models. **Forest Science**, month, 2014.

LIMA, R. B. A. et al. Análises estruturais do componente arbóreo em floresta de Terra Firme, Carauari, Amazonas, Brasil. **Biodiversidade**, v. 17, n. 1, p. 1-16. 2018.

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

MACGUINNESS, W.G. The relation between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semiarid region. *Ecology*, v.15, n.3, p.263-282. 1934.

MACHADO, A. T. **Os planos de manejo florestal sustentável (PMFS) na região norte do Estado de Mato Grosso**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2008.

MACHADO, S. A. et al. 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.

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

MARTINS, F. S. R. V. Análise de ferramentas de SIG para a estimativa de biomassa potencial: um estudo de caso em região de contato floresta/savana, Roraima. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais**: INPE. Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011.

MATO GROSSO. Decreto n. 2.152, de 12 de fev. de 2014. Regulamenta a Lei Complementar nº 233, de 21 de dezembro de 2005 no que diz respeito aos procedimentos de elaboração, análise e acompanhamento dos Planos de Manejo Florestal Sustentável Madeireiro no Estado de Mato Grosso. **Diário Oficial do Estado do Mato Grosso**, Cuiabá, MT, 12 fev. 2014.

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.; 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.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. Crescimento de espécies arbóreas de floresta natural do Pantanal Mato-Gossense. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 50, p. 69-80, 2005.

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A. Growth dynamics of *Anadenanthera colubrine* 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. et al. 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. et al. 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. et al. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico, 218**).

MATTOS, P. P. et al. Crescimento diamétrico de jurema-preta em Limoeiro do Norte, CE. Colombo: Embrapa Florestas, 2012. 3 p. (Embrapa Florestas. **Comunicado técnico, 310**).

MAGALHÃES, M. C. C. Migração e hanseníase. **Rev. Bras. Epidemiol**, v. 14, n. 3, p. 386-97, 2011.

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

MEDEIROS, F. S. et al. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diamétrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **ACSA**, Patos-PB, v. 14, n. 2, p. 85-95, Abril-Junho, 2018.

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. et al. 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.

MIRANDA, Z. P. et al. Volume increment modeling and subsidies for the management of the tree *Mora paraensis* (Ducke) Ducke based on the study of growth rings. **Trees - Structure and Function**, v. 32, n. 1, p. 277–286, 2018.

NASCIMENTO, R. G. M. **Modelagem e prognose da produção de uma floresta tropical úmida densa de terra-firme na Amazônia Central**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. 155p.

NYLAND, R. D. **Silviculture: concepts and applications**. Long Grove: Waveland Press, 2002. 679p.

OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. **Acta Amazônica**, v. 36(2), p.177-182, 2006.

OLIVEIRA, M. F.; MATTOS, P. P. 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.

OLIVEIRA, M. F.; MATTOS, P. P.; ROSOT, N. C. Distribuição diamétrica de *Erismma uncatum* e *Qualea* sp. em floresta natural do Mato Grosso. In: EVENTO DE

INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 11., 2012, Colombo. **Anais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

OLIVEIRA, M. F. de **Critérios para o manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, L. C. L. Q. et al. Predição do ciclo de corte de espécies arbóreas comerciais por grupos ecológicos em uma floresta na Amazônia Brasileira. **Rev. Bras. Biom.**, Lavras, v.38, n.1, p.18-34, 2020.

ORELLANA, E.; FIGUEIREDO FILHO, A. Uso do método da predição de parâmetros para projetar a distribuição diamétrica em florestas nativas com a função Weibull. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, 2017.

ORLANDI, M. et al. **Migração aspectos ambientais e a estrutura agraria no estado de Mato Grosso**. Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, 2017. 25 p.

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

PAULA, M. H. et al. Utilização de métodos não destrutivos para caracterização simplificada da madeira de cumaru (*Dipteryx odorata* Willd). **Biodiversidade**, v. 15, n. 2, 2016.

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

PEÑA-CLAROS, M. et al. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. **Forest Ecology and Management**. v. 255, p. 1283-1293. 2008

PEREIRA, L. P.; PEDROSO, L. M. Dados fenológicos das principais espécies florestais que ocorrem na Estação Experimental de Curuá-Una, PA. Belém: SUDAM, 1969. p. 53-59 (**SUDAM. Documentos Amazônicos**).

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

PORTELA, J. G. A.; PAULETTO, D. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre *Dipteryx odorata* no período de 2009 a 2018. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 19-28, 2020.

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.

REIS, L. P. et al. Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. **Revista Ciências Agrárias**, v.57, n.3, p.234-243, jul/set. 2014.

RIBEIRO, R. J. et al. Estudo fitossociológico nas regiões de Carajás e Marabá – Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, 29 (2): 207-222, 1999.

RIBEIRO, M. V. D. et al. Modelagem da distribuição diamétrica da *Carapa guianensis* Aubl. Em floresta de várzea Macapá-AP, Brasil. In: VIII Simpósio de Pós-Graduação em Ciências Florestais. **Anais**. p. 250-254, 2014.

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

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

RODRIGUES R. R. e SHEPHERD, G. J. Análise da variação estrutural e fisionômica da vegetação e características edáficas, num gradiente altitudinal na Serra do Japi. In: L.P.C. Morellato (org.). **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Editora Unicamp, Campinas, pp. 64-96. 1992.

RODRIGUES, I. A. et al. Levantamento fitossociológico em áreas sob influência da rodovia PA-150 nos municípios de Aracá e Tailândia, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 43p. (Embrapa Amazônia Oriental. **Boletim de Pesquisa**, 179). 1997.

RODRIGUES, L.A. et al. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore** 31: 25-35. 2007b.

ROQUETTE, J. G. et al. Dendroclimatologia na Amazônia: aplicações e potencialidades. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 451-462, 2019.

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.

ROSAN, T. M.; ALCÂNTARA, E. Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Matogrossense: o estudo de caso do município de Cláudia (MT). **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 68, n. 5, 2016.

ROTTA, G. W.; MICOL, L.; SANTOS, N. B. **Manejo Florestal Sustentável no portal da Amazônia: um benefício econômico, social e ambiental**. ICV, 2006.

RUGGIERO, P. G. C. et al. Soil-vegetation relationships in Cerrado (Brazilian savanna) and Semideciduous Forest, Southeastern Brazil. **Plant Ecology** 160: 1–16. 2002.

SALOMÃO, R.P; BRIENZA JÚNIOR, S.; ROSA, N.A. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 1-24, 2014.

- SANTOS, A. T. et al. 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.
- SANTOS, E. S. et al. Distribuição diamétrica para *Virola surinamensis* (Rol.) Warb na Floresta Estadual do Amapá-Flota/AP. **Revista de biologia e ciências da terra**. V. 13 n. 1. 2013.
- SANTOS, R. O. et al. Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 24-31, 2016.
- SANTOS, R. O. et al. Florística e estrutura de uma comunidade arbórea na floresta estadual do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 5, esp., p. 529-539, dez. 2017.
- SCHAEFFER, R. O. **Manejo Florestal em Áreas de Reserva Legal**. 2003.
- SCHONGART, J. Growth-Oriented Logging: A new concept in forest management. **Science for Environment Policy**, European Commission, September, 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.
- SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): The Use of Species-Specific Growth Information for Forest Management in Central Amazonian Floodplains. In: W. J. JUNK; et al. (Orgs.) **Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management, Ecological Studies**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2011. p. 437– 464. (Ecological Studies v. 210).
- SCHULZE, M. et al. Madeiras nobres em perigo: práticas e leis atuais de manejo florestal não garantem a exploração sustentável. **Ciência Hoje**, v. 36, p. 66-69, 2005.
- SCHWENGBER, D. R.; SMIDERLE, O. J. Cupiúba *Goupia glabra* Aubl. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**. n. 7, p. 1-2, 2005.
- SCOLFORO, J. R. S. et al. Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p. 112-117, 1996.
- SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341p.
- SCOLFORO, J. R. S. Biometria florestal: **Modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras, UFLA/FAEPE. p.393, 2006.

SEBBENN, A. M. et al. Modeling the impact of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. **Forest Ecology and Management**, v. 254, p. 335-349, 2008.

SEMA-MT. **Instrução Normativa**, n. 005, de 02 de julho de 2014.

SILGUEIRO, V. et al. Mapeamento da ilegalidade na exploração madeireira entre agosto de 2012 e julho de 2013. **Transparência Florestal Mato Grosso**. 5: 12 p. 2015.

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. **Inventário florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela Embrapa CPATU na Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa-CPATU, 1984. 36p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 36).

SILVA, E. Q. et al. Função de densidade de probabilidade aplicáveis a ciência florestal. **Revista Floresta**, 33(3), p.285-297, 2003.

SILVA, G. F. et al. Mata Nativa: Sistema para elaboração de planos de manejo florestal e realização de análises fitossociológicas. In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, **SBIAGRO**. Londrina, Setembro, 2005.

SILVA, K. E.; 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.

SILVA, T. M. S.; JARDIM, F. C. S.; SILVA, M. S. P. S.. Mercado de amêndoas de *Dipteryx odorata* (cumaru) no estado do Pará. **Floresta**, Curitiba, v.40, n.3, p.603-614, 2010.

SILVA, L. S.; FRANÇA, C. A. S. M. SIG como ferramenta de mapeamento das formas de uso e ocupação do solo na APA Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais**: INPE. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

SILVA, K. E. et al. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. Embrapa Amazônia Ocidental - **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 193-201, mar. 2015.

SILVERMAN, B.W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. **Chapman & Hall**, London. 1986. 495 p.

SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. 3ª edição. Petrópolis, Editora Vozes. 1991. 72 p.

SIST, P.; FERREIRA, F. N. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, n. 243, p. 199-209, 2007. DOI:10.1016/j.foreco.2007.02.014

SOUZA, P. F. **Terminologia Florestal – glossário de termos e expressões florestais**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1973. 304 p.

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

SOUZA, A. L. et al. Dinâmica de crescimento em diâmetro de uma floresta primária sem interferência: uma análise pelo tempo de passagem entre classes diamétricas¹. **Revista Árvore**, v. 17, n. 2, p. 129, 1993.

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

SOUZA, M. H. et al. **Madeiras tropicais brasileiras**. 2. ed. Belém: 1 BAMA-Laboratório de Produtos Florestais, 2002. p. 82-83.

SOUZA, D. R. et al. Ciclo de corte econômico ótimo em Florestas Ombrófila Densa de Terra Firme sob manejo florestal sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.681-689, 2004.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa. 2005. 640 p.

SOUZA, D. R. et al. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 75-87, 2006.

SOUZA, R. N. et al. Distribuição diamétrica, espacial e volumétrica de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (cumaru) na floresta estadual do Amapá-FLOTA-AP. 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. 714-720., 2011.

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

TAVARES, P. A. et al. Clima, antropização e análise de focos de calor em unidades de conservação de proteção integral na Amazônia Brasileira. XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. **Anais**: INPE. Santos, SP, Brasil, 14 a 17 de abril de 2019.

THAINES, F. et al. Occurrence and pressure of logging through forest management in Acre State, Brazil. **Resumo** aceito para apresentação oral no XXIII Congresso Mundial da IUFRO, 2010. Não publicado.

THIERSCH, C. R. **Modelagem da densidade básica, do volume e do peso seco para plantios de clones de *Eucalyptus* sp.** 197 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

TONINI, H. et al. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 151-158, 2008.

UBIALLI, J. A. et al. Comparação de métodos e processos de amostragem para estudos fitossociológicos em uma floresta ecotonal na região norte matogrossense. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 511-523, jul./set. 2009.

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.

UMETSU, R. K. et al. Análise morfométrica e socioambiental de uma bacia hidrográfica Amazônica, Carlinda, MT. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 36, n. 1, p. 83-92, 2012.

VAN GARDINGEN, P. R.; VALLE, D.; THOMPSON, I. Evaluation of yield regulation options for primary forest in Tapajo's National Forest, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 231, p. 184–195, 2006.
DOI:10.1016/j.foreco.2006.05.047

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

VERÍSSIMO, A. **Influência do Promanejo sobre políticas públicas de manejo florestal sustentável na Amazônia**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

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.

WEISKITTEL, A. R. et al. **Forest growth and yield modeling**. Hoboken: John Wiley, 2011. 415 p.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees. A review. **IAWA Journal**, v. 16, n. 4, p. 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**, v. 20, n. 1-2, p. 217 – 231, 2002.

WORBES, M. **Tree-Ring Analysis**. University of Göttingen, Göttingen, Germany. p. 586-599. 2004.

ZAU, M. D. L. et al. Avaliação das propriedades química, física e mecânica de painéis aglomerados produzidos com resíduo de madeira da Amazônia-Cumaru (*Dipteryx Odorata*) e resina poliuretana à base de óleo de mamona. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 24, n. 6, p. 726-732, 2014.

ZERWES, L. C.; SCHWENK, L. M. mapeamento da dinâmica do desmatamento no município de Brasnorte/MT. **Revista Espaço e Geografia**, v. 16, n. 1, 2013.