

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE UNICENTRO
CAMPUS DE IRATI, PARANÁ**

**ESTRUTURA, CRESCIMENTO E MANEJO DE
Couratari spp. EM DOIS LOCAIS DA FLORESTA
AMAZÔNICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAROLINE GASPAR

**IRATI - PR
2020**

CAROLINE GASPAR

ESTRUTURA, CRESCIMENTO E MANEJO DE *Couratari* spp. EM DOIS LOCAIS DA FLORESTA AMAZÔNICA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Orientador

Dr. Evaldo Muñoz Braz
Coorientador

Dr^a. Patricia Póvoa de Mattos
Coorientadora

**IRATI – PR
2020**

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da Unicentro

C292e Caroline, Gaspar
Estrutura, crescimento e manejo de *Couratari* spp. Em dois locais da floresta amazônica / Gaspar Caroline. – – Irati, 2020.
x, 62 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, 2019.

Orientador: Luciano Farinha Watzlawick
Coorientador: Evaldo Muñoz Braz
Coorientadora: Patricia Póvoa de Mattos
Banca examinadora: Jonathan William Trautenmüller, Evaldo Muñoz Braz, Luciano Farinha Watzlawick, Vagner Alex Pesck (Suplente), Patricia Povo de Mattos (Suplente)

Bibliografia

1. Ciências Florestais. 2. Dendrocronologia. 3. Manejo de florestal. 4. Diâmetro mínimo de corte. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais.

| CDD 634.9

TERMO DE APROVAÇÃO

Defesa Nº 143

Caroline Gaspar

“Estrutura, crescimento e manejo de *Couratari* spp. em dois locais da Floresta Amazônica”


Dissertação aprovada em 02/03/2020, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Sustentável de Recursos Florestais, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



Dr. Jonathan William Trautenmüller
Universidade Federal do Paraná
Primeiro Examinador



Dr. Evaldo Muñoz Braz
Embrapa Florestas
Segundo Examinador



Dr. Luciano Farinha Watzlawick
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca Examinadora

Irati - PR
2020

"O homem, como um ser histórico, inserido num permanente movimento de procura, faz e refaz constantemente o seu saber."

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste pela oportunidade deste mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e à Embrapa Florestas pela disponibilização do espaço físico para realização desta pesquisa.

Ao meu orientador Dr. Luciano F. Watzlawick, pela confiança e apoio.

Aos meus coorientadores Dr. Evaldo Muñoz Braz e Dr^a. Patrícia Póvoa de Mattos, por todos os ensinamentos, força, paciência e conversas, que foram fundamentais na minha formação, e por me acolherem nesta jornada.

À Elabore Projetos e Consultoria Florestal, à Empresa Amata e Vinicius Cysneiros pelo fornecimento dos dados que tornaram esse trabalho possível.

Aos funcionários da Embrapa Florestas, Elisabete Oaida, Marilice Cordeiro Garrastazu, Jonatas Geller, pela disposição em ajudar na realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas da xiloteca, especialmente Andreia, Aline e Pollyni pela amizade, incentivos e contribuições para este trabalho.

À minha família, que sempre me incentivou e mostraram a importância dos estudos para minha formação como indivíduo, especialmente meus pais, Gesar e Lucineia, e meus avós, Geni e Sirlei.

A todos que de alguma forma contribuíram para elaboração deste trabalho.

Àqueles que defendem a universidade pública e aos pesquisadores, que lutam pela Ciência brasileira a despeito todas as adversidades impostas pelo país.

SÚMARIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO.....	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
3.REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 Manejo Florestal na Amazônia	4
3.2 Crescimento.....	6
3.3 Dendrocronologia	7
3.4 Distribuição diâmetrica.....	8
3.5 Projeção por classe diamétrica.....	9
3.6 Couratari spp	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS	12
4.1 Áreas de estudo	12
4.1.1 Floresta Nacional do Jamari, RO.....	12
4.1.2 Fazenda Santa Cruz, MT	13
4.2 Descrição dos dados.....	14
4.3 Florística e Fitossociologia	15
4.4 Densidade de Kernel e Índice de dispersão	15
4.5 Distribuição diâmetrica.....	16
4.5.1 Função densidade de probabilidade.....	16
4.5.2 Teste de aderência	17
4.5.3 Escolha da melhor função densidade de probabilidade.....	18
4.6 Padrão de crescimento	18
4.6.1 Modelagem do crescimento.....	19
4.6.2 Ocorrência de danos	20
4.7 Simulações de Manejo	21
4.7.1 Razão de Movimentação	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Florística e Fitossociologia	24
5.1.1 Flona do Jamari, RO.....	24
5.1.2 Fazenda Santa Cruz, MT	25
5.2 Densidade de Kernel e Índice de dispersão	27
5.3. Função densidade de probabilidade	30
5.4 Dendrocronologia	32
5.4.1 Crescimento diamétrico	33
5.4.2 Modelos de crescimento diamétrico	35
5.4.3 Curvas de crescimento em área basal	38
5.5 Simulações de Manejo	39
6. CONCLUSÕES.....	44
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXOS	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudo - Floresta Nacional do Jamari, RO.....	12
Figura 2. Área de estudo Colniza – MT.	14
Figura 3. Número de espécies (A) e de indivíduos (B) por família na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.	24
Figura 4. Número de espécies por família (A) e número de indivíduos por família (B), na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.....	26
Figura 5. Mapa da densidade de Kernel considerando todos os indivíduos de <i>Couratari stellata</i> (A). Mapa da distribuição da espécie de acordo com altitude (B), na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.....	27
Figura 6. Mapa da densidade de Kernel considerando todos os indivíduos de <i>Couratari oblongifolia</i> (A). Mapa da distribuição da espécie de acordo com altitude (B), na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.	28
Figura 7. Dispersão de <i>Couratari stellata</i> (A) e <i>Couratari oblongifolia</i> (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.	30
Figura 8. Funções densidade de probabilidade ajustadas para <i>Couratari stellata</i> (A) e para <i>Couratari oblongifolia</i> (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.....	31
Figura 9. Anéis de crescimento de <i>Couratari stellata</i> (A) e <i>Couratari oblongifolia</i> (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.....	32
Figura 10. Boxplot das médias do incremento periódico anual por classe diamétrica de <i>Couratari stellata</i> (A), <i>Couratari oblongifolia</i> (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.	34
Figura 11. Tempo de passagem médio por classe diamétrica para <i>Couratari stellata</i> (A) e <i>Couratari oblongifolia</i> (B) e suas respectivas linhas de tendência, em dois fragmentos de Floresta Amazônica.	34
Figura 12. Equações de crescimento diamétrico acumulado ajustadas para <i>Couratari stellata</i> (A) e <i>Couratari oblongifolia</i> (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.	36
Figura 13. Modelos de Lundqvist-Korf ajustado para <i>Couratari</i> spp, em dois fragmentos de Floresta Amazônica.....	38
Figura 14. Curvas de área basal acumulada para as árvores individuais de <i>Couratari stellata</i> e <i>Couratari oblongifolia</i> , em dois fragmentos de Floresta Amazônica.	38
Figura 15. Porcentagem de árvores avaliadas ocas por classe de diâmetro, na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Funções densidade de probabilidade ajustadas.....	17
Tabela 2. Modelos de crescimento diamétricos ajustados por espécies.....	19
Tabela 3. Resultados florísticos para as 15 espécies com maior índice de valor de importância na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.	24
Tabela 4. Resultados florísticos para as 15 espécies com maior índice valor de importância na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.....	26
Tabela 5. Estatísticas e parâmetros das funções densidade de probabilidade ajustadas para <i>C. stellata</i> e <i>C. oblongifolia</i> , em dois fragmentos de Floresta Amazônica.....	30
Tabela 6. Resultados da sincronização no software COFECHA entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento das duas espécies.	33
Tabela 7. Descrição quantitativa das séries cronológicas por espécie em dois fragmentos de Floresta Amazônica.	33
Tabela 8. Parâmetros estatísticos e coeficientes das equações de crescimento diamétrico ajustadas por espécie e pra o gênero.....	35
Tabela 9. Resultado das simulações de manejo para as espécies <i>Couratari stellata</i> e <i>Couratari oblongifolia</i> , 35 anos após o primeiro corte, em dois fragmentos da Floresta Amazônica.....	42

RESUMO

Caroline Gaspar. Estrutura, crescimento e manejo de *Couratari* spp. em dois locais da Floresta Amazônica

O manejo florestal sustentável é uma das principais atividades desenvolvidas na Amazônia Brasileira. Entretanto, há lacunas de informações a respeito das espécies que são manejadas, como o padrão de crescimento e o diâmetro mínimo de corte, fatores importantes para garantir a sustentabilidade do manejo. O objetivo deste trabalho foi estabelecer critérios de manejo para duas espécies *Couratari* spp. utilizando a análise da estrutura horizontal e análise dos anéis de crescimento, para a definição do diâmetro mínimo de corte (MDC) ótimo, fornecendo ferramentas para elaboração de planos de manejo futuros. O estudo da espécie *Couratari stellata* foi realizado na Floresta Nacional do Jamari em Rondônia, e de *Couratari oblongifolia* em uma área particular localizada em Colniza, Mato Grosso. Foram utilizados dados dos inventários 100% das duas áreas de estudo e coletados discos de madeira do fuste das espécies. Foi realizada análise florística das áreas, análise do padrão espacial, ajuste de funções de densidade probabilidade por espécie. Foi realizada análise do crescimento por meio da dendrocronologia, foi calculado os incrementos médios por classe diamétrica e ajuste dos modelos de crescimento em diâmetro. A partir dos dados modelados da estrutura diamétrica e do crescimento, foram realizadas simulações de produção volumétrica, por meio de matrizes de projeção por classe diamétrica, para definição do diâmetro mínimo de corte ótimo. As duas espécies mostraram-se importantes para a comunidade que estão inseridas, com padrão de densidade agregado. As diferenças nos padrões de crescimento e nas estruturas diamétrica evidenciaram que cada espécie possui características específicas que devem ser consideradas na elaboração de estratégias de manejo. A utilização de matrizes de projeção por classe diamétrica em volume, utilizando dados da dinâmica populacional, foi eficiente para estimativa do diâmetro mínimo de corte. O DMC ótimo retornou maiores produções em volume quando comparados com o definido pela legislação.

Palavras-chave: dendrocronologia, manejo de florestal, diâmetro mínimo de corte.

ABSTRACT

Caroline Gaspar. Structure, growth and management of *Couratari* spp. in two locations in the Amazon rainforest

Sustainable forest management is one of the main activities developed in the Brazilian Amazon. However, there are gaps information about species that are managed, such as the growth pattern and minimum cutting diameter, which are important factors to ensure sustainable management. The aim was to establish management criteria for two species of *Couratari* spp. by analysis of forest structure and analysis of the growth rings, for the definition of the minimum cutting diameter (MCD), providing tools for future forest management plans. The study of *Couratari stellata* was conducted in the Jamari National Forestry, Rondônia State and of *Couratari oblongifolia* in a particular area located in Colniza, Mato Grosso State. It was used data from 100% inventories and stem sample of the species. It was realized floristic analysis of the areas, analysis of the spatial pattern, and density functions were adjust by species. Growth pattern analysis was performed using dendrochronology, means increment by diameter class was calculated and diameter cumulative growth models were adjusted. From the probability density functions and the adjusted growth equations, was made simulations of volumetric production were performed, using projection matrices by diametric class to define the minimum cut diameter. The two species proved to be important for the community where they are inserted, with an aggregate density pattern. Differences in growth patterns and diametric structure showed that each species has specific characteristics that should be considered in the development of management strategies. The use of projection matrices by volume diametric class, using population dynamics data, was efficient to estimate the minimum cutting diameter. The optimum MCD returned higher production in volume when compared to that defined by the Brazilian law.

Keywords: dendrochronology; forestry management; minimum cutting diameter.

1. INTRODUÇÃO

O manejo de florestas naturais, especialmente da Floresta Amazônica, constitui-se como importante fonte de geração de renda e de empregos. Em 2017, os estados federativos pertencentes à Amazônia produziram mais de 90% do volume total de madeiras em tora do Brasil, movimentando aproximadamente dois trilhões de reais, com uma produção de mais de 11 milhões de m³ (IBGE, 2018).

O manejo florestal sustentável é viabilizado por um somatório de técnicas para a retirada seletiva de árvores com interesse comercial e produtos não madeireiros, por meio de exploração planejada de baixo impacto, a fim de garantir a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais para a geração presente e as futuras (SILVA, 1996; BRASIL, 2006; SABOGAL et al., 2009).

Na Amazônia são utilizados sistemas policíclicos de manejo florestal, que englobam técnicas de manejo adequadas, seguidas do monitoramento do crescimento da floresta residual, para as futuras colheitas da floresta (SILVA et al., 1999). No sistema policíclico todas as árvores comerciais, ou parte dessas que atingiram o tamanho de corte, são retiradas, exceto aquelas reservadas como porta sementes. As árvores de tamanho intermediário permanecem e passam a constituir o estoque para o próximo corte (AZEVEDO, 2006).

Entretanto, a definição na legislação de fundamentos gerais para o manejo florestal sustentável em florestas naturais quanto ao estoque de madeira (30 m³ ha⁻¹) a ser extraído e repostado, a duração do ciclo de extração (25 a 35 anos), assim como o diâmetro mínimo de corte de 50 cm compromete a garantia da sustentabilidade, pois não se leva em consideração a estrutura da floresta ou o ritmo de crescimento das espécies (BRASIL, 2006).

Esses critérios gerais englobam espécies de diferentes grupos ecológicos, densidades variadas e ritmos de crescimentos distintos (ROSA, 2008; OLIVEIRA, 2014; BRAZ et al., 2015a; DIONISIO et al., 2018). Esse cenário se agrava ainda mais quando se considera a vasta extensão da Floresta Amazônica e sua complexidade. Dessa forma, devem-se utilizar, quando possíveis, critérios baseados nas características de cada espécie ou grupo de espécies.

Entretanto, existem lacunas de informações sobre as espécies que são manejadas. Por exemplo, são poucos os dados disponíveis sobre a estrutura ideal remanescente da

floresta e o padrão de crescimento das espécies comerciais da Floresta Amazônica e, conseqüentemente, da definição do ciclo ideal de corte, informação essencial para garantir a sustentabilidade do manejo (BRAZ et al., 2012). É necessário, também, saber qual crescimento nas diferentes classes diamétricas das espécies consideradas, e quais as classes que mais contribuem para a produção volumétrica para se definir qual a capacidade de suporte de extração de determinada espécie. Para a determinação mais precisa dessas variáveis dendrométricas e ciclos de crescimento são necessárias series longas que englobem todas as fases de crescimento das árvores.

As séries longas de crescimento das espécies florestais são escassas (VANCLAY, 1994). A dendrocronologia é uma ferramenta que têm sido utilizadas para obtenção de séries de crescimento de espécies da Floresta Amazônica (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006; SCHÖNGART, 2008; ROZENDAAL et al., 2010; ROSA et al., 2017; MIRANDA et al., 2018) e em outras regiões com sazonalidade definida (exemplos África, América Central, Cerrado, Pantanal, Caatinga, Mata Atlântica), pois proporciona a recuperação dos dados de crescimento de forma mais rápida do que as obtidas por meio do monitoramento das parcelas permanentes, possibilitando a análise e determinação com maior precisão do ritmo de crescimento ao longo de todas as fases da vida de cada espécie, além de gerar estimativa de idade e incremento médio, de forma e rápida eficaz (MATTOS et al., 2011).

O gênero *Couratari* Alb. é composto por 19 espécies arbóreas de dossel ou emergentes, sendo 12 típicas das Florestas de Terra Firme do Bioma Amazônico (MORI; PRANCE 1990; PROCÓPIO; SECCO 2008), conhecidas no mercado florestal como “tauari”, destacam-se pelas semelhantes entre indivíduos (ITTO, 2005; PROCÓPIO, 2010). As espécies deste gênero apresentam porte alto a médio e são frequentes encontrados indivíduos nos extratos superiores e médios da Floresta Ombrófila Densa (SOUZA; LORENZI, 2005; HOPKINGS, 2005; PROCÓPIO et al., 2010;). Apresenta ampla distribuição em toda Região Amazônica, e com grande importância econômica, o gênero *Couratari* apareceu na relação das 10 espécies de maior produção madeireira no período entre 2012 e 2017 (IBAMA, 2019).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar o padrão de crescimento de duas espécies de *Couratari* no Mato Grosso e em Rondônia, para a construção de protocolos de manejo dessas espécies, visando subsidiar a legislação e manejadores para a determinação de normas de manejos para essas duas espécies madeireiras.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a florística e a fitossociologia em dois lugares da floresta Amazônica;
- Identificar o padrão espacial de duas espécies do gênero *Couratari*;
- Analisar e modelar a estrutura diamétrica de duas espécies nos diferentes locais de estudo;
- Descrever e modelar os crescimentos diamétrico das duas espécies nos diferentes locais de estudo;
- Definir o diâmetro de corte ótimo para as duas espécies.

3.REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Manejo Florestal na Amazônia

A Amazônia Legal possui uma área de aproximadamente 5 milhões de km², o que corresponde a 61% do território brasileiro, abrangendo todos os estados da região Norte e parte do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão (IBGE, 2011).

A Amazônia detém uma das maiores reservas de recursos naturais do planeta, representada, especialmente, pela biodiversidade da fauna e da flora, tendo como uma das características mais importantes, a heterogeneidade florística (FERREIRA et al. 1999). O Bioma Amazônia é composto principalmente por duas tipologias florestais em toda sua extensão, a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Aberta. Dentro delas encontram-se diferentes ambientes que formam ao todo 53 ecossistemas (SAYRE et al., 2008).

A Amazônia brasileira tem se configurado como uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo (OIMT, 2013), com a produção de madeira em tora concentrada principalmente nos estados do Mato Grosso, Pará e Rondônia (IBAMA, 2019). A região é responsável por mais de 90% da produção florestal de áreas naturais do País (CASTRO; SILVA, 2007).

A exploração de madeira na Amazônia começou de forma mais intensa a partir da década de 1970, com o programa de integração do território nacional através da abertura de estradas. Isso possibilitou, também, a exploração de madeira nas áreas de Floresta de Terra Firme (VERISSIMO et al., 1992; CASTRO, 2016).

Desde 1965 a exploração na Floresta Amazônica só é permitida sob manejo pelo Código Florestal (Lei nº 4.771/1965). O Manejo Florestal Sustentável foi instituído pela Lei 11.284/2006, posteriormente alterada pela Lei 12.651/2012 e pelo Decreto 5.975, sendo definido como a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal.

Os sistemas silviculturais para o Manejo Florestal nos países tropicais foi desenvolvido a partir dos modelos clássicos desenvolvidos para as florestas temperadas, como por exemplo, o Sistema Malaio Uniforme, Seletivos da Indonésia e o CELOS, do Suriname. Eles podem ser classificados em sistemas monocíclicos ou policíclicos, de acordo com o número de intervenções (SEYDACK, 2012).

O sistema monocíclico consiste na retirada da madeira comercial de uma só vez. Nesse caso, o próximo ciclo é baseado na regeneração das espécies comerciais existentes no primeiro corte (SEYDACK, 2012). Em geral, são ciclos longos (70 a 100 anos), não sendo atualmente utilizados em florestas naturais tropicais.

No sistema policíclico são feitos corte seletivos apenas das árvores comerciais que atingiram o tamanho de corte. As árvores remanescentes constituem o estoque para o próximo corte (SEYDACK, 2012). Assim, os ciclos são mais curtos, podendo variar de 20 a 40 anos. Esse sistema proporciona uma produção mais sustentável, pois garantem a manutenção da cobertura florestal e a conservação genética (SOUZA; SOARES, 2013).

Os sistemas policíclicos na Amazônia foram desenvolvidos através de pesquisas executadas na FLONA do Tapajós (CPATTU – Embrapa), Curuá-Una (SUDAM/FCAP), Projeto Jari (Jari/CPATU – Embrapa), Buriticupu e Marabá (CVRD) e Manaus (INPA) (HIGUCHI, 1996). Embora existam diferenças entre a aplicação das metodologias propostas nesses diferentes trabalhos, há certo consenso sobre a importância da utilização de várias atividades ou procedimentos na implantação de um projeto madeireiro utilizando técnicas de Exploração de Impactos Reduzidos (EIR).

A EIR consiste na implementação de uma série de diretrizes pré e pós-exploração desenhadas para proteger a regeneração avançada (mudas, varas e arvoretas), minimizar danos ao solo, prevenir danos desnecessários às espécies que não serão exploradas (animais silvestres e produtos não madeireiros), e proteger os processos críticos dos ecossistemas (hidrologia e sequestro de carbono) (PUTZ et al., 1999).

Os resultados dessas pesquisas também serviram de base para as práticas do manejo florestal no Brasil, definidas na legislação vigente. A Instrução Normativa (IN) nº 5 do MMA de 2006 diz respeito, principalmente, à intensidade e duração do ciclo de corte e diâmetro mínimo de corte. Em áreas de Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) Pleno é permitida exploração de até 30m³ ha⁻¹ com ciclo de corte inicial de 35 anos. Em áreas de PMFS de baixa intensidade é permitido corte de até 10m³ ha⁻¹ com ciclo de corte

inicial de 10 anos. Em ambos os casos o diâmetro mínimo de corte é de 50 cm (BRASIL, 2012). Essa IN também prevê o estabelecimento de modelos específicos para cada espécie, onde o limite de diâmetro para corte é determinado a partir de critérios ecológicos e técnicos.

Segundo Braz (2010), as taxas de corte quando indicadas de maneira arbitrária, sem levar em consideração a taxa de crescimento, a estrutura das classes diamétricas e a disponibilidade das espécies que compõem essa taxa de corte podem comprometer a sustentabilidade do manejo florestal. Porém, são raros os exemplos de uso de informações por espécie como base das orientações de manejo de espécies florestais brasileiras.

Segundo Castro (2016), deve-se levar em conta, ainda, que a Amazônia possui uma grande diversidade de espécies, e que cada espécie possui um padrão de crescimento diferente. Assim, é preciso considerar o risco de se generalizar a floresta para a definição de técnicas silviculturais, sendo importante adequar as técnicas para os diferentes padrões de crescimento encontrados em determinada região florestal. Portanto, estimativas da produção de madeira considerando-se a variação no crescimento arbóreo entre espécies são necessárias para garantir o contínuo suprimento e manutenção dos sistemas de manejo de florestas naturais (BRIENEN; ZUIDEMA, 2007).

3.2 Crescimento

Entende-se por crescimento o aumento de dimensões de um ou mais indivíduos em uma floresta, em um determinado período de tempo (VANCLAY, 1994; PRODAN et al., 1997). Tais dimensões podem ser o diâmetro, a altura, o volume, a biomassa, a área basal, entre outras.

O crescimento das árvores é influenciado pelas características da espécie interagindo com o ambiente (HUSCH et al., 1982). Para Prodan et al. (1997), as influências ambientais incluem fatores climáticos (temperatura, vento, precipitação e insolação), fatores pedológicos (características físicas e químicas, umidade e microrganismos), características topográficas (inclinação, elevação e aspecto) e competição (influência de outras árvores, sub-bosque e animais). Em Floresta Densa, como a tropical, parte da variação do crescimento em diâmetro pode ser atribuída a distúrbios no dossel, como as aberturas de clareiras, o que resulta na liberação da competição por espaço e luz,

favorecendo o crescimento das árvores próximas da clareira (POORTER; BONGER, 1993).

A taxa de crescimento é um dos fatores determinantes a ser considerado nos planos de manejo florestal, sendo uma informação básica na estimativa da produção florestal, ordenamento e credibilidade de um plano de manejo sustentável (SILVA et al., 2001; SCHNEIDER, 2009). Essa taxa determina a viabilidade técnica e econômica de empreendimentos, pois influencia na escolha de diferentes regimes de manejo que definem o horizonte de planejamento, o período de rotação florestal ou o ciclo de corte em florestas multiâneas (CLUTTER et al., 1983; BUONGIORNO; GILLES, 1987; BERGER; PADILHA JUNIOR, 2007).

3.3 Dendrocronologia

A dendrocronologia tem sido caracterizada como a utilização sistemática do método de datação e análise de anéis de crescimento, os quais têm suas características estabelecidas e referidas ao ano de sua formação (FRITTS; SWETNAM, 1989). O comportamento e as variações observadas nos anéis de crescimento estão relacionados ao crescimento da floresta, idade, oscilações climáticas e à dinâmica da floresta (WORBES et al., 2003; BRIENEN et al., 2009).

Se as espécies arbóreas apresentarem anéis de crescimento em sua estrutura anatômica, que sejam visíveis, pode-se montar séries cronológicas, que possibilitem conhecer seu desenvolvimento no passado de forma rápida (SCHEEREN et al., 2002). Além da idade e do incremento diamétrico das árvores, esses dados também permitem analisar o efeito das variações ecológicas e ambientais na formação dos anéis de crescimento, qualificação e acompanhamento dos volumes de madeira produzidos e estimativa de biomassa e do CO₂ fixado na madeira (ALVARADO, 2009; TOMAZELLO FILHO et al., 2001).

Em florestas tropicais a sazonalidade climática é menos definida do que em regiões com clima temperado, o que resultou na descrença por muito tempo da existência de anéis anuais de crescimento em espécies das regiões tropicais (ROZENDAAL; ZUIDEMA, 2011, MATTOS, 2011).

Nas regiões tropicais e subtropicais, os anéis correspondem aos períodos de chuva e de seca, inundações, alteração do comprimento do dia, variação da temperatura, sazonalidade fenológica e/ou simplesmente dormência. Especificamente na Amazônia, a formação dos anéis de crescimento anuais se deve à sazonalidade de precipitação em regiões de terra firme ou às inundações anuais nas várzeas e igapós (WORBES, 2004).

Estudos realizados na Amazônia utilizando anéis de crescimento (DÜNISCH, 2003; BRIENEN; ZUIDEMA, 2006; SCHÖNGART, 2008; ALVARADO, 2009;; BORGES et al., 2018), reforçam a importância da dendrocronologia nos trópicos, seja pela correlação com dados climáticos, seja pelo uso das informações para orientações de manejo sustentável, definindo intensidade e ciclo de corte (WORBES et al., 2003; MATTOS, 2007).

3.4 Distribuição diâmetrica

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

Segundo Pulz et al. (1999), o conhecimento da distribuição diamétrica das florestas naturais garante o entendimento de ações/intervenções realizadas no passado, auxiliando ainda na condução do povoamento no futuro. Desse modo, a distribuição diamétrica é uma ferramenta importante na caracterização da tipologia florestal, e serve de indicativo de estoque em crescimento na floresta e como subsídio para tomada de decisões no manejo (MACHADO et al., 2009).

O estudo das distribuições de diâmetros teve início em 1898, quando François De Liocourt estabeleceu seu conceito para florestas naturais multiâneas (BARROS et al., 1979), afirmando que a frequência de indivíduos decresce em uma progressão geométrica, conforme o aumento de classes, assemelhando-se a forma de um “J” invertido. Assim, para que o equilíbrio dessa estrutura diamétrica fosse mantido, seria necessário manejar a floresta tentando conduzir para uma distribuição balanceada, capaz de conduzir a floresta de acordo com a sua produção (CUNHA, 1995).

Para Machado et al. (2010), a melhor forma de se 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 de as árvores ocorrerem dentro de determinados intervalos ou classes de diâmetro. Os modelos de FDP devem ser devidamente testados e selecionados, de forma a identificar qual deles melhor descreve o comportamento da variável em questão. São várias as distribuições probabilísticas que têm sido usadas para descrever as distribuições diamétricas das espécies florestais nativas, como Normal, LogNormal, Gama, Beta, SB de Johnson, Weibull (2 e 3 parâmetros).

3.5 Projeção por classe diamétrica

A projeção por classe diamétrica é uma ferramenta importante para tomada de decisões, pois permite simular produções volumétricas futuras e verificar o melhor momento de interferir na floresta, utilizando como dados de entrada variáveis de fácil mensuração, como incremento individual, mortalidade e ingresso (HIGUCHI, 1987; ALDER, 1995; PULZ et al., 1999; VASCONCELOS, 2009)

Entre os modelos de projeção por classe diamétrica pode-se citar Matriz de Transição e Razão de Movimentação, como as mais indicadas para projeções em florestas heterogêneas (EBLING et al., 2012). Esses modelos são intermediários entre os modelos de povoamento total e os de árvores individuais, e podem fornecer informações suficientes para o manejo de florestas naturais inequidêneas, sem a complexidade inerente aos modelos de árvores individuais (AUSTREGÉSILO et al., 2004).

O modelo da Razão de Movimentação dos diâmetros é baseado na teoria de projeção das tabelas de povoamento aplicado às florestas naturais, em que o emprego do incremento diamétrico médio é a variável mais usual para gerar as estimativas. Nesse modelo, assume-se que as árvores estão distribuídas uniformemente no interior das classes, e que cada árvore cresce a uma taxa média (VANCLAY, 1994; SCOLFORO et al., 1998).

A Matriz de Transição, também denominada de Cadeia de Markov (VANCLAY, 1994), pode ser considerada um processo estocástico, assumindo que uma árvore possui

uma determinada probabilidade de permanecer ou migrar para outras classes de diâmetro (AUSTREGÉSILO et al., 2004).

Na matriz de transição assume-se que uma árvore em uma determinada classe de diâmetro tem a probabilidade de mover-se para outra classe, dependendo apenas do estado atual, (VANCLAY, 1994; BURKHART; TOMÉ, 2012). Durante um período de tempo, uma árvore deve permanecer na classe diamétrica, mas com seu desenvolvimento, pode migrar para outras classes de diâmetro e após atingir a senescência, morrer.

3.6 *Couratari* spp

O gênero *Couratari* pertence à família Lecythidaceae. As espécies desse gênero são conhecidas popularmente por tauari, embireira, imberema, tauari-amarelo (SOUZA et al., 1997) e estão entre as 10 mais espécies madeireiras comercializadas no mercado brasileiro de madeira serrada ou em tora (IBAMA, 2006; 2019).

O tauari ocorre no Brasil, Colômbia, Costa Rica, Guianas, Panamá e Venezuela. No Brasil encontra-se disperso na região Amazônia, no tipo de Floresta de Terra Firme, nos estados da Amazônia, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia (MORI; LEPSCH-CUNHA, 1995; CAMARGOS et al., 1996; VASCONCELOS et al., 2001).

A madeira do tauari apresenta cerne e alburno indistintos pela cor; branco-amarelado a bege-amarelado-claro; brilho moderado; cheiro variável de pouco perceptível a perceptível, neste caso, desagradável, gosto levemente amargo; densidade média; macia ao corte; grã direita; textura média. Anatomicamente, apresenta parênquima axial pouco visível a olho nu, em linhas finas, numerosas e regularmente espaçadas, com raios reticulados, possui vasos médios, solitários e vazios. As camadas de crescimento são distintas, individualizadas por zonas fibrosas tangenciais mais escuras (IPT, 1983; 1989). A madeira apresenta densidade básica entre 590 e 1.100 kg m⁻³ (MORI; LEPSCH-CUNHA, 1995; SOUZA et al., 1997; MORI; SWARTHOUT, 2007). A floração ocorre de setembro a dezembro, produzindo centenas de flores durante um a dois meses (MORI; PRANCE, 1987). Seus frutos são deiscentes, com presença de sementes aladas e dispersas pelo vento (MITCHELL; MORI, 1987).

A madeira apresenta baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos, com tendência a manchar (IPT, 1989). Possui boa trabalhabilidade, sendo macia ao corte, com

bom acabamento (JANKOWSKY, 1990), podendo ser utilizada na construção civil e naval, móveis, artigos decorativos, utensílios domésticos, instrumentos musicais, embalagens, marcenaria, compensados, entre outros (SOUZA et al. 2002).

As árvores desse gênero apresentam altura total variando de 30 até 60 m, com diâmetros entre 50 e 75 cm. As sapopemas podem ocorrer até 10 m de altura.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Áreas de estudo

4.1.1 Floresta Nacional do Jamari, RO

Criada pelo Decreto 90.224/84, a Floresta Nacional (FLONA) do Jamari é uma unidade de conservação cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais (MMA, 2004). Está localizada nos municípios de Itapuã do Oeste, Cujubim e Candeias do Jamari, no norte de Rondônia, entre as coordenadas 62°44'05" W e 63°16'54" W e 9°00'00" S e 9°30'00" S (IBAMA, 2005).

Essa Flona possui uma área aproximada de 220 mil ha, dos quais 96 mil foram destinados para concessão florestal. A área para exploração florestal da UMF III, está sob concessão da empresa AMATA S.A., que em 2018 produziu 26.187,63 m³ de madeira. A UMF III foi subdividida em 25 unidades de produção anual (UPA).

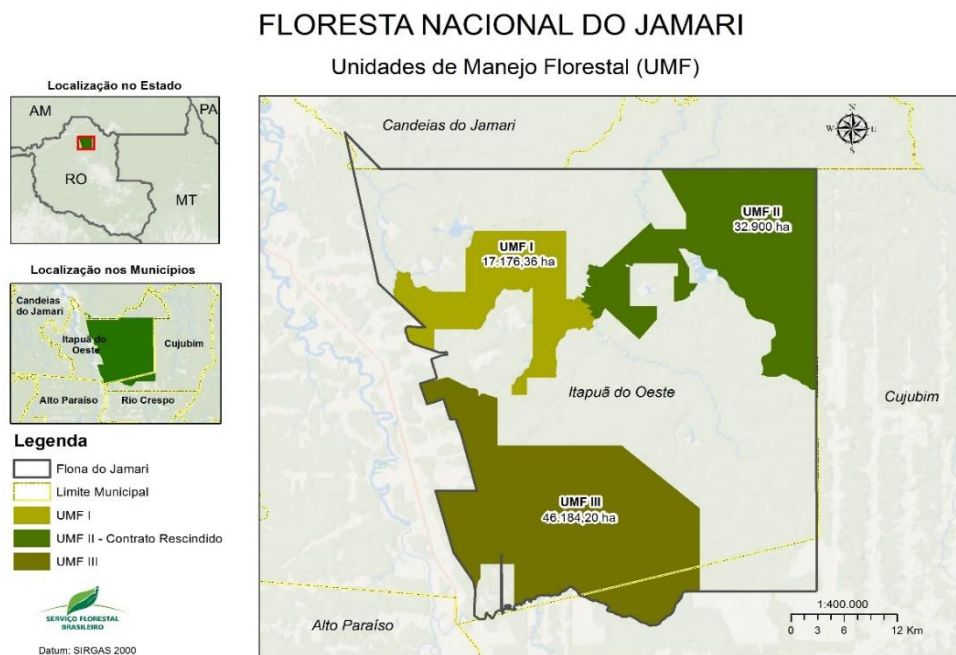


Figura 1. Área de estudo - Floresta Nacional do Jamari, RO.
Fonte: Serviço Florestal Brasileiro (2020).

De acordo com Adamy (2002) o relevo é levemente ondulado, com porções de agrupamento de morros e colinas, predominando na área as superfícies de aplanamento. Apresenta quatro tipologias de solos, sendo os mais representativos os latossolos do tipo amarelo, latossolo vermelho amarelo e latossolo amarelo escuro. Sua fitofisionomia é caracterizada como Floresta Ombrófila Aberta (terras baixas e submontana), e com pequenas manchas de Floresta Ombrófila Densa.

O clima é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso (Köppen), sendo caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: uma chuvosa (entre outubro a abril) e outra seca (de maio a setembro). A precipitação média anual fica em torno de 2.400 mm e a temperatura média anual de 25 °C. Os maiores déficits hídricos podem ser registrados nos meses de julho a setembro. Nesse período também ocorrem as temperaturas médias mensais e diárias mais elevadas. As maiores precipitações incidem nos meses de dezembro a março, com média acima de 2700 mm. mês⁻¹. A rede hidrográfica é composta pelo rio Jamari e seus tributários. Este rio possui 563 km de extensão e o maior lago artificial do Estado, devido à construção da barragem da hidrelétrica de Samuel (SILCA; ZUFFO, 2002).

1.1 Fazenda Santa Cruz, MT

O estudo foi realizado na fazenda Santa Cruz, localizada no município de Colniza, microrregião de Aripuanã, no estado do Mato Grosso (59°41'31,5'' W e 09°34'04,7''S). O estado do Mato Grosso é o maior produtor madeireiro do Brasil, sendo que o município de Colniza está em 3º lugar dos que mais produzem madeira (IBAMA, 2019).

A microrregião apresenta solos dos tipos argissolo, latossolos e neossolos, com vegetação predominante variando de Floresta Ombrófila Densa à Floresta Ombrófila Aberta, em relevo ondulado. O clima é do tipo Aw (Köppen), com pequena amplitude térmica anual, com médias anuais oscilando entre 24 °C e 27 °C, e precipitação média anual de 2.000 mm.

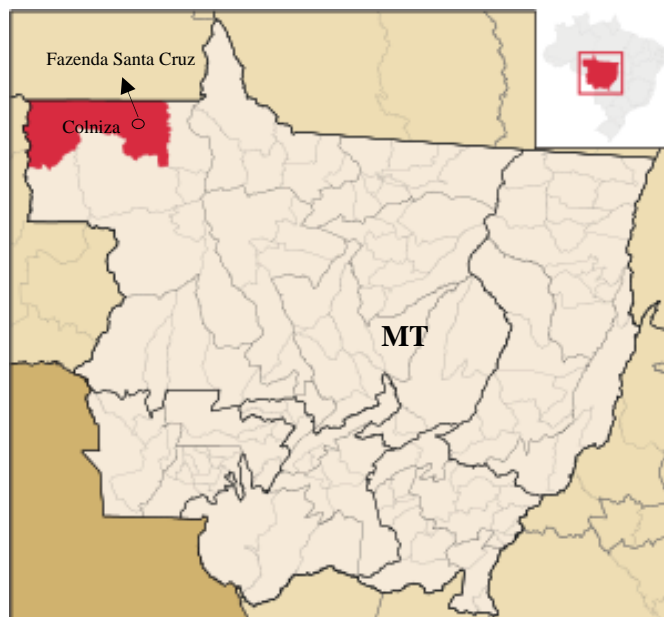


Figura 2. Área de estudo Colniza – MT.

Fonte: Google (Adaptado)

4.2 Descrição dos dados

Para o estudo realizado na Floresta Nacional do Jamarí, para *C. stellata*, foi utilizado como base de dados o levantamento censitário da Unidade de Produção Anual 05 (1.596 ha), onde foram mensurados, identificados e georreferenciados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,3 m do solo igual ou superior a 40 cm (PELLICO-NETTO et al., 2017). Além disso, foi avaliada a regeneração da espécie por meio de dados de 7 parcelas permanentes de 0,5 ha, onde foram medidos todos os indivíduos com DAP igual ou superior a 10 cm.

Para o estudo realizado na Fazenda Santa Cruz, em Colniza, MT, para *Couratari oblongifolia*, foram utilizados dados do censo realizado para o plano de manejo da Fazenda Santa Cruz, onde foram mensurados, identificados e georreferenciados, todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,3 m do solo igual ou superior a 40 cm, em 2.353,43 ha.

4.3 Florística e Fitossociologia

Foi realizada a análise florística de cada área de estudo. A partir dos critérios de densidade, frequência e dominância foi gerado o valor de importância (VI) das espécies em cada parcela, conforme as equações 1 a 4, descritas por Cottam e Curtis (1956).

$$DR_i = \frac{n_i}{N} \times 100 \quad (1)$$

$$DoR = \frac{g_i}{G} \times 100 \quad (2)$$

$$FR_i = \frac{\frac{U_i}{U_t}}{\sum_{i=1}^s \frac{U_i}{U_t}} \times 100 \quad (3)$$

$$IVI_i = \frac{DR_i + DoR_i + FR_i}{3} \quad (4)$$

Em que:

DR_i = densidade relativa da i -ésima espécie (%);

n_i = número total de indivíduos amostrados da i -ésima espécie ha^{-1} ;

N = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies ha^{-1} ;

DoR = dominância relativa (%);

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

G = somatório da área transversal de todas as espécies em ($m^2 ha^{-1}$);

FR_i = frequência relativa da i -ésima espécie (%);

U_i = número de parcelas com ocorrência da i -ésima espécie;

U_t = número total de parcelas;

IVI (%) = valor de importância da i -ésima espécie (%);

4.4 Densidade de Kernel e Índice de dispersão

A análise de densidade de Kernel foi realizada utilizando-se o software ArcGis. Para essa análise, foram criadas parcelas simuladas de 1 ha, distribuídas na forma de um reticulado cobrindo toda área, nas duas áreas de estudos, totalizando 1.282 parcelas na Flona do Jamarí e 1.528 em Colniza. Foi gerada uma tabela de atributos, contendo informações em nível de parcelas.

A densidade de Kernel foi calculada para cada área de estudo, considerando todos os indivíduos da espécie, com $DAP \geq 40\text{cm}$. Foram geradas figuras com os resultados da análise de densidade de Kernel, que considera uma vizinhança circular entorno do ponto principal, com um raio de 150 m.

Foi gerado um mapa de altitude com a distribuição das árvores na área. Para isso, foi utilizado como base os Modelos Digitais de Elevação dos estados brasileiros - mosaicos de cada estado elaborados a partir de dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), no datum SAD69 (WEBER et al., 2004). Esses dados foram transformados para coordenadas UTM.

Com o ArcGis, foram realizadas análises de dispersão de cada espécie, utilizando o método do vizinho mais próximo, para saber o comportamento espacial da espécie, onde valores inferiores a -2,58 representam agrupamento e superiores à +2,58 indicam dispersão.

4.5 Distribuição diâmetrica

4.5.1 Função densidade de probabilidade

Foi construído um modelo de distribuição diâmetrica do gênero em cada região, de acordo com dados de inventários 100% a partir do centro de classe de 45 cm de diâmetro. Para a análise da distribuição diamétrica foi pré-determinado um intervalo de classe de 10 cm. Esses dados foram transformados em número de árvores por hectare, visando obter uma única escala de trabalho, facilitando a interpretação dos resultados.

Foi obtida a distribuição diamétrica real para o gênero *Couratari* nos dois locais de estudo. Após ter sido obtida a distribuição diamétrica, foram ajustadas as funções Normal, Beta, Gama, LogNormal, SB de Johnson e Weibull de três parâmetros (Tabela 1) para as distribuições diamétricas das espécies, utilizando o software TableCurve 2d v.05.1 (SYSTAT, 2002). Nesse software, os parâmetros são estimados pelo algoritmo de Levenberg-Marquardt, que utiliza regressão não linear pelo método de mínimos quadrados. As equações foram modeladas até a maior classe diamétrica em que foram encontrados indivíduos vivos nos inventários a 100%.

Tabela 1. Funções densidade de probabilidade ajustadas.

Denominação	Função densidade de probabilidade
Normal	$f(DAP) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{(-\frac{1}{2})[\frac{DAP-\mu}{\sigma}]^2}$
LogNormal	$f(DAP) = \frac{e^{(-\frac{1}{2})[\frac{\ln DAP - \mu}{\sigma}]^2}}{DAP\sigma\sqrt{2\pi}}$
Gama	$f(DAP) = \frac{DAP^{\alpha-1} e^{-\frac{DAP}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)}$
Beta	$f(DAP) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \frac{1}{(DAP_{m\acute{a}x} - DAP_{m\acute{i}n})^{\alpha+\beta-1}} (DAP - DAP_{m\acute{i}n})^{\alpha-1} (\beta - DAP_{m\acute{a}x})^{\beta-1}$
S _b de Johnson	$f(DAP) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}} \frac{\lambda}{(DAP - \varepsilon)(\lambda + \varepsilon - DAP)} e^{-\frac{1}{2}[\gamma + \delta \ln(\frac{DAP - \varepsilon}{\lambda + \varepsilon - DAP})]^2}$
Weibull 3 parâmetros	$f(DAP) = \frac{c}{b} \left(\frac{DAP - a}{b}\right)^{c-1} e \left[-\left(\frac{DAP - a}{b}\right)^c\right]$

Onde: DAP = diâmetro a 1,30 m do solo (cm); $f(DAP)$ = função densidade da variável DAP ; $DAP_{m\acute{i}n}$ e $DAP_{m\acute{a}x}$ = valores mínimos e máximos de DAP ; e = número de Euler; μ = média; σ = desvio padrão; α , β , a , b , c , δ , λ , ε = parâmetros estimados nos ajustes. FONTE: SCOLFORO (1998).

4.5.2 Teste de aderência

Para observar a qualidade do ajuste obtido pelas distribuições probabilísticas, foi realizado o teste de Kolmogorv-Smirnov, que compara a frequência cumulativa estimada com a frequência observada. O ponto de maior divergência entra as duas distribuições é o valor D de Kolmogorv-Smirnov, conforme equação (5).

$$D_{calc.} = \sup | F_0(DAP) - F_e(DAP) | \quad (5)$$

Em que:

D = máxima diferença absoluta entre frequências acumuladas observadas estimadas;

$F_0(DAP)$ = proporção dos valores de frequência acumulada observada;

$F_e(DAP)$ = proporção dos valores de frequência estimada observada;

se $D_{\text{calc.}} < D_{\text{tab.}}$, o ajuste da função densidade de probabilidade aderiu aos dados observados.

4.5.3 Escolha da melhor função densidade de probabilidade

A escolha de cada função densidade de probabilidade foi tomada com base no menor índice de Reynolds, equação (6). Para facilitar a visualização das diferenças entre a distribuição diamétrica, foi calculada a densidade relativa de árvores por classe de tamanho.

$$IR = \sum_{i=1}^k |N_i - \hat{N}_i| \quad (6)$$

Em que:

IR = índice de Reynolds;

N_i = número de árvores por ha^{-1} observado na classe i ;

\hat{N}_i = número de árvores por ha^{-1} estimado na classe i .

4.6 Padrão de crescimento

Foram coletadas amostras destrutivas de 12 indivíduos adultos de *C. stellata* e de 5 de *C. oblongifolia*. Foram retirados discos a 1,3 m de altura, ou acima das sapopemas. As amostras foram transportadas para análise na Embrapa Florestas. Os discos foram secos à temperatura ambiente e posteriormente lixados de maneira gradual, da lixa de granulometria mais grossa para a mais fina (24, 32, 40, 80, 120, 180, 280 e 400), visando evidenciar as camadas de crescimento.

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

As séries de crescimento geradas pela mensuração dos anéis foram datadas, visualmente em planilha eletrônica e com auxílio do software Cofecha (HOLMES, 1983), entre raios da mesma árvore e posteriormente entre árvores e entre espécies, visando garantir a sincronização e confirmação da formação anual das camadas de crescimento. As séries cronológicas das árvores foram geradas pela média dos anéis anuais de cada raio, sendo convertidos em incremento anual em diâmetro.

4.6.1 Modelagem do crescimento

Para análise do padrão de crescimento das espécies e do gênero, foram ajustados modelos de crescimento (Tabela 2), utilizando as séries cronológicas, por regressão não linear, utilizando o processo PROC NLMIXED no software SAS®. O método Bootstrap não paramétrico com 100 interações (MILLER, 2004) foi utilizado previamente ao ajuste, para gerar a trajetória de crescimento de mais de 100 árvores pela combinação aleatória dos anéis de crescimento mensurados, aumentando a acuracidade da modelagem. Esse método já foi utilizado para modelagem de séries de crescimento provenientes de dendrocronologia (BRIENEN, 2005; MATTOS et al., 2015; CANETTI et al., 2017).

Todos os modelos testados são de base biológica, em que o parâmetro β_0 representa à assíntota ou estagnação do crescimento, β_1 a declividade da curva relacionada com o incremento médio e β_2 é a constante de integração da forma diferencial dos modelos, que comumente representa a dimensão inicial dos indivíduos no tempo t (BURKHART; TOMÉ, 2012).

Tabela 2. Modelos de crescimento diamétricos ajustados por espécies.

Denominação da equação	Modelo	Restrições dos parâmetros
Gompertz	$DAP = \beta_0 e^{-\beta_1 e^{\beta_2 t}}$	$\beta_2 > 0$
Johnson-Schumacher	$DAP = \beta_0 e^{\frac{\beta_1}{t + \beta_2}}$	$\beta_1 > 0$
Lundqvist-Korf	$DAP = \beta_0 e^{\frac{\beta_1}{t^{\beta_2}}}$	$\beta_1 > 0$
Logística	$DAP = \frac{\beta_0}{(1 + \beta_1 e^{-\beta_2 t})}$	$\beta_2 > 0$
Monomolecular	$DAP = \beta_0 (1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t})$	$\beta_2 > 0$
Schumacher	$DAP = \beta_0 e^{-\frac{\beta_1}{t}}$	$\beta_1 > 0$
Chapman-Richards	$DAP = \beta_0 (1 - e^{-\beta_1 t})^{-\beta_2}$	$\beta_2 > 0$

Onde: DAP = diâmetro a 1,3 m do solo, t = tempo decorrido até alcance do DAP considerado; $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = parâmetros das equações e “ e ”, número de Euler. FONTE: BURKHART; TOMÉ (2012).

A melhor equação de crescimento ajustada por espécie foi escolhida com base nas estatísticas de erro padrão da estimativa – Syx (%) e distribuição dos resíduos, considerando $DAP \geq 10$ cm, e critérios de informação de Akaike corrigido ($AICC$) e Bayesiano (BIC), conforme equações (7) e (8).

$$AICC = -2 f(\hat{\theta}) + \frac{2(pn)}{n-p-1} \quad (7)$$

$$BIC = -2 \log L(\hat{\theta}) + p \log n \quad (8)$$

Em que:

p = número de parâmetros a serem estimados;

n = número de observações da amostra;

$f(\hat{\theta})$ = função suporte maximizada.

A partir dos modelos de crescimento das espécies foi calculada a curva de crescimento em área basal.

4.6.2 Ocorrência de danos

Para a espécie *C. stellata* foi possível avaliar por classe diamétrica o percentual de árvores que sofrem danos fitossanitários, podridões ou ocos que prejudiquem a sua comercialização. Foram amostradas para o teste de ocos apenas as árvores marcadas para corte com DAP maior ou igual a 60 cm.

4.7 Simulações de Manejo

4.7.1 Razão de Movimentação

Para as simulações de manejo florestal, foram combinados os dados provenientes das funções densidade de probabilidade ajustadas e os incrementos por classe diamétricas das equações de crescimento em diâmetro.

O método de projeção por classe de diâmetro foi desenvolvido segundo o procedimento de Alder (1995), onde a projeção é fragmentada em períodos de cinco anos, até alcançar o ciclo de corte de 35 anos definido pela legislação segundo a IN n°5 (BRASIL, 2006).

Dados necessários:

- a) Estrutura diamétrica inicial ($N_{k,t}$): obtidas a partir das funções de densidade de probabilidade ajustadas por espécies. Para as classes menores foram utilizados dados de parcelas permanentes, quando disponíveis. E quando não disponíveis, a população foi simulada, por meio de matrizes, para obtenção do número completo de árvores por classe diamétrica, segundo procedimento descrito por Lacerda et al., (2012).
- b) Incremento médio por classe diamétrica: provenientes das equações de crescimento. Onde o número de árvores que migraram para as classes as classes subsequentes (O_k) foi calculado a partir do tempo de passagem entre as classes diamétricas, conforme equação 9, descrita por Alder (1995).

$$O_k = \frac{t.i}{w} \quad (9)$$

Em que:

O_k = número de árvores que migraram da classe k para as classes subsequentes durante o período considerado;

i = incremento médio da classe diamétrica k (equação de crescimento);

w = intervalo entre classes diamétricas (10 cm);

t = período considerado.

- c) Recrutamento (I_K): foi considerado como recrutamento o número de árvores da classe diamétrica anterior que migraram para as classes subsequentes, obtidas pela equação (9).
- d) Mortalidade (M_K): foi estimada baseada no conceito de Lundqvist (2017), segundo a equação (10).

$$M_k = 100 \left(1 - \frac{N_{i+1} i_{i+1} \frac{2}{t_i + t_{i+1}}}{N_i I_i} \right) \quad (10)$$

Em que:

M_k = percentual de mortalidade anual na classe diamétrica i

N_i = número de árvores na classe i

N_{i+1} = número de árvores na classe subsequente i

i_i e i_{i+1} = incremento médio anual em diâmetro (cm) das classes i e $i + 1$

t_i e t_{i+1} = tempo de passagem (anos) das classes diamétricas i e $i + 1$ para as classes subsequentes (obtidos da equação de crescimento).

O processo matemático para as simulações no método de projeção por classe diamétrica é definida pela equação (11).

$$N_{k,t+1} = N_{k,t} + I_k - O_k - M_k - H_k \quad (11)$$

Em que:

$N_{k,t+1}$ = número de árvores na classe k no período $t+1$;

$N_{k,t}$ = número de árvores na classe k no período t ;

I_k = recrutamento na classe k durante o período;

O_k = número de árvores que migraram da classe k para classes subsequentes durante o período;

M_k = mortalidade na classe k durante o período;

H_k = árvores extraídas durante o período.

Foram feitas 5 simulações de diâmetro mínimo de corte (DMC): 50, 60, 70, 80, 90 cm de DAP. Depois de obtida a estrutura diamétrica final da matriz de projeção por classe diamétrica, o número de árvores foi convertido em volume, e para isso se utilizou para ambas as espécies a equação de Burkhart ajustada por Cysneiros (2017) para *C. stellata* (Equação 12). Esta produção foi dividida pelo ciclo de corte (35 anos), para que fosse possível comparar proporcionalmente as produções dos diferentes Diâmetros Mínimo de Corte.

$$v = -6,761 + 0,200 \cdot d \quad (12)$$

De acordo com o volume produzido no segundo ciclo a partir de cada simulação de manejo, foi determinado o diâmetro ótimo inicial de corte. A partir do DMC ótimo e a distribuição diamétrica, foi possível definir a faixa da capacidade de suporte da população da espécie.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Florística e Fitossociologia

5.1.1 Flona do Jamari, RO

Foram encontrados 17.051 indivíduos, distribuídos em 66 espécies e 25 famílias (Figura 3). O valor do índice de Shannon (H') foi 3,550.

As famílias com maior riqueza de espécie foram Fabaceae (20 espécies), Vochysiaceae (5), Lecythidaceae (4) e Moraceae (4), Anacardiaceae (3). Fabaceae assumiu maior importância nas tipologias de Floresta Amazônica, corroborando com outros estudos (CARIM, 2007; PEREIRA et al., 2011; TER STEEGE et al., 2013; SILVA et al., 2014).

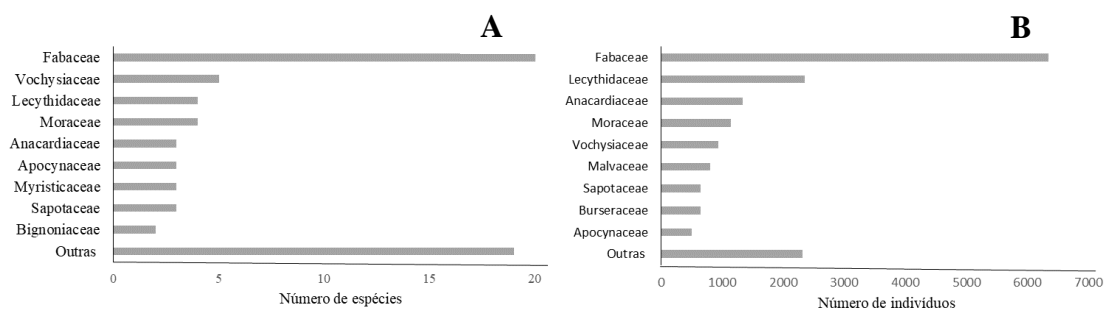


Figura 3. Número de espécies (A) e de indivíduos (B) por família na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.

Na tabela 3 estão listadas as 15 principais espécies, em ordem decrescente de índice de valor de importância (VI).

Tabela 3. Resultados florísticos para as 15 espécies com maior índice de valor de importância na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.

Espécie	N	AB	DRi	FRi	DOR	IVi	DAP mín.	DAP méd.	DAP máx.
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	962	1111,78	5,64	4,92	13,26	7,94	47,75	116,20	239,05
<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	1556	497,03	9,13	6,96	5,93	7,34	40,74	62,41	190,00
<i>Astronium lecointei</i> Ducke	1250	531,35	7,33	5,93	6,34	6,53	44,88	71,41	187,80
<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	875	745,38	5,13	5,02	8,89	6,35	44,56	100,08	219,63
<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	648	564,38	3,80	3,96	6,73	4,83	46,15	100,07	251,46
<i>Huberodendron swietenoides</i> (Gleason) Ducke	802	405,88	4,70	4,22	4,84	4,59	45,52	77,38	188,12

<i>Tachigali spp</i>	785	275,23	4,60	4,02	3,28	3,97	45,20	65,36	171,03
<i>Couratari stellata</i> A. C. Sm.	556	322,85	3,26	3,47	3,85	3,53	46,47	82,59	157,56
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	678	201,78	3,98	3,83	2,41	3,41	44,25	60,20	165,00
<i>Clarisia racemosa</i> Ruíz & Pav.	613	198,17	3,60	3,44	2,36	3,13	46,15	63,08	105,68
<i>Protium robustum</i> (Swart) D.M. Porter	651	181,01	3,82	3,21	2,16	3,06	44,56	58,09	180,00
<i>Aspidosperma spp</i>	500	261,00	2,93	3,08	3,11	3,04	45,20	78,76	180,00
<i>Hymenobolium heterocarpum</i> Ducke	443	260,27	2,60	2,93	3,10	2,88	46,15	81,92	219,63
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	554	173,35	3,25	3,24	2,07	2,85	46,15	61,65	187,00
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	402	175,94	2,36	2,57	2,10	2,34	46,47	72,44	159,15

N= número de indivíduos; AB = área basal (m²); *DRi* = densidade relativa (%); *DoR* = dominância relativa (%); *FRi* = frequência relativa (%); *IVi* = valor de importância (%); DAPmín, DAPméd e DAPmáx = diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) mínimo, médio e máximo (cm), respectivamente.

O maior VI foi observado para *Dinizia excelsa* (7,94%) seguido de *Peltogyne paniculata* (7,34%), *Astronium lecointei* (6,35%), *Bertholletia excelsa* (6,35%) e *Cariniana micranta* (4,83%) Essas espécies são amplamente comercializadas na Região Amazônica (IBAMA, 1997; RIVERA-MARTÍN et al., 2013, PÉLLICO-NETO et al., 2018) e têm como características predominantes a dispersão por ventos e a ocorrência em Florestas de Terra Firme, em solos com baixa fertilidade natural. Essas também foram citadas em outros estudos conduzidos em áreas de terra firme, entre as de maiores valores de importância (OLIVEIRA; MORI, 1999; LAURANCE et al., 2004, CARIM et al., 2015).

5.1.2 Fazenda Santa Cruz, MT

Foram inventariados 13.685 indivíduos distribuídos em 35 espécies e 17 famílias. O índice de Shannon (*H'*) foi igual a 3,21. As famílias com a maior número de espécies foram Caesalpiniaceae (7 espécies), Papilionoideae (5) e Meliaceae, Moraceae e Sapotaceae com 3 espécies cada (Figura 4).

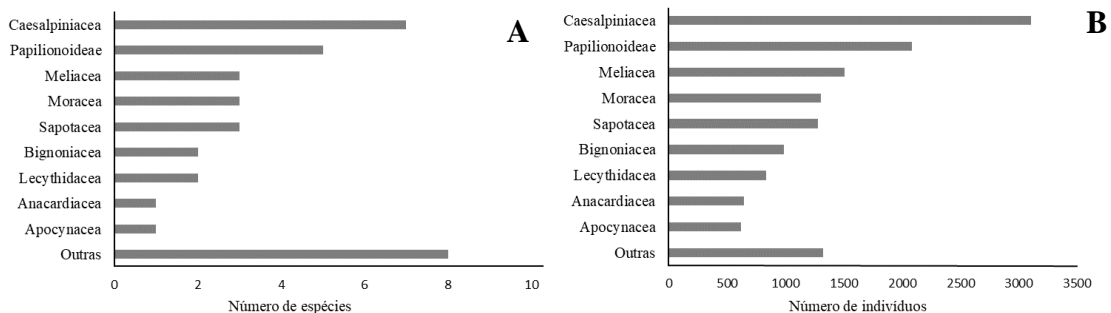


Figura 4. Número de espécies por família (A) e número de indivíduos por família (B), na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT

As cinco espécies com maior índice de valor de importância foram *Castilla ulei* (9,88%) *Bertholletia excelsa* (7,77%), *Couratari oblongifolia* (6,56%), *Astronium lecoitei* (6,43%) e *Tabebuia impetiginosa* (6,32%), que juntas representam 36,96% do índice de valor de importância total (Tabela 4).

Tabela 4. Resultados florísticos para as 15 espécies com maior índice valor de importância na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.

Espécie	N	AB	DRi	FRi	DOR	IVi	DAP mín.	DAP méd.	DAP máx.
<i>Castilla ulei</i> Warb.	1583	542,53	11,57	9,37	8,72	9,88	40,11	64,56	109,50
<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.	712	781,50	5,20	5,54	12,56	7,77	40,74	111,72	251,46
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R. Knuth	794	498,50	5,80	5,86	8,01	6,56	40,11	85,72	206,90
<i>Astronium lecoitei</i> Ducke	986	330,88	7,20	6,77	5,32	6,43	40,11	63,24	133,37
<i>Tabebuia impetiginosa</i> Mart.	846	436,68	6,18	5,75	7,02	6,32	40,11	78,09	162,97
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	636	477,93	4,65	4,69	7,68	5,67	40,11	94,45	178,25
<i>Hymenaea coubaril</i> L.	722	342,83	5,28	5,53	5,51	5,44	40,11	74,02	162,97
<i>Schizolobium amazonicum</i> Ducke	770	283,37	5,63	4,75	4,56	4,98	40,11	65,96	143,88
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz Pav.) Radlk.	691	259,51	5,05	4,32	4,17	4,51	40,11	65,87	165,52
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	622	191,03	4,55	3,84	3,07	3,82	40,11	60,78	156,61
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	471	216,76	3,44	3,62	3,48	3,52	40,11	74,20	157,56
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	384	232,16	2,81	3,25	3,73	3,26	40,11	83,62	166,16
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	459	112,64	3,35	3,63	1,81	2,58	40,11	54,75	108,54
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg	461	120,99	3,37	3,22	1,94	2,66	40,11	56,30	130,83
<i>Manikara inundata</i> (Ducke) Ducke	423	156,53	3,09	2,85	2,52	2,80	40,43	66,77	130,51

N= número de indivíduos; AB = área basal (m²); DRi = densidade relativa (%); DoR = dominância relativa (%); FRi = frequência relativa (%); IVi = valor de importância (%); DAPmín = diâmetro à altura do peito mínimo (cm); DAPméd = diâmetro à altura do peito médio (cm); DAPmáx = diâmetro à altura do peito máximo (cm).

As espécies com maior VI são espécies comercializadas na Região Amazônica (IBAMA, 1997; SIST; FERREIA, 2006; RIVERA-MARTÍN et al., 2013; MARK et al., 2014; SILVA et al., 2016) e possuem maior VI em outras áreas da Amazônia (CARVALHO, 2000; DIONISIO et al., 2016). A alta de densidade de *Castilla ulei* e

Astronium lecontei se dá por serem espécies generalistas, com grande potencial de ocorrência na Floresta Amazônica (FIGUEIREDO et al., 2015).

5.2 Densidade de Kernel e Índice de dispersão

A densidade dos indivíduos de *C. stellata* no local de estudo, e sua distribuição de acordo com o mapa de altitude, foram representadas na Figura 5. A espécie possui distribuição heterogênea na área, onde a maior concentração de indivíduos está nas regiões de média altitude. Pode-se perceber que a espécie não é encontrada a baixas altitudes, onde há corpos d'água, nem em áreas mais elevadas.

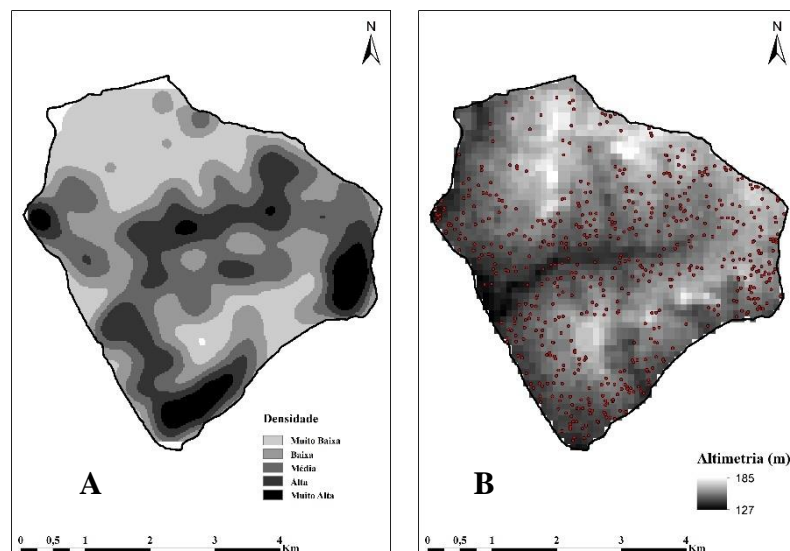


Figura 5. Mapa da densidade de Kernel considerando todos os indivíduos de *Couratari stellata* (A). Mapa da distribuição da espécie de acordo com altitude (B), na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.

A densidade de *C. oblongifolia* e sua distribuição de acordo com altitude estão representadas nas Figuras 6. Observa-se que a maior densidade está na região central, atingindo um terço área. Pode-se notar a formação de aglomerados de maior densidade, com núcleo definido. De forma geral, *C. oblongifolia* apresenta padrão de densidade com agregados de forma semelhante a *C. stellata*.

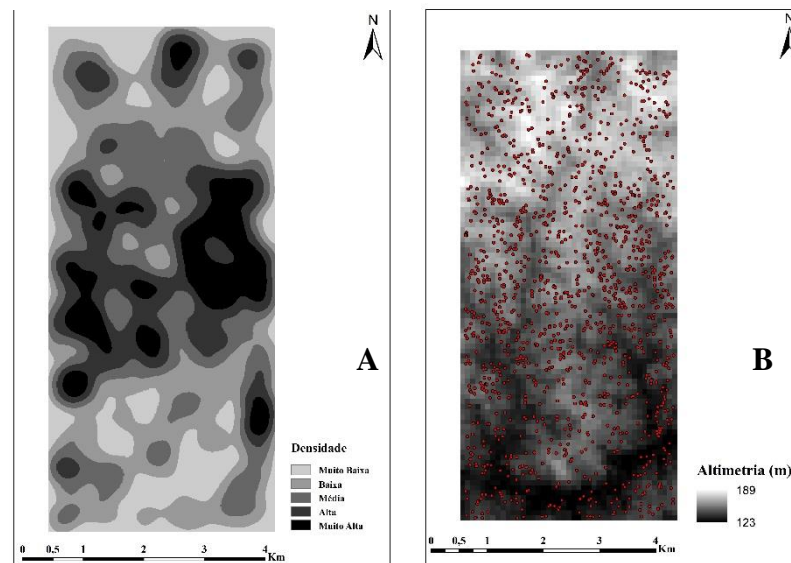


Figura 6. Mapa da densidade de Kernel considerando todos os indivíduos de *Couratari oblongifolia* (A). Mapa da distribuição da espécie de acordo com altitude (B), na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.

Saber como a espécie se distribui na área de acordo com mapas de densidades é importante para entender como determinada espécie usa os recursos disponíveis, e neste caso, é importante para traçar seu plano de manejo, pensando em otimização de estradas e pátios, época de exploração, em função de acesso em períodos anteriores ao período de chuvas.

A distribuição espacial das populações pode ser influenciada por fatores controladores da densidade, como disponibilidade de luz e água, características dos solos, altitude, dispersores, além de fatores como alelopatia, competição intra e interespecífica (SILVA et al. 2009).

O padrão de distribuição espacial de indivíduos maduros reflete o padrão espacial de recrutamento e mortalidade. Quando há alta mortalidade o padrão tende a ser menos agregado. No entanto, quando a mortalidade é influenciada por fatores abióticos, a população tende a se concentrar em manchas de maior densidade nos habitats favoráveis, o que aumenta a demanda por recursos. Assim, a mortalidade depende da densidade, fazendo com que distribuições agregadas tornem-se mais regulares (CRAWLEY, 1986).

De acordo com Procópio et al. (2010), *C. stellata* tem ampla distribuição em todas as regiões da Floresta Amazônica, em geral com alta densidade, sendo mais frequente em solos arenosos (BÁNKI et al., 2003), o que é uma característica predominante na área de estudo da Flona do Jamarí (CYSNEIROS, 2017). Em outros estudos onde a espécie ocorre, ela

aparece como dominante e entre as 10 espécies mais abundantes, sendo uma espécie estruturante da floresta e um importante componente do dossel amazônico (MORI; LEPSCH-CUNHA 1995, BÁNKI et al., 2003, TER STEEGE et al., 2003, SALOMÃO et al., 2007).

C. oblongifolia apresenta ampla distribuição, alta frequência e densidades localmente altas em toda a Amazônia, porém tem a menor área de ocorrência dentre as espécies de tauari de ampla distribuição (PROCÓPIO et al, 2010).

Tanto *C. stellata* quanto *C. oblongifolia* apresentaram comportamento agrupado, de acordo com o índice de dispersão, com valores de corte de -8,56 e -4,83, respectivamente (Figura 7).

O padrão agregado é aquele onde há uma tendência dos indivíduos ocorrerem em grupos. Nesse caso, a chance de ocorrência de um indivíduo é aumentada pela presença de outros (SOUZA; SILVA, 2006). Esse padrão de agrupamento é predominante nas árvores tropicais (HUBBELL, 1979; ROSSI, 1994; CONDIT et al., 2000; CYSNEIROS et al., 2018). Uma explicação para o padrão de agregação deriva dos fatores bióticos, como a síndrome de dispersão e limitação. Espécies que apresentam dispersão de sementes anemocórica, como as estudadas, geralmente apresentam esse tipo de distribuição (CONDIT et al., 2000).

Segundo Silva (2009), a heterogeneidade do ambiente parece ser o que mais influencia o padrão de distribuição das plantas em determinada área. Os recursos do habitat (luz, nutrientes, água e solo) raramente estão dispostos de maneira regular em uma floresta, por isso as plantas tendem a seguir o padrão de agregação, ocupando manchas mais favoráveis.

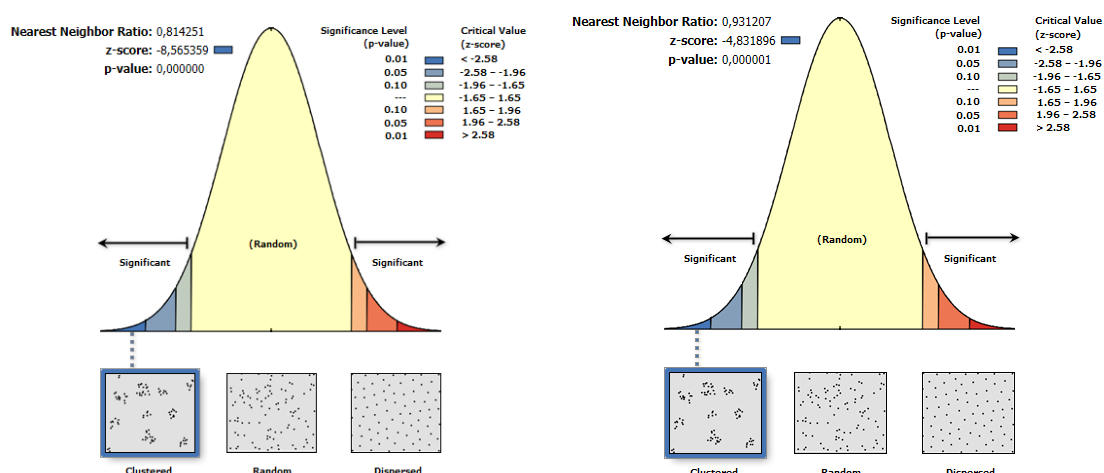


Figura 7. Dispersão de *Couratari stellata* (A) e *Couratari oblongifolia* (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

5.3. Função densidade de probabilidade

Todas as funções densidade de probabilidade ajustadas para *C. stellata* e para a *C. oblongifolia* aderiram ao conjunto de dados agrupados observados (Tabela 5). A função com melhor aderência para ambas às espécies foi de Sb de Johnson, as funções densidade de probabilidade ajustadas para as duas espécies estão no Anexo I e II.

Tabela 5. Estatísticas e parâmetros das funções densidade de probabilidade ajustadas para *C. stellata* e *C. oblongifolia*, em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

	Normal	LogNormal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb de Johnson	$D_{tab.}$
<i>Couratari stellata</i>							
$D_{calc.}$	0,0461	0,0289	0,0345	0,0280	0,0291	0,0230	2,2541
IR	0,072	0,046	0,056	0,055	0,054	0,043	
Parâmetros	$\sigma=75,54$	$\sigma=4,36$	$\sigma=11,19$	$\sigma=2,23$	$a=41,94$	$\delta=2,33$	
	$\mu=23,83$	$\mu=0,30$	$\mu=7,13$	$\mu=3,52$	$b=45,79$	$\lambda=3462,09$	
					$c=1,73$	$\epsilon=21,64$	
						$\Upsilon=9,51$	
<i>Couratari oblongifolia</i>							
$D_{calc.}$	0,0388	0,0497	0,0440	0,0472	0,0372	0,0340	1,8572
IR	0,096	0,140	0,123	0,1380	0,088	0,088	
Parâmetros	$\sigma=83,08$	$\sigma=4,45$	$\sigma=9,10$	$\sigma=1,86$	$a=-191,56$	$\delta=2,39$	
	$\mu=27,63$	$\mu=0,34$	$\mu=9,66$	$\mu=4,46$	$b=282,25$	$\lambda=333,74$	
					$c=11,26$	$\epsilon=-158,73$	
						$\Upsilon=-2,25$	

μ = média; σ = desvio padrão; α , β , a , b , c , δ , λ , ϵ = parâmetros estimados nos ajustes; $D_{calc.}$ = máxima diferença absoluta entre a função densidade de probabilidade ajustada e os valores observados em campo; $D_{tab.}$ é o valor tabelado de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0,05$); * = dados reais não aderiram ao ajuste ($D_{tab.} \leq D_{calc.}$); IR = Índice de Reynolds.

Foi observado um padrão unimodal para as distribuições de ambas as espécies de *Couratari* estudadas (Figura 8). A tendência decrescente inicia em 65 cm de diâmetro para *C. stellata* e em 95 cm para *C. oblongifolia*, com uma queda mais acentuada no número de indivíduos. *C. stellata* alcança seu limite biológico em diâmetro na classe de 155 cm e *C. oblongifolia* na classe de 175 cm.

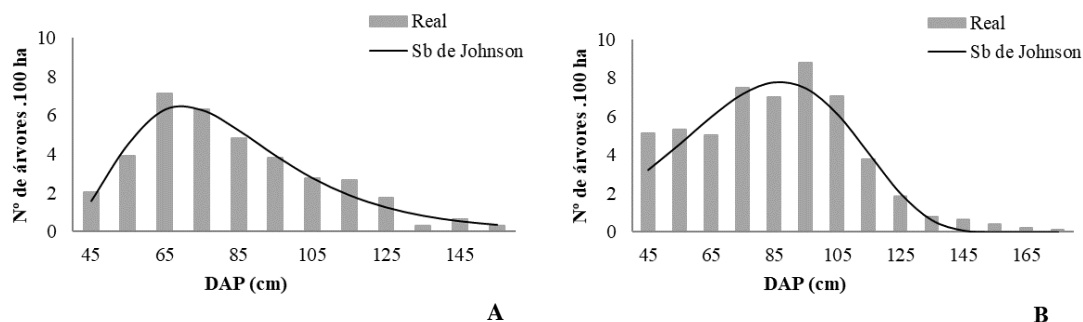


Figura 8. Funções densidade de probabilidade ajustadas para *Couratari stellata* (A) e para *Couratari oblongifolia* (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

Quando avaliada a regeneração de *C. stellata*, a partir de dados de parcelas permanentes instaladas na UPA 05 da Flona do Jamari, RO, verificou-se uma concentração de indivíduos nos centros de classes de diâmetro 15 e 25 cm, apresentando valores de 2,5 e 0,5 árvores ha⁻¹, respectivamente. Isso indica que a espécie não tem problemas com regeneração e pode garantir sua permanência na comunidade. Esta análise está de acordo com Procópio et al. (2010), que encontraram para *C. stellata* a distribuição de “J-invertido” em Florestas de Terra Firme da Amazônia com grandes concentrações de indivíduos nas primeiras classes (10-30 cm).

C. stellata mostra maior concentração de árvores entre os centros de classes 65 e 75 cm de diâmetro (Figura 8), indicando alta sobrevivência nestas classes. Da mesma forma, *C. oblongifolia* mostra alta sobrevivência nas classes 85 e 95 cm de diâmetro.

Embora a distribuição “J-invertido” seja a mais comum em florestas naturais, quando a análise é feita para populações de uma única espécie, podem ser encontradas distribuições unimodais (SCOLFORO, 2006 e MACHADO et al., 2010), como visto em alguns trabalhos (CONDIT et al., 1998; PASCAL, 2003, BRAZ et al., 2014; CANETTI, 2019).

Além disso, o baixo número de indivíduos nas primeiras classes modeladas, verificado na distribuição das espécies estudadas, pode estar relacionado com a rápida transição de indivíduos dessas classes diamétricas para as classes seguintes. Essa característica quando ocorre com uma baixa taxa de mortalidade, gera o acúmulo de árvores em uma única classe diamétrica (PASCAL, 2003), como verificado nas duas espécies (Figura 8).

5.4 Dendrocronologia

As duas espécies apresentaram camadas de crescimento similares (Figura 9), demarcadas por zonas transversais mais escuras e menor distância entre as linhas de parênquima. Segundo Worbes (1989) as faixas alternadas entre parênquimas e fibras é uma característica comum na família Lecythidaceae.

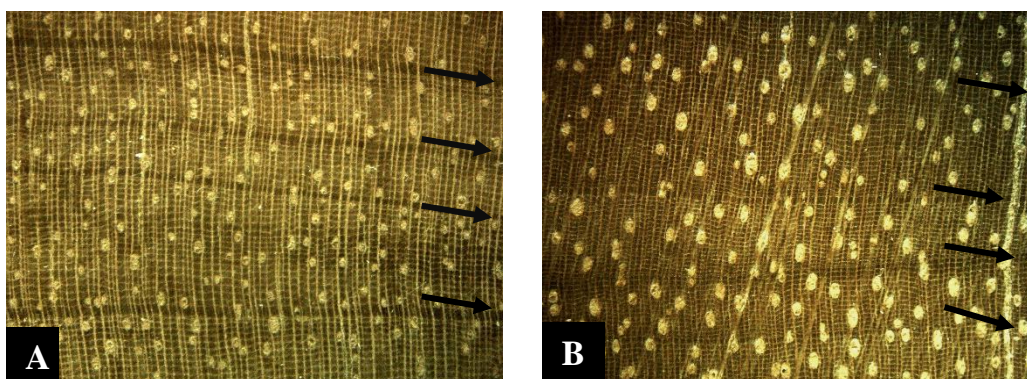


Figura 9. Anéis de crescimento de *Couratari stellata* (A) e *Couratari oblongifolia* (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica

As duas espécies de *Couratari* apresentaram anéis anuais visíveis que possibilitaram a sua demarcação e contagem. Os limites dos anéis das árvores são formados quando as células do câmbio nos troncos das árvores estão dormentes (FRITTS, 1976), nos trópicos (e em Florestas de Terra Firme) o fator estressor mais comum é a sazonalidade das chuvas (VILA NOVA et al., 1976), reduzindo atividade cambial das árvores durante a estação seca o que resulta na formação de camadas de crescimento distintas (BRIENEN, SCHÖNGART e ZUIDEMA, 2016).

Nas duas espécies foi possível observar falsos anéis de crescimento ou anéis ausentes, que foram identificados pelo acompanhamento da continuidade dos anéis ao longo da seção transversal das amostras do lenho e pela datação cruzada. Os anéis de

crescimento ausentes ocorrem em árvores durante períodos de estresse ambiental (LORIMER et al., 1999) e ainda o xilema pode ser descontínuo ou ausente em certas áreas do fuste, especialmente próximo da base (FRITTS, 1976).

A datação cruzada no software COFECHA obtida entre as amostras de uma mesma espécie e entre espécies apresentou correlação significativa (Tabela 6), sendo consideradas positivas e acima do nível crítico, indicando com isso um padrão de crescimento comum entre as árvores de cada espécie e entre as espécies.

Tabela 6. Resultados da sincronização no software COFECHA entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento das duas espécies.

Espécie	Número de amostras	Série datada	Total de anéis checados	Intercorrelação das séries
<i>Couratari stellata</i>	12	1802 – 2017	1685	0,328*
<i>Couratari oblongifolia</i>	5	1798 – 2017	648	0,365*
Ambas	17	1798 – 2017	2333	0,336*

* superior ao limite crítico do COFECHA de 0,3281.

5.4.1 Crescimento diamétrico

As séries cronológicas de *C. stellata* atingiram período máximo de 194 anos, para a amostra com maior DAP (83,3 cm). *C. oblongifolia* atingiu 186 anos e seu maior DAP foi de 87,2 cm (Tabela 7).

Tabela 7. Descrição quantitativa das séries cronológicas por espécie em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

	<i>Couratari stellata</i>	<i>Couratari oblongifolia</i>
Intervalo de DAP das amostras (cm)	46,5 – 83,3	60,8 – 84,2
Intervalo de idade das amostras (anos)	114 – 194	84 – 192
Incremento médio anual (cm.ano ⁻¹)	0,46	0,40

Os incrementos de *C. stellata* por classe diamétrica estão apresentados na Figura 10a. A espécie apresenta menores taxas de incremento nas duas primeiras classes. Nos maiores diâmetros as taxas de crescimento se tornam constantes, não tendo diferença estatística entre elas, o que gerou uma tendência decrescente nos tempos de passagem entre classes diamétricas (Figura 11a). O maior incremento médio por classe diamétrica foi 0,53 cm.ano⁻¹, na classe de 75 cm, sendo o incremento médio geral de 0,46 cm.ano⁻¹.

Os incrementos *C. oblongifolia* são menores nas duas primeiras classes de diâmetro. Nas classes de 25 a 55 cm apresentaram maior incremento, diminuindo conforme atingiram maiores dimensões (Figura 10b). O incremento médio foi de 0,40 cm.ano⁻¹. O maior incremento foi na classe de 45 cm (0,45 cm.ano⁻¹).

Esses incrementos por classes de diâmetro resultaram em tempo de passagem entre classes diamétricas em formato U (Figura 11b), sendo que o tempo de passagem foi maior no início, menor nas classes de DAP intermediárias e gradativamente maior nas classes maiores.

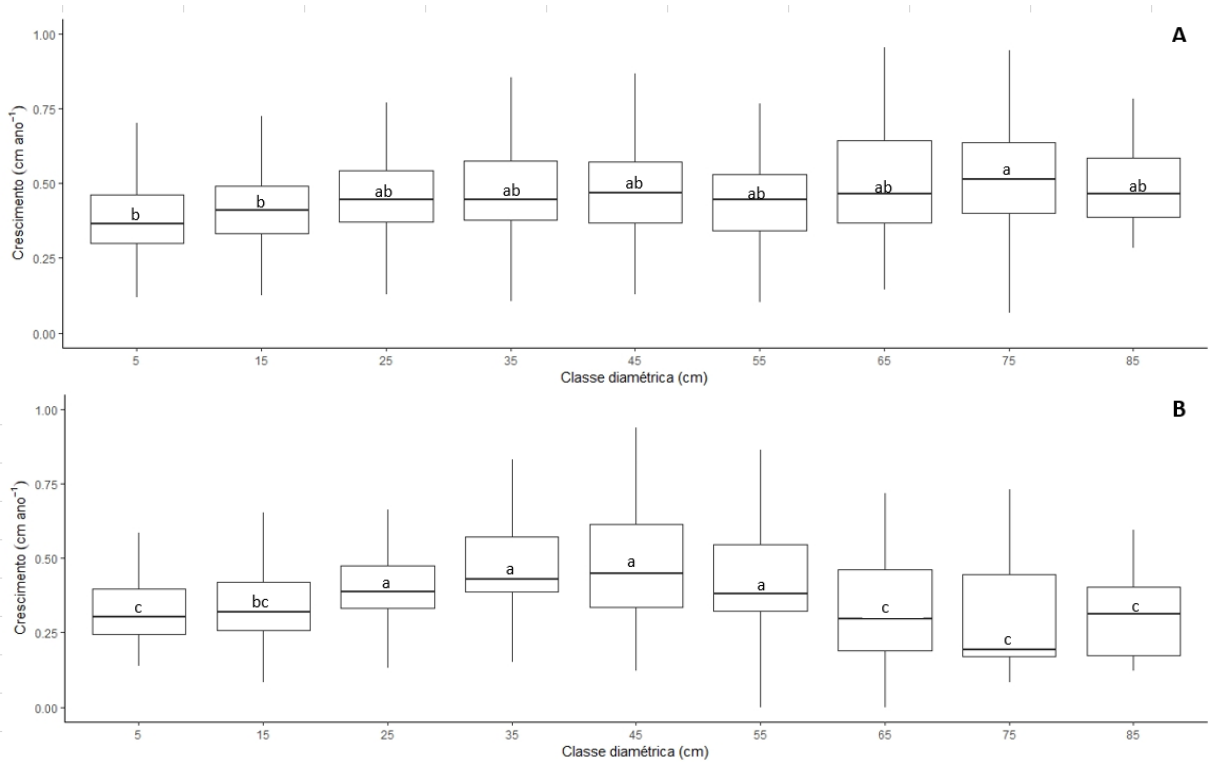


Figura 10. Boxplot das médias do incremento periódico anual por classe diamétrica de *Couratari stellata* (A), *Couratari oblongifolia* (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

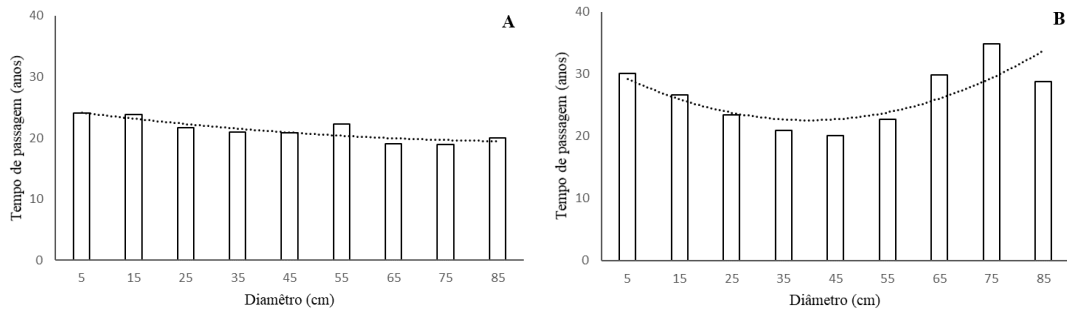


Figura 11. Tempo de passagem médio por classe diamétrica para *Couratari stellata* (A) e *Couratari oblongifolia* (B) e suas respectivas linhas de tendência, em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

O incremento médio de *C. stellata* foi maior, contínuo e acelerado em todo seu ciclo sem grandes alterações, quando comparado com o *C. oblongifolia*, mostrando que cada espécie possui ritmo de crescimento próprio.

São raros os estudos a respeito do crescimento das espécies de *Couratari*. Procópio (2010) avaliou o crescimento de *C. stellata* a partir de dados de remedições de parcelas permanentes obtidos durante 25 anos, em duas áreas de Floresta de Terra Firme, em Belterra, PA. Esse autor encontrou incremento médio para as árvores com DAP ≥ 30 cm foi de 0,46 cm ano⁻¹. O crescimento de *C. oblongifolia* foi estudado por Silva et al. (1996) na Flona dos Tapajós, PA, pelo monitoramento de parcelas permanentes durante 14 anos, onde o incremento médio foi de 0,3 cm ano⁻¹, sendo inferiores aos dados de crescimento do presente trabalho.

5.4.2 Modelos de crescimento diamétrico

O modelo de crescimento de Lundqvist-Korf foi que apresentou maior aderência às séries cronológicas das duas espécies e para o gênero, considerando os parâmetros estatísticos (Tabela 8), distribuição dos resíduos (Anexos III, IV, V) e aderência dos modelos aos dados reais.

Tabela 8. Parâmetros estatísticos e coeficientes das equações de crescimento diamétrico ajustadas por espécie e pra o gênero.

Espécie	Modelo	Estatísticas			Parâmetros		
		Syx (%)	AICC	BIC	β_0	β_1	β_2
<i>Couratari stellata</i>	Gompertz	18,27	1.070.000	1.070.000	86,67	3,03	0,015
	Johnson-Schumacher	18,09	1.060.000	1.060.000	185,81	212,39	49,424
	Lundqvist-Korf	18,30	1.070.000	1.070.000	1092,71	11,70	0,282
	Logística	18,82	1.080.000	1.080.000	73,46	10,67	0,028
	Monomolecular	18,18	1.060.000	1.060.000	477,49	1,0001	0,00097
	Schumacher	20,85	1.110.000	1.110.000	102,48	78,2	
	Chapman-Richards	18,22	1.070.000	1.070.000	2172,75	0,000174	0,9607
<i>Couratari oblongifolia</i>	Gompertz	20,75	436.267	436.393	78,41	3,050	0,023
	Johnson-Schumacher	20,53	434.941	434.977	128,52	100,76	20,246
	Lundqvist-Korf	20,99	437.623	437.659	1492,14	9,409	0,226
	Logística	31,37	486.775	486.182	3264,6	169,79	0,00895

Couratari spp	Monomolecular	20,75	436.182	436.182	107,32	1,0367	0,00753
	Schumacher	22,52	440.822	440.849	102,85	54,4969	
	Chapman-Richards	21,91	442663	442699	3749,24	0,000046	0,7918
	Gompertz	22,09	1.580.000	1.580.000	83,09	2,94	0,017
	Johnson-Schumacher	21,83	1.570.000	1.570.000	160,97	170,5	40,01
	Lundqvist-Korf	21,83	1.570.000	1.570.000	2028,52	10,67	0,226
	Logística	22,71	1.590.000	1.590.000	2146,55	0,999	0,0021
	Schumacher	23,81	1.610.000	1.610.000	100,31	70,72	
	Chapman-Richards	22,00	1.570.000	1.570.000	3819,57	0,000074	0,8981

NOTA: Syx (%) = erro padrão da estimativa relativo; AICC = critério de informação de Akaike corrigido; BIC = critério de informação Bayesiano; β_0 , β_1 e β_2 = parâmetros das equações ajustados por regressão não linear. Em negrito estão destacadas as equações com melhores ajustes para cada espécie.

C. stellata e *C. oblongifolia* atingiram o ponto de máxima tangência em aproximadamente 60 cm de diâmetro com 120 e 100 anos, respectivamente (Figura 12).

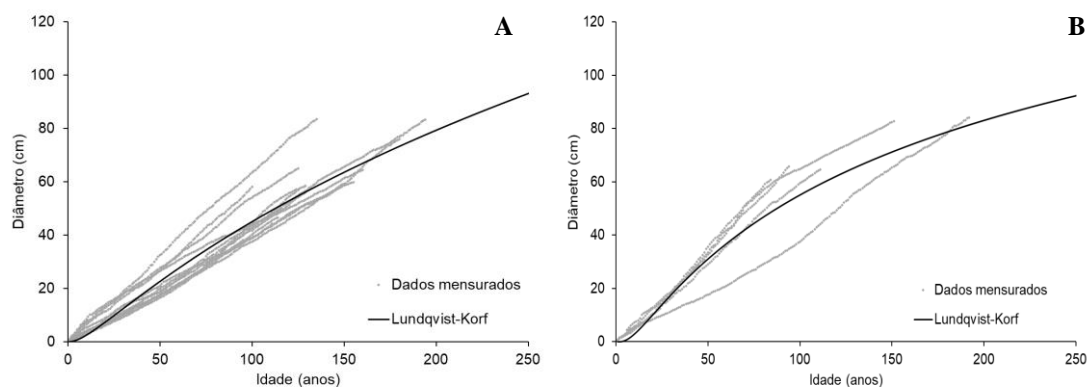


Figura 12. Equações de crescimento diamétrico acumuladas ajustadas para *Couratari stellata* (A) e *Couratari oblongifolia* (B), em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

As curvas cumulativas em diâmetro representaram o crescimento individual de cada árvore por espécie ao longo de seu ciclo de vida, demonstrando com isso a diferença que ocorre no desenvolvimento de cada espécie. Em uma mesma tipologia, a trajetória de crescimento registrada para uma espécie pode ser considerada a representação geral de seu padrão de crescimento (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006b).

As duas espécies apresentaram uma tendência semelhante de padrão de crescimento, sendo lento inicialmente, aumentando, com o aumento da idade até atingir o seu incremento máximo, com posterior redução até a estagnação, seguindo o padrão de

crescimento comum em florestas naturais (ALDER, 1995), porém com tempo e taxas de crescimento diferenciados. Essas características estão de acordo com as condições disponíveis para seu desenvolvimento e sua dinâmica de crescimento.

Na análise de anéis anuais para a modelagem do crescimento arbóreo das espécies foram amostradas árvores que se estabeleceram no dossel com sucesso, o que fornece dados de crescimento em diâmetro mais realista e representativo no desenvolvimento das árvores (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006).

Informações sobre essas trajetórias, sobretudo a presença e frequência de períodos de alto e baixo crescimento, são fundamentais para se compreender as diferenças no ciclo de vida entre as espécies (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006b). Essas diferenças nas taxas de crescimento, tanto dentro como entre espécies de florestas tropicais, é percebida em vários estudos (CLARK; CLARK, 2001; SCHÖNGART et al., 2006; BRIENEN; ZUIDEMA, 2006), e são provavelmente causadas por diferenças na disponibilidade de luz e água, danos, patógenos, e infestação de lianas, forma da copa (BRIENEN; ZUIDEMA, 2007), bem como a posição sociológica da espécie na floresta.

As árvores do gênero *Couratari* são citadas como secundárias tardias, tolerantes à sombra e clímax, com alta longevidade, em diversos estudos ao longo da Amazônia (CARVALHO, 2000; GAMA et al., 2003; VIEIRA, 2014; PINHEIRO et al., 2007; AMARAL et al., 2007; DIONÍSIO et al. 2016). Dessa forma, crescem independente das condições de iluminação. No entanto, em condições ótimas de luminosidade na sua copa, as espécies respondem com maior taxa de crescimento do fuste.

O modelo ajustado para o gênero está apresentado na Figura 13, está apresentado as curvas com os parâmetros superiores e inferiores do gênero, dessa forma é possível analisar que as curvas individuais das duas espécies estão dentro da amplitude do gênero, e que o modelo ajustado para o gênero pode ser utilizado quando não se tem a identificação botânica correta, visto que o modelo para o gênero mostrou-se satisfatório e apresenta o mesmo padrão dos modelos ajustados individualmente para cada espécie. De acordo com Procópio e Secco (2008), várias espécies do gênero *Couratari* estão agrupadas como “Tauari” em inventários na Amazônia, devido a semelhança e falta de identificação apropriada, mostrando a importância de modelos de crescimento ajustado para o gênero nessas condições.

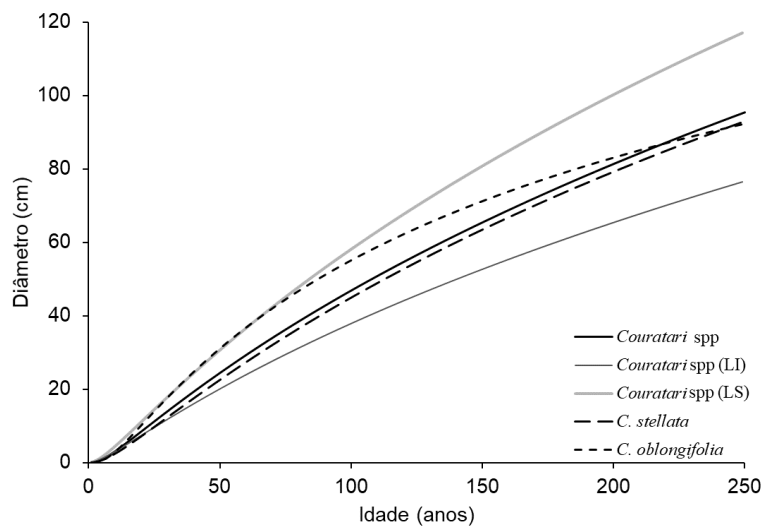


Figura 13. Modelos de Lundqvist-Korf ajustado para *Couratari* spp, em dois fragmentos de Floresta Amazônica

5.4.3 Curvas de crescimento em área basal

Couratari oblongifolia apresentou maior acumulo em área basal que *C. stellata*, porém ambas demonstraram o mesmo padrão. O crescimento em área basal ainda não tinha estabilizado, mesmo após 300 anos, desconsiderando a taxa de mortalidade (Figura 13).

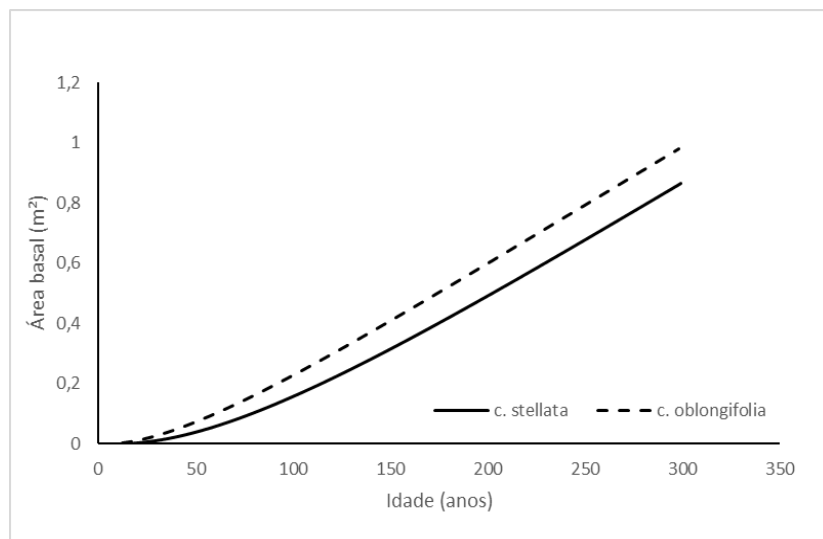


Figura 14. Curvas de área basal acumulada para as árvores individuais de *Couratari stellata* e *Couratari oblongifolia*, em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

5.4.4 Taxa de ocos e podridões

Como pode ser visto na Figura 14, *C. stellata* apresenta baixo percentual de presença de ocos e podridões em todas as classes de grandes diâmetros. Isto terá implicação positiva nas classes de diâmetro que devem ser manejadas, visando seu máximo aproveitamento. Além disso, como foi visto anteriormente nas distribuições, a espécie apresenta alta sobrevivência em classes superiores, contrário à maioria das espécies. Segundo Schulze (2005), cerca de 40% das árvores de tamanho comercial podem ser rejeitadas na primeira colheita, prejudicando o rendimento em volume. Assim, esta espécie, com baixas taxas de danos fitossanitários e alta sobrevivência em classes diamétricas maiores, pode ter seu DMC elevado. Isto aumentará a produtividade para os próximos ciclos.

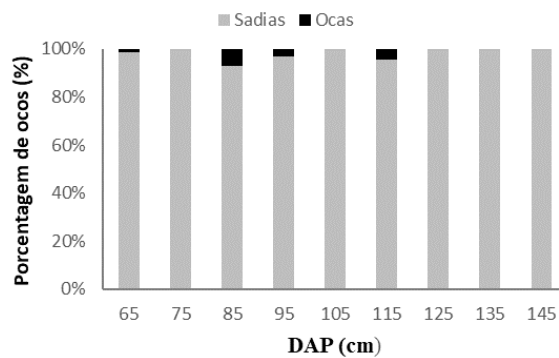


Figura 15. Porcentagem de árvores avaliadas ocos por classe de diâmetro, na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.

5.5 Simulações de Manejo

Os resultados das simulações de manejo estão apresentados na Tabela 9, onde são apresentados os dados de entrada para as matrizes e os resultados em números de árvore e volume obtido no segundo ciclo de corte, 35 anos após o primeiro corte, para cada simulação.

As simulações de manejo aplicadas demonstraram que o DMC recomendado é de 70 cm para *C. stellata*, para a estrutura considerada e visando maior produção em volume dentro do ciclo considerado (simulação 3). Para *C. oblongifolia*, o DMC ótimo foi de 80 cm (simulação 4). A elevada produção em volume de *C. oblongifolia* em relação a *C. stellata* é devido a esta espécie ter maior número de árvores por hectare em sua estrutura.

Como foi visto anteriormente, uma das espécies, segundo observações de campo, possuem alta sobrevivência em classes elevadas e baixos problemas de ocos ou podridões. Essa característica deve ser pesquisada para outras espécies comerciais do gênero, pois indica vantagens para o manejo de árvores com maiores diâmetros.

Porém, quando se aumenta ainda mais os DMC observa-se redução do volume, isto porque a partir desse ponto as árvores pararam de produzir volume líquido, devido ao aumento da mortalidade e a redução do incremento do diâmetro em árvores maiores (BRAZ, 2010).

Os DMC ótimos encontrados aqui diferem da legislação atual, que define que o corte pode ser feito a partir de 50 cm de DAP em um ciclo de 35 anos para todas as espécies. Esse resultado se dá devido à estrutura possuir grande sobrevivência mesmo nos grandes diâmetros e ritmo de crescimento satisfatórios nas classes de 70 e 80 cm, respectivamente para *C. stellata* e *C. oblongifolia*.

Apesar de ambas as espécies não recuperarem a estrutura diamétrica inicial, isto não deve ser analisado como manejo não sustentável, pois esta estrutura é composta por classes de diâmetro que estão iniciando sua estagnação ou em senescência completa, o que resulta em um estoque acima da capacidade de suporte da floresta (DAWKINS; PHILIP, 1998; BRIENEN; ZUIDEMA, 2007; BRAZ et al., 2015b). Dessa forma, a recuperação para o segundo ciclo é calculada com base no volume de madeira das árvores que puderem crescer em diâmetro o suficiente para atingirem as classes comerciais consideradas em cada simulação.

Assim, utilizar os DMC ótimos encontrados, resulta em uma estrutura diamétrica mais produtiva, pois é nessas classes mais altas que se produzirá maior volume, além de maior garantia da sustentabilidade da exploração. Portanto, manter o DMC de 50 cm de forma generalista, pode resultar em uma degradação em longo prazo dos recursos madeireiros disponíveis (SCHÖNGART, 2008), como visto para o caso atual em que as espécies estudadas ainda não atingiram a sua produtividade máxima nessa classe.

Além disso, ressalta-se a importância de se definir DMCs e ciclos de cortes específicos para cada espécie. Considerando que vários estudos relatam a definição de critérios de manejo para espécies tropicais na Amazônia brasileira (SCHÖNGART et al., 2007; BRAZ et al., 2015a; ROSA et al., 2017; MIRANDA et al., 2018; ANDRADE et al., 2019; CANETTI, 2019), mostrando uma enorme variação entre os DMC e ciclos de corte

específicos. Essas variações indicam que os ciclos de corte fixados pelas regras e leis florestais não são compatíveis à realidade biológica de muitas dessas espécies.

Tabela 9. Resultado das simulações de manejo para as espécies *Couratari stellata* e *Couratari oblongifolia*, 35 anos após o primeiro corte, em dois fragmentos da Floresta Amazônica.

<i>Couratari stellata</i>														
Dados de entrada					Simulação 1 (DMC 50 cm)		Simulação 2 (DMC 60 cm)		Simulação 3 (DMC 70 cm)		Simulação 4 (DMC 80 cm)		Simulação 5 (DMC 90 cm)	
CC	Nº árv.	Inc.	Ing.	M	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)
5	174,42	0,3905	0,1953	0,029	183		183		183		183		183	
15	97,51	0,5165	0,2582	0,029	233		233		233		233		233	
25	58,66	0,4857	0,2428	0,029	176		176		176		176		176	
35	36,30	0,4446	0,2223	0,029	111		111		111		111		111	
45	25,04	0,4052	0,2026	0,029	61		61		61		61		61	
55	72,09	0,3692	0,1846	0,029	31	131,56	44		44		44		44	
65	100,66	0,3359	0,1679	0,029	12	77,54	36	224,05	58		58		58	
75	100,18	0,3057	0,1529	0,029	3	27,60	19	156,41	53	433,11	77		77	
85	83,25	0,2786	0,1393	0,1512			5	50,52	20	209,24	42	430,04	50	
95	62,37	0,2544	0,1272	0,1512							16	195,82	27	327
105	43,91	0,2326	0,1163	0,1512										
115	29,76	0,2128	0,1064	0,35										
125	19,70	0,1947	0,0974	0,65										
135	12,86	0,1784	0,0892	0,65										
145	8,32	0,1636	0,0818	0,65										
155	5,37	0,1501	0,0751	0,65										
Total	930,38				812,66	236,70	870,12	430,98	940,98	642,34	1003,1	625,86	1021,5	327
Total/há	0,5829				0,5092	0,1483	0,5452	0,2700	0,5895	0,4025	0,5128	0,3921	0,6401	0,2054
Total/ha/ano	0,0167					0,0042		0,0077		0,0115		0,0112		0,0058

Continua...

Couratari oblongifolia

Dados de entrada					Simulação 1 (DMC 50 cm)		Simulação 2 (DMC 60 cm)		Simulação 3 (DMC 70 cm)		Simulação 4 (DMC 80 cm)		Simulação 5 (DMC 90 cm)	
CC	Nº árv	Inc.	Ing.	M	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)	Nº árv	V (m³)
5	180	0,6463	0,6463	0,145	202		202		202		202		202	
15	211	0,6613	0,3306	0,035	350		350		350		350		350	
25	195	0,5840	0,2920	0,035	320		320		320		320		320	
35	106	0,5128	0,2564	0,035	256		256		256		256		256	
45	75,96	0,4523	0,2262	0,035	178		178		178		178		178	
55	107,45	0,4015	0,2008	0,035	104	439,46	120		120		120		120	
65	140,60	0,3580	0,1790	0,050	44	273,38	75	465,87	97		97		97	
75	168,67	0,3207	0,1603	0,075	12	99,20	33	275,98	70	573,4	95		95	
85	182,93	0,2882	0,1441	0,075			10	99,27	33	337,53	73	750,57	106	
95	175,55	0,2600	0,1300	0,075					9	111,58	33	401,33	77	942
105	144,16	0,2351	0,1176	0,354										
115	96,03	0,2130	0,1065	0,354										
125	47,43	0,1937	0,0968	0,354										
135	14,75	0,1764	0,0882	0,354										
145	2,06	0,1608	0,0804	0,354										
155	6,20	0,1468	0,0734	0,354										
165	2,26	0,1343	0,0671	0,354										
175	0,72	0,1250	0,0625	0,354										
Total	1856,8				1465	812	1544	841	1635	1023	1725	1152	1801	942
Total/há	0,7890				0,6227	0,3450	0,6559	0,3575	0,6947	0,4345	0,7328	0,4894	0,7654	0,4003
Total/ha/ano	0,0225					0,0099		0,0102		0,0124		0,0139		0,0114

Onde: CC = classe de diâmetro; Inc. = incremento (cm.ano⁻¹); Ing = ingresso; M = mortalidade (%); DMC = diâmetro mínimo de corte.

6. CONCLUSÕES

As duas áreas de estudo apresentaram alta diversidade. As duas espécies de *Couratari* são representativas das comunidades em que estão inseridas.

C. stellata e *C. oblongifolia* apresentaram padrão de densidade agregado, com núcleos definidos, relacionados a características ecológicas, como habitat preferencial e limitação de dispersão.

Os modelos de distribuição diamétrica podem servir de base para planejamento e monitoramento da exploração florestal. As diferenças entre as estruturas das espécies reforçam a importância de considerar as características específicas na modelagem da produção florestal.

As espécies de *C. stellata* e *C. oblongifolia* apresentaram anéis de crescimento anuais que permitiram a sua identificação, demarcação e a análise do seu padrão de crescimento em diâmetro ao longo de sua vida útil.

A análise dos anéis de crescimento se mostrou eficiente para geração de dados que permitam desenvolvimento dos modelos de crescimento e assim, estabelecer melhores práticas de manejo florestal visando um melhor aproveitamento dos recursos. Porém, as duas espécies apresentaram diferenças nos padrões, evidenciando a necessidade de estudos específicos para cada espécie.

A utilização de matrizes com dados de crescimento e da dinâmica populacional, mostrou-se um método eficiente para seleção de DMCs ótimos.

A seleção de DMC ótimo aumentou significativamente o volume total de madeira, além disso garante que este volume será repostado pelas árvores remanescentes, resultando em uma produção sustentável.

Recomenda-se estudos a respeito da dinâmica da população, principalmente a respeito das taxas de regeneração e mortalidade, para que haja um melhor entendimento das estratégias de manejo visando minimizar os impactos ecológicos e assegurar a sustentabilidade da exploração. Além disso, as definições dos critérios de manejo devem ser avaliadas economicamente, para otimizar e modernizar o manejo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMY, A. Estudo das Formas de Relevo. SILVA In: **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM. v2. 2002.

ALDER, D. **Growth Modelling for Mixed Tropical Forest**. Oxford: ODA Forestry Research programme project R4676.(Tropical Forestry Paper 30). 1995.

ALVARADO, J.R. **Dendrocronologia de árvores de mogno, Swietenia macrophylla King., Meliaceae, ocorrentes na floresta tropical Amazônica do Departamento de Madre de Dios, Peru**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. 129p.

ANDRADE, V. H. F., MACHADO, S.A. FILHO, A.F., MIRANDA, B.P., SCHÖNGART, J. Growth models for two commercial tree species in upland forests of the Southern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, 438, 215–223. 2019.

AUSTREGÉSILO, S.L. et al. Comparação de métodos de prognose da estrutura diamétrica de uma Floresta Estacional Semidecidual secundária. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.227-232, 2004.

AZEVEDO, C.P. **Dinâmica de Florestas Submetidas a Manejo na Amazônia Oriental: Experimentação e Simulação**. Curitiba-PR.254p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. 2006.

BÁNKI, O.S.; TER STEEGE, H.; JANSEN-JACOBS, M.J.; RAGHOENANDAN, U.P.D. Plant diversity of the Nassau Mountains, Suriname. **Report of the 2003 Expedition**.Utrecht. 52p. 2003.

BARROS, P. L. C., MACHADO, S.A., BURGER, D., SIQUEIRA, J.D.P. Comparação de modelos descritivos da distribuição diamétrica em uma Floresta Tropical. **Floresta**, v. 10, n. 2, p. 19-32, 1979.

BATISTA, J. L. F.; DO COUTO, H. T. Z.; SILVA FILHO, D. F. DA S. **Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 384 p.

BERGER, R.; PADILHA JUNIOR, J. B. **Economia florestal**. Curitiba, 2007. 143p.

BORGES, A. D.; MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; CANETTI, A.; BASSO, R. O. **Padrão de crescimento de cedrinho em condições de floresta natural no município de Santa Carmem, microregião de Sinop, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 415). 11 p. 2018.

BRASIL. Lei Nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, 16 de set. de 1965, p. 9.529.

_____. Lei nº 11.284 de 02 de março de 2006. Diário Oficial da União. Brasília, DF.2006

_____. Instrução Normativa nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Altera as Diretrizes para o Manejo Florestal em escala empresarial na Amazônia. **Diário Oficial da União**, n. 238, 2006.

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

BRAZ, E.M. SCHEIDER, P.R, MATTOS, P.P. de, SELLE, G.L., THAINES, F., RIBAS, L.A., VUADEN, E. Taxa de corte sustentável para manejo das florestas tropicais. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.22, n.1, p.137-245.2012.

BRAZ, E. M., MATTOS, P. P. DE, OLIVEIRA, M. F., BASSO, R. O. Strategies for achieving sustainable logging rate in the Brazilian Amazon Forest. **Open Journal of Forestry**, v. 4, n. 2, p. 100-105, 2014.

BRAZ, E. M., MATTOS, P. P DE., THAINES, F., DE MADRON, L. D., GARRASTAZU, M. C., CANETTI, A., OLIVEIRA, M. D. 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.

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

BRIENEN, R. **Tree rings in the tropics: A study on growth and ages of Bolivian rain forest trees**. Riberalta, Bolivia: Programa Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana (PROMAB), 2005. (Scientific Series 10).

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, 2006.

BRIENEN, R.J.W; ZUIDEMA, P. A. Lifetime growth patterns and ages of Bolivian rain forest trees obtained by tree ring analysis. **Journal of Ecology**, v. 94, n. 2, p. 481-493, 2006.

BRIENEN, R. J.; ZUIDEMA, P. A. Incorporating persistent tree growth differences increases estimates of tropical timber yield. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 6, p. 302–306. 2007.

BRIENEN, R.J.W; SCHÖNGART, J.; ZUIDEMA, P. A. Tree rings in the tropics: insights into the ecology and climate sensitivity of tropical trees. In: **Tropical tree physiology**. Springer, Cham, p. 439-461. 2016.

BRIENEN, R. J., LEBRIJA-TREJOS, E., ZUIDEMA, P. A., MARTÍNEZ-RAMOS, M. Climate-growth analysis for a Mexican dry forest tree shows strong impact of sea surface temperatures and predicts future growth declines. **Global Change Biology**, p.1–12. 2009.

BUONGIORNO, J.; GILLESS, J. K. **Forest management and economics**. New York: **Macmillian Publishing**. 1987. 285 p.

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

CAMARGOS, J.A.A.; CZARNESKI, C.M.; MEGUERDITCHIAN, I.; OLIVEIRA, D. de. **Catálogo de árvores do Brasil**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília, 1996. 887p.

CAMPOS, J.C.C. Principais fatores do meio que afetam o crescimento das árvores. **Floresta**, v. 2, n. 3, 1970.

CANETTI, A. Estrutura, dinâmica e manejo sustentável em ecótono de Floresta Amazônica. **Tese** (doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 156p. 2019.

CANETTI, A., MATTOS, P. P. de, BRAZ, E. M., NETTO, S. P. Life pattern of urban trees: A growth-modelling approach. **Urban Ecosystems**, v. 20, n. 5, p. 1057–1068, 2017.

CARIM, M. J. V. Levantamento florístico da reserva de desenvolvimento sustentável do Rio Iratapuru. Macapá: Instituto de Pesquisas Científica e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA, 2007.

CARIM, M.J.V. GUIMARÃES, J. R.S., TOSTES, L. D. C. L., TAKIYAMA, L. R., WITTMANN, F. Composition, structure and floristic diversity in dense rain forest in the Eastern Amazon, Amapá, Brazil. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, v. 37, n. 4, p. 419-426, 2015.

CARVALHO, J. O. P. de. Classificação em grupos ecológicos das espécies mais importantes em uma área da Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, PA. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 4 p. (Embrapa Amazônia Oriental. **Comunicado técnico**, 41).

CASTRO, E. M. R. de, SILVA, R. N. M. da. Setor madeireiro, dinâmica de atores e política florestal. In: VENTURIERI, Adriano (Ed.). **Zoneamento Ecológico-Econômico da área de influência da rodovia BR 163 (Cuiabá-Santarém): diagnóstico do meio socioeconômico, jurídico e arqueologia**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, cap. 8, p.169-200, v. 1. 2007.

CASTRO, T. N. de. **Modelagem do crescimento e produção aplicados ao manejo florestal na Amazônia brasileira**. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

CLARK, D. A., CLARK, D.B. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. **Ecological monographs**, v. 62, n. 3, p. 315-344, 1992.

CLUTTER, J.L. FORTSON, J.C., PIENAAR, L.V., BRISTER, G.H., BAILEY, R.L. **Timber management: a quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983.

CONDIT, R., AHSTON, P.S., BAKER, P., BUNYAVEJCHEWIN, S., GUNATILLEKE, S., et al. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science*, v. 288, n. 5470, p. 1414-1418, 2000.

CONDIT, R et al. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. **The American Naturalist**. 152, 4 p., 1998.

COTTAM, G.; CURTIS, J. T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, v. 37, n. 3, p. 451-460, 1956.

CRAWLEY, M.J. **Plant Ecology**. Oxford:Blackwell Scientific Publications. 186 p.1986.

CUNHA, U.S. da. **Análise da estrutura diamétrica de uma floresta tropical úmida da Amazônia brasileira**. 134 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1995.

CYSNEIROS, V. C.; DALMASO, C. A.; PELISSARI, A. L.; MATTOS, P. P. de; SOUZA, L. de; MACHADO, S. do A. Spatial patterns and interactions of dominant tree species in an Amazon tropical rainforest. **Revista de Biologia Tropical**, v. 66, n. 3, p. 1009-1017, 2018.

CYSNEIROS, V. C., PELISSARI, A. L., MACHADO, S. D., FIGUEIREDO FILHO, A., SOUZA, L. Modelos genéricos e específicos para estimativa do volume comercial em uma floresta sob concessão na Amazônia. **Scientia Forestalis**, 45(114), 295-304. 2017.

DAWKINS, H.C.; PHILIP, M.S. **Tropical moist forest silviculture and management: a history of success and failure**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL. 359p. 1998.

DIONISIO, L. F. S., SCHWARTZ, G., LOPES, J.C., OLIVEIRA, F.A. Growth, mortality, and recruitment of tree species in an Amazonian rainforest over 13 years of reduced impact logging. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 150–156, 2018.

DIONISIO, L. F. S., FILHO, O.S.B., CRIVELLI, B.R.S., GOMES, J.P., OLIVEIRA, M.H.S. CARVALHO, J.O.P. Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. **Revista AgroAmbiente**, v. 10, n. 3, p. 243-252, 2016.

DÜNISCH, O.; MONTÓIA, V.R.; BAUCH, J. Dendroecological investigations on *Swietenia macrophylla* King and *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the central Amazon. **Trees – Structure and Function**, 17(3): 244-250, 2003.

EBLING, A. A.; WATZLAWICK, L.F; RODRIGUES, A. L.; LONGHI, S.L.; LONGHI, R.S.; ABRÃO, S.F. Acuracidade da distribuição diamétrica entre métodos de projeção em Floresta Ombrófila Mista. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1020-1026, 2012.

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

FIGUEIREDO, S. M. M., VENTICINQUE, E. M., FIGUEIREDO, E. O.; FERREIRA, E. J. L. Predição da distribuição de espécies florestais usando variáveis topográficas e de índice de vegetação no leste do Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, 45(2),167-174. 2015.

FRITTS, H.C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 100p. 1976.

FRITTS, H.C.; SWETNAM, T.W. Dendroecology: A Tool for Evaluating Variations in Past and Present Forest Environments. **Advances in Ecological Research** v.19, p.111-175, 1989.

GAMA, J.R.V., BOTELHO, S.A., BENTES-GAMA, M.M., SCOLFORO, J.R.S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71-82, 2003.

HIGUCHI, N. Short-term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon. **Tese (Doutorado)** - Michigan State University, Michigan, EUA. 129p. 1987.

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

HOLMES, R. L. Computer: assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree Ring Bulletin**, 1983. v. 43, p. 69-78.

HUBBELL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, 203, 1299-1309. 1979.

HUSCH, B.; MILLER, C.L.; BEERS, T.E. **Forest mensuration**. 3.ed. New York: J. Willey, 397p. 1982.

LORIMER, C.G.; DAHIR, S.E.; SINGER, M. T. Frequency of partial and missing rings in *Acer saccharum* in relation to canopy position and growth rate. **Plant ecology**, v. 143, n. 2, p. 189-202, 1999.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **PRODUÇÃO MADEIREIRA DE ESPÉCIES NATIVAS BRASILEIRAS:2012 A 2017**. Brasília, 2019.

_____. **Documento de origem florestal – DOF, 10 espécies mais comercializadas por Estado (tora, madeira serrada)**. Brasília: IBAMA. 2006.

_____. **Madeiras da Amazônia: características e utilização**. Brasília: IBAMA. 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Amazônia Legal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialelegal.shtm>. Acesso em: 14 jun. 2019.

IBGE. **Geoestatísticas de recursos naturais da Amazônia Legal 2003**. Rio de Janeiro, 2011. Estudos e Pesquisas Informações Geográficas, número 8. 247 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SP – IPT. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: IPT, 1983. 241p.

_____. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2.ed. São Paulo: IPT, 1989. 418 p.

ITTO (International Tropical Timber Organization). **Utilization of lesser used wood species in Guyana**. Booklet PD 344/05 2(I). 21p. 2005.

JANKOWSKY, I. P. (Coord.) **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. v.1

LAURANCE, W. F., NASCIMENTO, H., LAURANCE, S. G., CONDIT, R., D'ANGELO, S.; ANDRADE, A. Inferred longevity of Amazonian rainforest trees based on a long-term demographic study. **Forest Ecology and Management**, 190, 131-143. 2004.

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

MACHADO, S. A. et al. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.103-110, 2009.

MARK, J.; NEWTON, A. C.; OLDFIELD, S.; RIVERS, M. The International Timber Trade: A Working List of Commercial Timber Tree Species. **Botanic Gardens Conservation International**, Richmond, UK. 2014.

MMA/IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional do Jamari - Rondônia**. Volume I: Diagnóstico. 2005. 156 p.

MATTOS, P. P. et al. Climate-tree growth relationships of *Mimosa tenuiflora* in seasonally dry tropical forest, Brazil. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 141-149, 2015.

MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. de. **A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais**. Colombo: Embrapa Florestas; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 218; Embrapa Pantanal. Documentos, 112).

MATTOS, P. P. de; SALIS, S. M. de. Sazonalidade de crescimento e aspectos fenológicos de espécies arbóreas tropicais e seu potencial dendrocronológico. In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (Ed.). Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos. Colombo: Embrapa Florestas, 155-180 p. 2007.

MILLER, D. P. Bootstrap 101: Obtain robust confidence intervals for any statistic. In: Twenty-Ninth Annual SAS Users Group International Conference, 2004. Proceedings... Cary, NC: SAS Institute, p. 193-29. 2004.

MIRANDA, D.L.C., HIGUCHI, N., TRUMBORE, S. E., LATORRACA, J. V. F., DO CARMO, J. F., & LIMA, A. J. Using radiocarbon-calibrated dendrochronology to improve tree-cutting cycle estimates for timber management in southern Amazon forests. **Trees** 32, 587–602. 2018.

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

MITCHELL, J.D.; MORI, S.A. Ecology. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, 44: 113-123. 1987.

MORI, S.A.; LEPSCH-CUNHA, N. The Lecythidaceae of a Central Amazonian moist forest. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, 75: 1-55. 1995.

MORI, S.A.; PRANCE, G.T. Flora Neotropica Lecythidaceae- Part II (Couroupita, Corythophora, Bertholletia, Couratari, Eschweileira & Lecythis), with a study of secondary xylem of Neotropical Lecythidaceae. **Flora Neotrop.** 21: 376. 1990.

MORI, S.A.; PRANCE, G.T. **Phytogeography. Memoirs of the New York Botanical Garden**, 44: 55-71.1987.

MORI, S.A.; SWARTHOUT, D. Brazil nut family (Lecythidaceae) in the New World. In: C.J. Cleveland (Ed). **Encyclopedia of Earth**. Washington, D.C.; Environment information coalition. National council for Science and environment. 2007.

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

OIMT. **Reseña anual y evaluación de la situación mundial de las maderas. Organización Internacional de las Maderas Tropicales 2012**. Yokohama, Japón. OIMT. 2013. 205 p.

OLIVEIRA, A.A. DE, MORI, S.A. High tree species richness on poor soils. I. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. **Biodivers. Conserv.** 8: 1219-1244. 1999.

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

PASCAL, J. Notions sur les structures et dynamique des for ts tropicales humides. **Revue foresti re française**, v. 55, p. 118-130, 2003.

PÉLLICO-NETTO, S., PELISSARI, A. L., CYSNEIROS, V. C., BONAZZA, M., SANQUETTA, C. R. Sampling procedures for inventory of commercial volume tree species in Amazon forest. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 1829-1840. 2017.

PEREIRA, L. A.; SOBRINHO, F. A. P.; COSTA NETO, S. V. Florística e estrutura de uma mata de terra firme na reserva de desenvolvimento sustentável rio Iratapuru, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Floresta**, v. 41, n. 1, p. 113-122, 2011.

PINHEIRO, K. A. O., CARVALHO, J. O. P., QUANZ, B., FRANCEZ, L. D. B., & SCHWARTZ, G. Fitossociologia de uma área de preserva o permanente no leste da Amazônia: indica o de espécies para recupera o de áreas alteradas. **Floresta**, v. 37, n. 2, 2007.

POORTER, L; BONGERS, F. **Ecology of tropical forests**. Wageningen Agricultural University, 1993. 223p.

PROCÓPIO, L. C., GAYOT, M., SIST, P., FERRAZ, I.D.K. As espécies de tauari (Lecythidaceae) em florestas de terra firme da Amazônia: padrões de distribui o geográfica, abundâncias e implica es para a conserva o. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 883-897, 2010.

PROCÓPIO, L.C. Auto-ecologia de espécies de couratari (Lecythidaceae): uma abordagem para o manejo e conserva o. **Tese** (Doutorado em Biologia (Ecologia)) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, 144 p. 2010.

PROCÓPIO, L.C.; SECCO, R. DE S. A importância da identifica o botânica nos inventários florestais: o exemplo do "tauari" (*Couratari* spp e *Cariniana* spp – Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no Estado do Pará. **Acta Amazonica** 38: 31-44. 2008

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura Forestal**. San José, C.R.: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 1997. 561 p.

PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiânea com a matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v. 5. p. 1-14, 1999.

RINN, F. TSAP Win v. 3.6: **Reference Manual**: Computer Program for Tree-Ring Analysis and Presentation. Heidelberg, Germany: RINNTECH, 1996.

RIVERA-MARTÍN, L. E., PEÑUELA-MORA, M. C., ROJAS, E. M. J.; JARAMILLO, M. P. V. **Ecología y silvicultura de especies útiles amazónicas**. Amazonas, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones (IMANI) – Universidad Nacional de Colombia. 2013.

ROSA, S.A. Growth models based on tree-ring data for the Neotropical tree species *Calophyllum brasiliense* across different Brazilian wetlands: implications for conservation and management. **Trees - Struct. Funct.** 31, 729–742. 2017.

ROZENDAAL, D.M.A.; ZUIDEMA, P.A. **Dendroecology in the tropics**: a review. *Trees*, v.25, p.3-16, 2011.

SABOGAL, C. et al. **Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 217 p.

SALOMÃO, R.P.; VIEIRA, I.C.G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N.A.S.; ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D.D. & MENEZES, M.P.M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais** 2(3): 57-153. 2007.

SAYRE, R.; BOW, J.; JOSSE, C.; SOTOMAYOR, L.; TOUVAL, J. Terrestrial ecosystems of South America. In: North America land cover summit – a special issue of the Association of American Geographers. **Anais...** Washington, p. 131–152, 2008.

SCHEEREN, L. W.; SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., na depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 169–176, 2002.

SCHNEIDER, P. R. **Manejo florestal**: planejamento da produção florestal. Santa Maria, RS, UFSM, 2009. 613 p.

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

SCHÖNGART, 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.; ORTHMANN, B.; HENNENBERG, K. J.; POREMBSKI, S.; WORBES, M. Climate-growth relationships of tropical tree species in west africa and their potential for climate reconstruction. *Global Change Biology*, v. 12, p. 1139– 1150, 2006.

SCHÖNGART, J., WITTMANN, F., WORBES, M., PIEDADE, M. T. F., KRAMBECK, H. J., & JUNK, W. J. Management criteria for *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) in Amazonian white-water floodplain forests defined by tree-ring analysis. *Annals of Forest Science*, 64(6), 657–664 p. 2007.

SCHULZE, M. et al. Madeiras nobres em perigo. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 36, n. 214, p. 66-69, 2005.

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

_____. Manejo florestal. Lavras, MG: UFLA – Universidade Federal de Lavras; FEPE, 1998.

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

SEYDACK, A. H. W. Regulation of Timber Yield Sustainability for Tropical and Subtropical Moist Forests: Ecosilvicultural Paradigms and Economic Constraints. In: T. PUKKALA; K. VON GADOW (Orgs.); **Continuous Cover Forestry, Managing Forest Ecosystems**. Dordrecht: Springer Netherlands, 129–165 p. v. 23. 2012.

SILVA, D. W., CLAUDINO, L. S., OLIVEIRA, C. D., MATEI, A. P., KUBO, R. R. Extraction and Development in the Context of the Brazilian Amazon. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 38, 557-577. 2016.

SILVA, J. N. M. et al. Crescimento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jari. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; YARED, J. A. G. (Ed.). **A silvicultura na Amazônia Oriental**: contribuições do projeto EMBRAPA/DFID. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 291–308. 2001.

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

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

SILVA, K. E. et al. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: UFV, 2009. p. 216-244.

SILVA, L. P.; ZUFFO, C. E. Recursos Hídricos: Conservando para o Futuro. Bacias e sub-bacias Hidrográficas. In: **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Porto Velho: SEDAM, 2002.

SILVA, W.; CARIM, M.; GUIMARÃES, J.; TOSTES, L. Composição e diversidade florística em um trecho de floresta de terra firme no Sudoeste do Estado do Amapá, Amazônia Oriental, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 3, p. 31-36, 2014.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, MG: EDITORA UFV, 2013. 322 p.

SOUZA, M.H. de et al. **Madeiras tropicais brasileiras**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Brasília. 2002. 151p.

SOUZA, V.L.; SILVA, O.A. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Holos Environment**, v.6, 55-69 p. 2006.

SYSTAT SOFTWARE. TableCurve 2D versão 5.01. 2002.

ter STEEGE, H. et al. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, v. 342, n. 6156, p.325-326, 2013.

ter Steege, H. Long-term effects of timber harvesting in Mapane - North Suriname. Pp. 79-94. In: ter Steege H. (ed.). **Longterm changes in tropical tree diversity: studies from the Guiana Shield, Africa, Borneo and Melanesia** (Tropenbos series 22). Wageningen, Tropenbos International. 2003.

TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; LISI, C. S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: MAIA, N. B.; MARTOS, H. L.; BARRELLA, W. (Eds). **Indicadores Ambientais: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: EDUC. 2001. p. 118-143.

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

_____. A growth model for north Queensland rainforests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 27, n. 3. 1989. p. 245-271.

VASCONCELOS, F. J. et. al. **Madeiras tropicais de uso industrial do Maranhão: Características tecnológicas**. Manaus, Amazonas: INPA, Coordenação de Pesquisas em Produtos Florestais: UFMA, Centro Tecnológico, 2001, 96 p.

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

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R; UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 55, n. 1, p. 169–199, 1992.

VIEIRA, L.S. **Recomposição de reserva legal na região do tapajós: identificação de espécies e sistemas silviculturais**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 112 f., 2014.

VILA NOVA, N.A.; SALATI, E. & MATSUI, E. Estimativa da evapotranspiração na bacia Amazônica. **Acta Amazonica**, 6 (2): 215-228.1976.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. 2004.

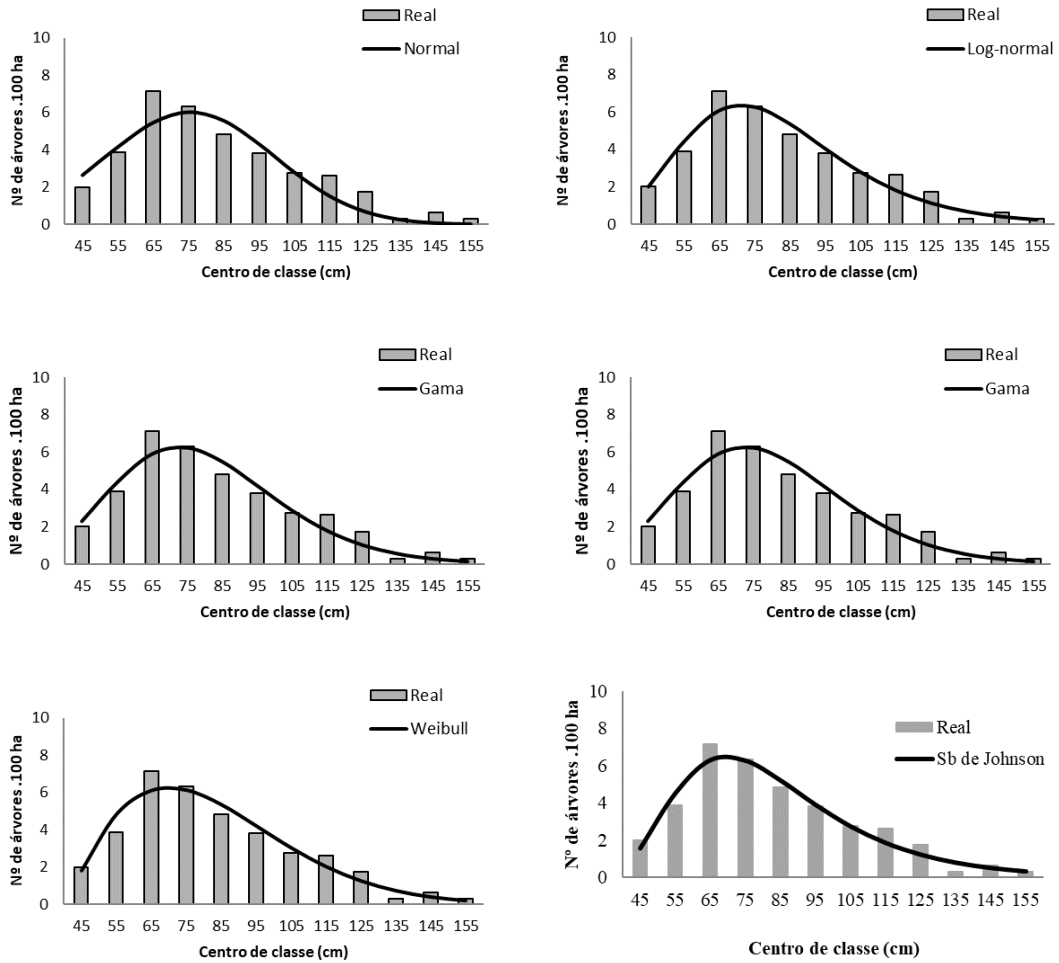
WEISKITTEL, A. R.; HANN, D. W.; KERSHAW, JR., J. A.; VANCLAY, J. K. **Forest growth and yield modeling**. Hoboken: John Wiley, 430 p. 2011.

WORBES, M. Tree Ring Analysis. In: BURLEY, J.; EVANS, J. YOUNGQUIST, J. A. (Eds.). **Encyclopedia of forest sciences**. Oxford: Elsevier, 2004.

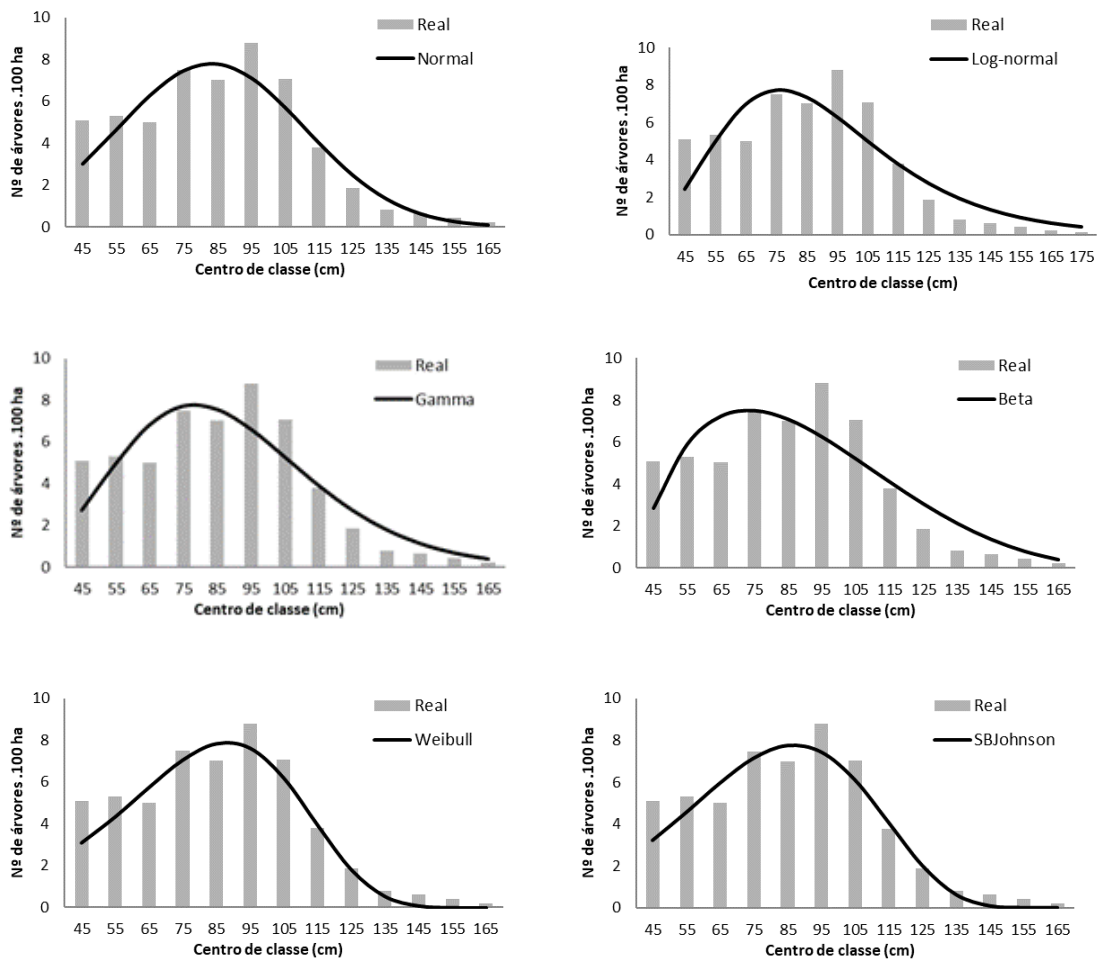
WORBES, M. Growth Rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the Neotropics. **IAWA Journal**, 10(2), 109–122. 1989.

WORBES, M.; STASCHEL, R.; ROLOFF, A.; JUNK, W. J. Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. **Forest Ecology and Management**, v. 173, p. 105–123, 2003.

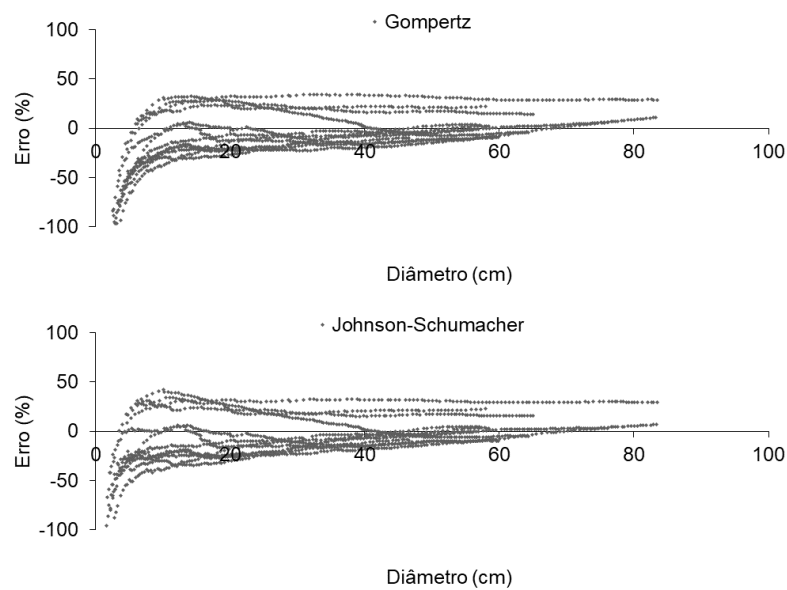
ANEXOS

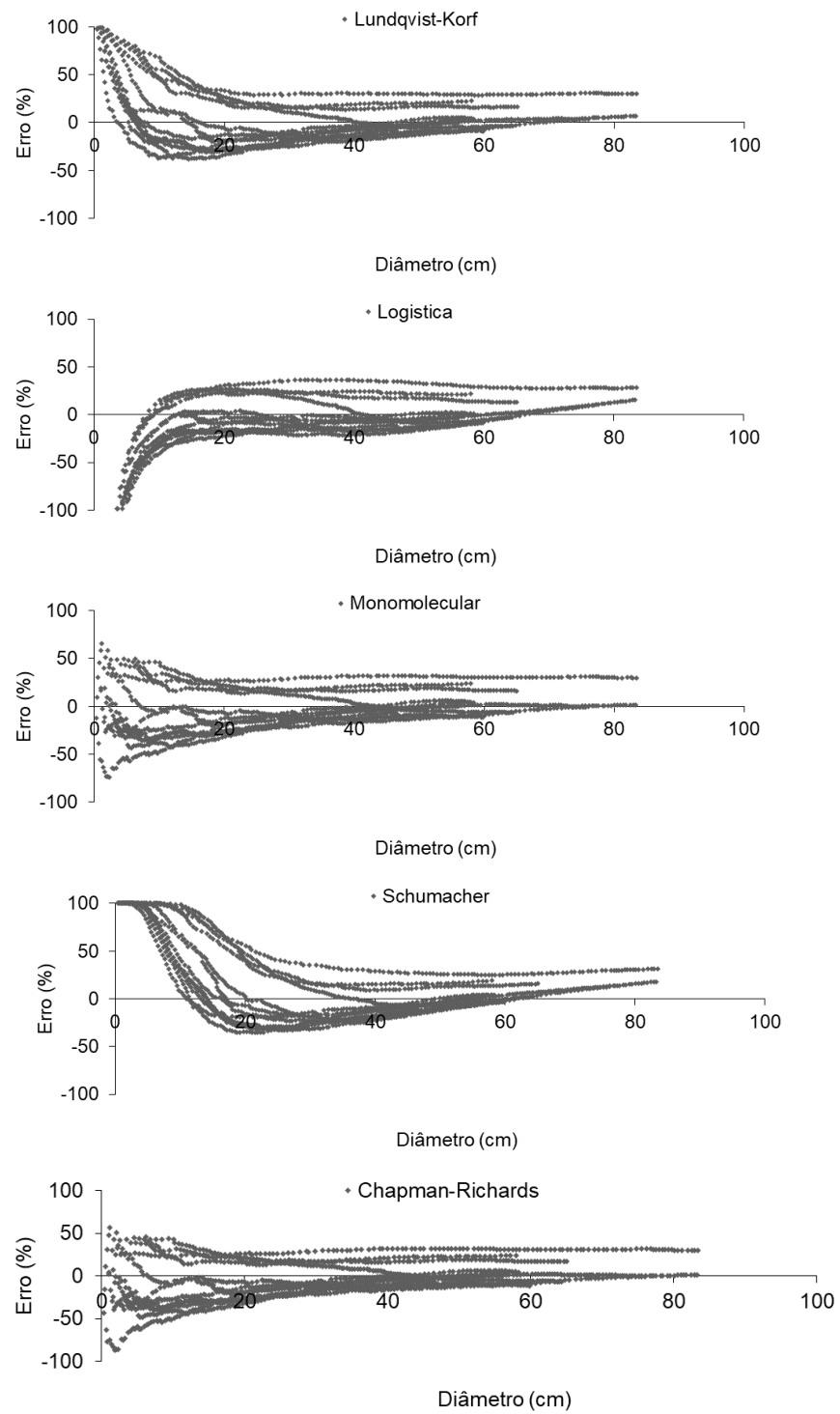


Anexo I. Funções densidade de probabilidade ajustadas para *Couratari stellata*, na UPA 05 da Flona do Jamari, RO.

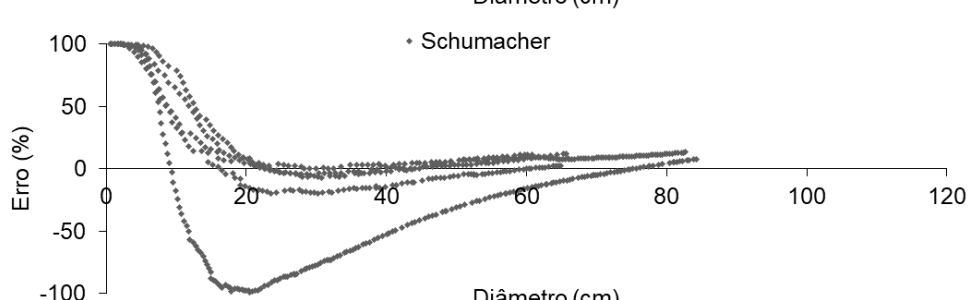
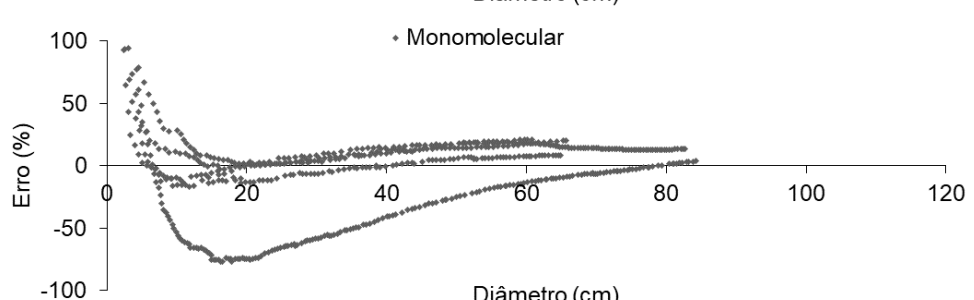
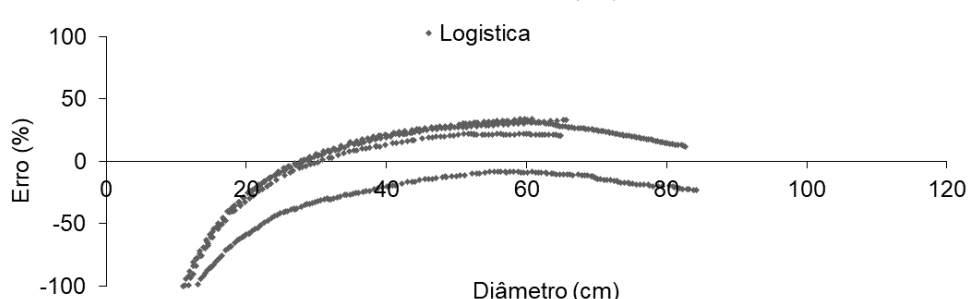
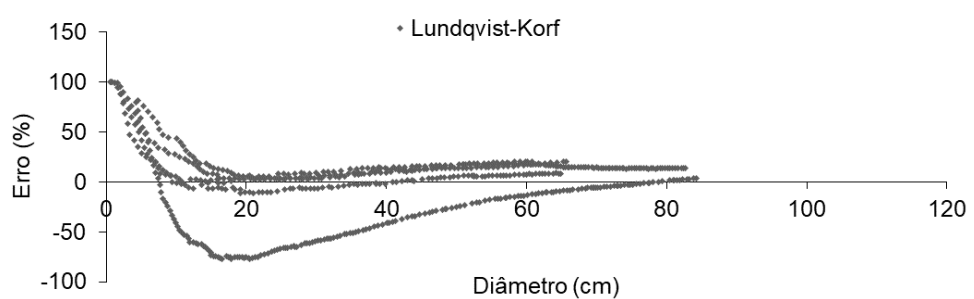
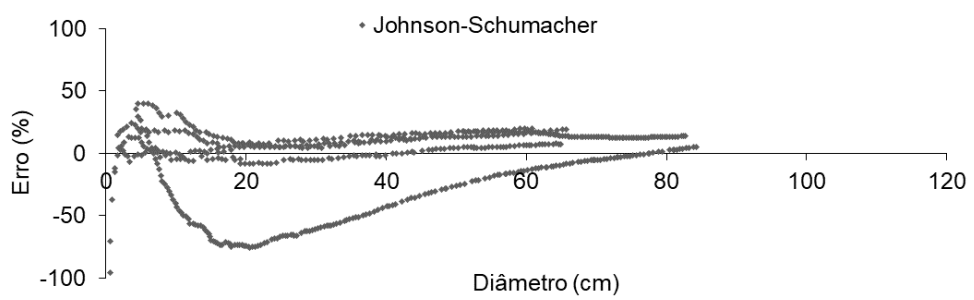
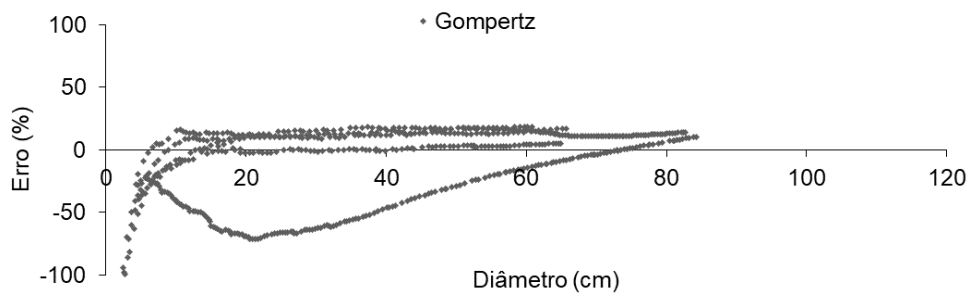


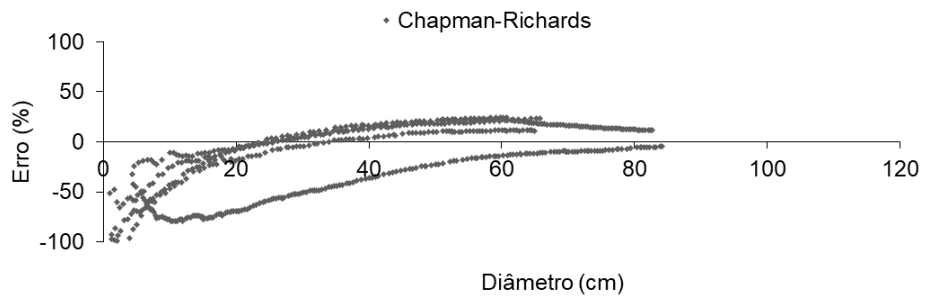
Anexo II. Funções densidade de probabilidade ajustadas para *Couratari oblongifolia*, na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.



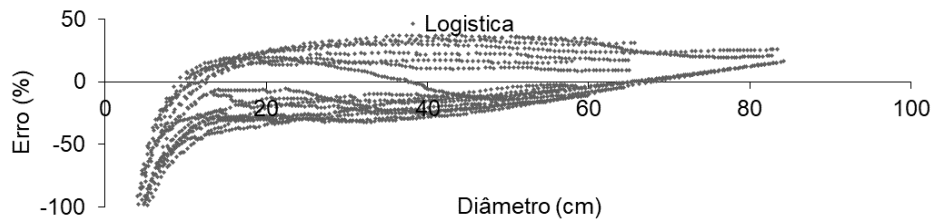
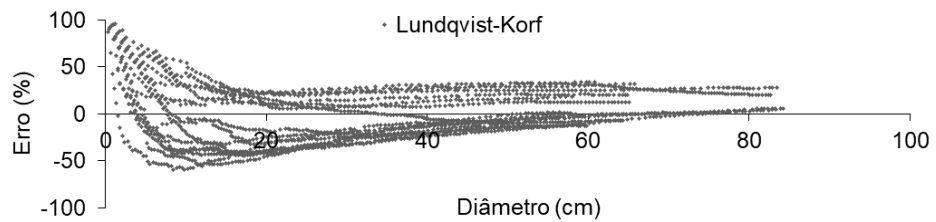
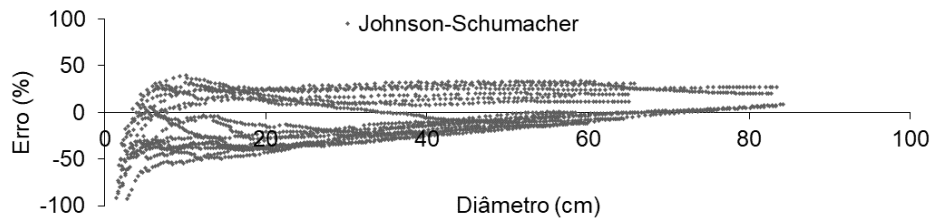
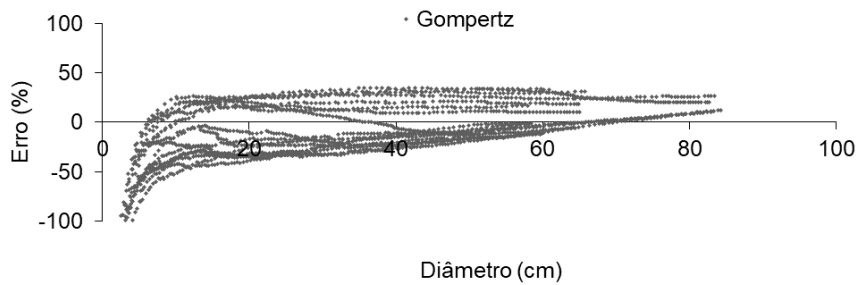


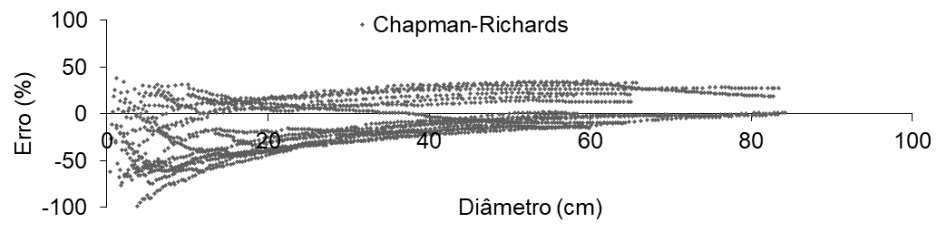
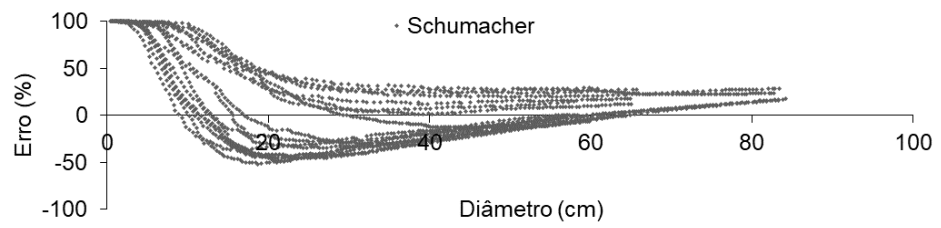
Anexo III. Resíduos do ajuste das equações de crescimento para *Couratari stellata*, UPA 05 da Flona do Jamari, RO.





Anexo IV. Resíduos do ajuste das equações de crescimento para *Couratari oblongifolia*, na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT.





Anexo V. Resíduos do ajuste das equações de crescimento para *Couratari* spp em dois fragmentos da Floresta Amazônica.