

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA**

FRANCISCO JAIRO LIMA DA SILVA

**CRITÉRIOS PARA O MANEJO FLORESTAL DE *Scleronema micranthum* Ducke
(MALVACEAE) EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

Itacoatiara
2018

FRANCISCO JAIRO LIMA DA SILVA

**CRITÉRIOS PARA O MANEJO FLORESTAL DE *Scleronema micranthum* Ducke
(MALVACEAE) EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Engenharia Florestal, do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara – CESIT, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Luís Antônio de Araújo Pinto

Co-orientador: Prof. MSc. Victor Hugo Ferreira Andrade

Itacoatiara

2018

FRANCISCO JAIRO LIMA DA SILVA

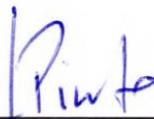
**CRITÉRIOS PARA O MANEJO FLORESTAL DE *Scleronema micranthum* Ducke
(MALVACEAE) EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA
CENTRAL**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito obrigatório para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Florestal.

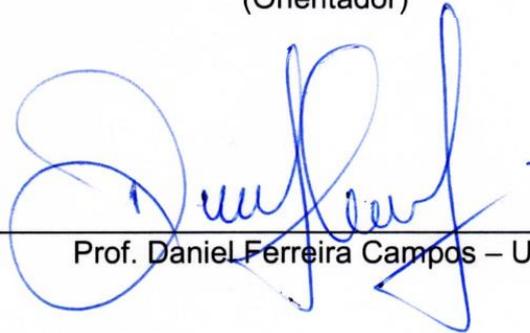
Itacoatiara-AM, 15 de junho de 2018.

Nota: 9,5

BANCA EXAMINADORA



Prof. Luís Antônio de Araújo Pinto – UEA
(Orientador)



Prof. Daniel Ferreira Campos – UEA



Prof. Victor Hugo Ferreira Andrade – UEA

Dedico:

*Aos meus pais, Francisco das Chagas Silva e
Francisca Valcilene Lima
À minha filha Larah Isabella Silva e minhas irmãs,
Gélissa Silva, Jaissa Silva e Jaiane Silva.*

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, a toda minha família pelo incentivo, estimulação nos estudos e apoio em todas as minhas decisões.

À minha melhor amiga e companheira Jessica França e minha filha Larah Isabella Silva, pelo amor, carinho e por estarem sempre ao meu lado.

A Universidade do Estado do Amazonas – UEA, pela oportunidade desta graduação.

A todos os professores do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara por todos os ensinamentos.

Ao meu orientador professor Dr. Luís Antônio de Araújo Pinto pela confiança e apoio na realização deste trabalho.

Ao meu co-orientador professor MSc. Victor Hugo Ferreira Andrade pela orientação na aplicação do método *GOL*.

À empresa COFAAM por permitir a coleta das amostras.

Ao gerente da oficina escola de marcenaria do Centro de Educação Tecnológica do Amazonas, Rugles Falcão, pelo auxílio prestado durante o preparo das amostras.

Aos meus colegas e amigos da Turma 11 pelos inesquecíveis momentos de aventura e descontração vividos durante o curso.

E a todos que no período de desenvolvimento desse trabalho não foram citados e de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica.

RESUMO

O estudo dos anéis de crescimento anual permite o desenvolvimento de modelos que definem o padrão de crescimento das espécies, estabelecendo os critérios de manejo como ciclo de corte e diâmetro mínimo de corte. O objetivo deste estudo foi estabelecer modelos de crescimento em diâmetro e volume de *Scleronema micranthum* Ducke, indicando os critérios de Manejo Florestal para esta espécie, utilizando estudos de dendrocronologia. Foram selecionadas 10 árvores de *Scleronema micranthum* e retirado um disco de cada indivíduo da base da tora. Os discos foram secos em temperatura ambiente e lixados com lixas de diferente granulometrias (36 a 1200 g/cm²), possibilitando a visualização, demarcação, contagem e medição dos anéis de crescimento. A medição da largura dos anéis de crescimento foi realizada através do software de análise de imagens, Image Pro-Plus. Para cada amostra foram medidos quatro raios no sentido medula-casca. Para verificar a sincronização da largura dos anéis de crescimento anual e gerar uma cronologia para cada árvore, foi utilizado o software TSAP-Win. A idade das árvores foi determinada pela contagem direta dos anéis de crescimento presente no lenho das árvores. Para o estudo de modelagem do crescimento foi utilizado o modelo de manejo GOL (*Growth Oriented Logging*). A espécie *Scleronema micranthum* possui anéis de crescimento anuais bem distintos, delimitados por faixas de parênquima marginal e presença de zona fibrosa no lenho tardio. A espécie apresentou idade variando de 124 a 155 anos e incremento médio em diâmetro de 0,41 cm.ano⁻¹. A espécie atingiu o incremento corrente máximo em volume na idade média de 139 anos. O diâmetro mínimo de corte específico recomendado para *Scleronema micranthum* é de 52,9 cm com ciclo de corte de 26,27 anos. Os resultados indicam que os critérios de manejo, ciclo de corte e diâmetro mínimo de corte, previsto pela legislação vigente não garantem a sustentabilidade da espécie.

Palavras-chave: Dendrocronologia, *Growth Oriented Logging*, Ciclo de Corte, Diâmetro Mínimo de Corte.

ABSTRACT

The study of annual growth rings allows the development of models that define the growth pattern of the species, establishing the management criteria as cutting cycle and minimum cutting diameter. The objective of this study was to establish growth models in diameter and volume of *Scleronema micranthum* Ducke, indicating the criteria of Forest Management for this species, using dendrochronology studies. Ten trees of *Scleronema micranthum* were selected and one disk of each individual was removed from the base of the log. The discs were dried at room temperature and sanded with sandpaper of different granulometries (36 to 1200 g/cm²), allowing visualization, marking, counting and measurement of growth rings. Growth ring width measurement was performed using image analysis software, Image Pro-Plus. For each sample, four spokes were measured in the spinal-bark direction. To verify the synchronization of the width of the annual growth rings and generate a timeline for each tree, the TSAP-Win software was used. The age of the trees was determined by the direct counting of the growth rings present in the wood of the trees. For the growth modeling study, the GOL (Growth Oriented Logging) management model was used. The species *Scleronema micranthum* has very distinct annual growth rings, delimited by bands of marginal parenchyma and presence of fibrous zone in latewood. The species presented age ranging from 124 to 155 years and mean increment in diameter of 0.41cm.year⁻¹. The species reached the maximum current increase in volume in the average age of 139 years. The specific minimum cut diameter recommended for *Scleronema micranthum* is 52.9 cm with a cut cycle of 26.27 years. The results indicate that the management criteria, cutting cycle and minimum cutting diameter, provided by current legislation, do not guarantee the sustainability of the species.

Keywords: Dendrochronology, *Growth Oriented Logging*, Cutting Cycle, Minimum Cutting Diameter.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da área de estudo.....	21
Figura 2. Distribuição das amostras para secagem em temperatura ambiente	24
Figura 3. Preparação das amostras para análise	25
Figura 4. Imagens obtidas da câmera de documentos Lumens DC 158.....	26
Figura 5. Medição dos anéis de crescimento anual no programa Image Pro-Plus	27
Figura 6. Estrutura anatômica da madeira de <i>Scleronema micranthum</i>	29
Figura 7. Relação entre o crescimento em DAP e idade dos indivíduos de <i>S. micranthum</i>	31
Figura 8. Modelo de crescimento em volume da madeira.....	32
Figura 9. Relação entre o DAP e idade de <i>Scleronema micranthum</i>	33
Figura 10. Aceite de orientação.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados Dendrométricos das Amostras de <i>Scleronema micranthum</i>	23
Tabela 2. Equação alométrica para estimar o volume	28
Tabela 3. Descrição das características dendrométricas das amostras de <i>S. micranthum</i>	30
Tabela 4. Coeficientes dos ajustes e estatística da relação DAP-idade de <i>S. micranthum</i>	31

LISTA DE SIGLAS

CAP – Circunferência a Altura do Peito (a 1,30 m do solo)

CC – Ciclo de Corte

CEMAAM – Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Amazonas

CETAM – Centro de Educação Tecnológica do Amazonas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DAP – Diâmetro a Altura do Peito (a 1,30 m do solo)

DMC – Diâmetro Mínimo de Corte

GOL – *Growth Oriented Logging*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA – Incremento Corrente Anual

IMA – Incremento Médio Anual

IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia

LPF – Laboratório de Produtos Florestais

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PMFS – Plano de Manejo Florestal Sustentável

SFB – Serviço Florestal Brasileiro

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 OBJETIVOS	14
1.1 GERAL.....	14
1.2 ESPECÍFICOS	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA.....	15
2.2 FLORESTAS DE TERRA FIRME.....	15
2.3 DESENVOLVIMENTO DAS ÁRVORES E FORMAÇÕES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO	16
2.4 DENDROCRONOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES	17
2.5 DENDROCRONOLOGIA NO MANEJO FLORESTAL.....	18
2.5.1 Growth Oriented Logging (GOL)	19
3 METODOLOGIA	21
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	21
3.2 DADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL	23
3.3 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS	24
3.4 CARACTERÍSTICA DA ESPÉCIE <i>Scleronema micranthum</i> Ducke.....	25
3.5 ANÁLISE E MEDIÇÕES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO	25
3.6 MODELAGEM DO CRESCIMENTO	27
3.7 DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE E DO CICLO DE CORTE	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA	29
4.2 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS	30
4.3 MODELO DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO	30
4.4 MODELO DE CRESCIMENTO EM VOLUME	32
CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO	40

INTRODUÇÃO

A região amazônica ocupa uma área de aproximadamente sete milhões de quilômetros quadrados, que incluem todos os estados brasileiros da região Norte e grande parte dos países vizinhos entre as Guianas e a Bolívia, sendo a região de maior diversidade biológica do mundo (RIBEIRO *et al.*, 1999).

A exploração madeireira representa uma das principais atividades econômicas desenvolvidas na Amazônia brasileira, impulsionando de forma direta a economia de dezenas de municípios da Amazônia (IMAZON; SFB, 2010).

A extração de madeira na região exige um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) baseado na Lei 12.651/ 2012, na Resolução 406/2009 e na Instrução Normativa 05/2006, fundamentado em um sistema policíclico, com ciclos de corte, baseado na função da intensidade de corte e da produtividade e diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm para todas as espécies, para quais não se estabeleceu o DMC específico.

A Instrução Normativa 05/2006 abre caminhos para modificação do manejo florestal atual, permitindo o estabelecimento de modelos específicos para cada espécie, onde o limite de diâmetro de corte é determinado a partir de critérios ecológicos e técnicos (ROSA, 2008).

Segundo Schöngart (2008), o atual modelo de exploração florestal leva a uma maior pressão sobre os recursos florestais, pois desconsidera as variações nas taxas de crescimento entre as espécies, entre diferentes habitats e ao longo dos anos. O aprimoramento do manejo de espécies tropicais indica que os tratamentos devem ser direcionados por espécies, ambiente ou região de acordo com o ritmo de crescimento e potencial de recuperação para novos ciclos (MATTOS *et al.*, 2011). Ainda segundo o autor, para otimização do manejo florestal são necessárias informações básicas sobre o crescimento e as idades das espécies. Tradicionalmente estas informações são obtidas através do monitoramento de parcelas permanentes, mas ainda são escassas, pois demandam muito tempo e recursos. Outro problema das parcelas permanentes é que frequentemente elas contêm apenas alguns indivíduos das espécies exploradas (CAHUANA; LAORRACA, 2016).

Neste cenário, a dendrocronologia, ciência que analisa os anéis de crescimento anuais das árvores e aplica as informações contidas nesses anéis em estudos ambientais, históricos, reconstrução climáticas e dinâmica de populações florestais, surge como uma ferramenta com potencial de resposta rápida para estudos de crescimento da floresta, que serve de base para o Manejo Florestal (NASCIMENTO, 2012).

O estudo dendrocronológico, permitido quando a espécie apresenta anéis de crescimentos anuais, são de suma importância para a otimização do uso da floresta, pois fornece informações indispensáveis sobre como utilizar, manejar e preservar esse recurso para o futuro (BOTOSSO; MATTOS, 2002).

A dendrocronologia vem sendo bastante utilizada, como método científico, para otimização do Manejo Florestal. A análise de sequências de anéis anuais possibilita modelar padrões de crescimento das espécies e definir especificamente restrições de manejo como ciclo de corte e diâmetro mínimo de corte (SCHÖNGART *et al.*, 2007; SCHÖNGART, 2008; ROSA, 2008; ANDRADE, 2015; ROSA *et al.*, 2016; MIRANDA *et al.*, 2017).

Segundo Schöngart (2008), o manejo florestal seria mais sustentável se as espécies individuais fossem abatidas em diferentes idades, de acordo com sua taxa de crescimento, como julgado pela técnica de manejo *Growth Oriented Logging* (GOL).

Para Mattos *et al.* (2011), o estudo dos anéis de crescimento anuais contribui com resultados de aplicação direta no manejo florestal, pois possibilita determinação do incremento e estimativa de idade, e conseqüentemente, a determinação do ponto de máximo desenvolvimento da estrutura da espécie, facilitando a determinação de diâmetro limite de corte e taxa de corte sustentável. Além de permitir o estudo da estrutura diamétrica, dinâmica (incluindo inferências sobre mortalidade e sobrevivência) em correlação e cruzamento com clima; estudos de competição; dinâmica histórica e os padrões de crescimento.

Acredita-se que é possível determinar através de estudos dendrocronológicos o diâmetro mínimo de corte e ciclo de corte para a espécie *Scleronema micranthum*.

Assim, este estudo pretendeu responder as seguintes perguntas:

“Os parâmetros técnicos exigidos pela legislação estão em consonância com os parâmetros técnicos específicos das espécies? O modelo de manejo GOL (*Growth Oriented Logging*) é apropriado para determinação dos parâmetros técnicos de diâmetro mínimo de corte e ciclo de cortes específicos para a espécie?”

1 OBJETIVOS

1.1 GERAL

Estabelecer modelos de crescimento em diâmetro e volume de *Scleronema micranthum* Ducke, indicando os critérios de Manejo Florestal para esta espécie, utilizando estudos de dendrocronologia.

1.2 ESPECÍFICOS

- Descrever e caracterizar os anéis de crescimento de *Scleronema micranthum* Ducke por meio da anatomia macroscópica da madeira;
- Avaliar o modelo de crescimento em diâmetro e volume da espécie *Scleronema micranthum* Ducke;
- Determinar as taxas de incremento corrente anual (ICA), incremento médio anual (IMA) e volume acumulado;
- Estimar o diâmetro mínimo de corte (DMC) e o ciclo de corte (CC) para a espécie *Scleronema micranthum* Ducke.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA

A floresta amazônica possui o maior reservatório natural da diversidade biológica, onde cada um de seus diferentes ambientes florestais possui um contingente florístico rico e variado (OLIVEIRA; AMARAL, 2004). O Brasil detém 65,7% do território amazônico e 58,7% do Brasil é Amazônia (HIGUCHI *et al.*, 2009). A Amazônia brasileira inclui os estados do Pará, Amazonas, Roraima, Amapá, Rondônia, Acre e parte dos estados do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão (RIBEIRO *et al.*, 1999).

A Amazônia é a região de maior biodiversidade do mundo. Algumas hipóteses relacionam eventos geoclimáticos pretéritos para explicar o grande número de espécies encontrado na região, assim como os padrões de distribuição das espécies e endemismo (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Segundo Higuchi *et al.* (2009), na floresta amazônica há em torno de 10.000 diferentes espécies de plantas, das quais 1/4 são espécies que atingem tamanho comercial. Ainda segundo este autor, os principais tipos florestais na Amazônia brasileira são: floresta de terra firme, de várzea, igapó, de mangue e campinas.

2.2 FLORESTAS DE TERRA FIRME

Na bacia amazônica brasileira as áreas cobertas com floresta densa de terra firme são de aproximadamente 3.003.000 km² (BRAGA, 1979).

A floresta de terra firme abrange cerca de 65% da região amazônica, caracterizada principalmente pela elevada riqueza e diversidade de espécies, onde abrange diferentes formações de florestas devido as variações nas condições edáficas, climáticas, relevo e tipo de solo: platô, vertente, campinarana e baixio (BRAGA, 1979; RIBEIRO *et al.*, 1999).

Os estudos estruturais e florísticos desenvolvidos na Amazônia têm demonstrado que as florestas de terra firme apresentam alta diversidade, representada por poucos indivíduos de cada espécie (BRAGA, 1979; OLIVEIRA; AMARAL, 2004).

Os solos das florestas de terra firme são constituídos geralmente por latossolos, juntamente com os podzólicos vermelhos (MACHADO, 2009). São solos ácidos, com pH elevados e pobres em nutrientes. Porém, estão cobertos por densa floresta devido a própria vegetação concentrar aos poucos os nutrientes no solo (VOLKOFF; CERRI, 1981).

As árvores das florestas de terra firme são bastante elevadas, com copas sobrepostas, que determinam em sombreamento permanente do solo; a ciclagem da matéria orgânica e dos

nutrientes é bem rápida e os processos de sucessão e regeneração da floresta é fortemente influenciado pela capacidade das plantas se desenvolverem na sombra (PIRES *apud* Leitão-Filho, 1987). O estrato superior pode alcançar 40 m, ocasionalmente 50 m, sendo que algumas árvores grandes conseguem se manter em pé com ajudas de sapopemas (HIGUCHI *et al.*, 2009).

Historicamente, as florestas de terra firme são menos utilizadas se comparadas com as florestas de várzea, devido à fertilidade dos solos e facilidade de acesso pelos rios, mas por outro lado as florestas de terra firme têm maior biodiversidade e é mais extensa (RIBEIRO *et al.*, 1999).

2.3 DESENVOLVIMENTO DAS ÁRVORES E FORMAÇÕES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

O desenvolvimento das árvores seguem em resposta as instruções genéticas hereditárias que o governam juntamente com a influência do ambiente que circunda o organismo, como precipitação, temperatura, físico-químico do solo, etc. (ROSA, 2010).

O crescimento das árvores ocorre através da atividade de um meristema apical e de um meristema lateral. O meristema apical é responsável pelo crescimento em altura e está localizado no ápice do caule. O meristema lateral, denominado câmbio vascular, está localizado entre o floema (casca) e o xilema (madeira) e é responsável pelo crescimento em diâmetro (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Na seção transversal do lenho das árvores nota-se, frequentemente, camadas concêntricas de tecidos com aspecto diferente, dispostas como anéis ao redor da medula, denominadas anéis de crescimento (CORADIN; CAMARGOS, 2002).

Os anéis de crescimento são formados porque o câmbio vascular, responsável pelo crescimento em diâmetro, não possui atividade contínua durante toda a vida da árvore, podendo haver ou reduções da atividade cambial devida às variações do clima e condições do solo (CORADIN interrupções; CAMARGOS, 2002). Em período desfavorável ao crescimento, as árvores reduzem ou interrompem a atividade cambial, sendo retomada somente durante período de condições favoráveis do ambiente. O limite entre o lenho tardio do crescimento formado no ano anterior e o lenho inicial produzido no ano corrente é definido como anel de crescimento (FRITTS *apud* ROSA, 2010).

Nas *regiões temperadas*, o curso anual da atividade cambial é influenciado pela temperatura e/ou pelo fotoperíodo. O lenho inicial forma-se no início da estação de

crescimento quando a temperatura e o fotoperíodo são favoráveis ao crescimento ativo, que coincide com a primavera e é composto por células mais curtas (LUZ, 2011). A alternância entre estes dois tipos de células formados periodicamente em climas temperados, resulta na formação de “anéis de crescimento”, tanto em espécies folhosas como resinosas (*Op. Cit.*).

Na maioria das *regiões tropicais*, as mudanças sazonais são menos pronunciadas do que em florestas temperadas. Dessa forma, durante muito tempo não se acreditava na existência de anéis de crescimento em espécies tropicais (LATORRACA *et al.*, 2015).

Os anéis anuais em espécies de regiões tropicais foram vistos primeira vez por Coster (1927), que estudou 85 espécies tropicais da ilha de Java (Indonésia). Posterior a este relato, vários estudos foram realizados para testar e comprovar a existência de anéis anuais em espécies tropicais (WORBES, 1995; WORBES, 2002).

Nos últimos anos a presença de anéis de crescimento em espécies de clima tropical vem sendo confirmada através de uma série de estudos dendrocronológicos (SCHÖNGART *et al.*, 2007; SCHÖNGART, 2008; ROSA, 2008; ROSA, 2013; ANDRADE, 2015; ROSA *et al.*, 2016; MIRANDA *et al.*, 2017).

Para várias espécies de clima tropical, estudos demonstram que os regimes estacionais de precipitação ou de inundação são apontados como um dos principais determinantes da sazonalidade de crescimento (WORBES, 2002).

Os anéis de crescimento funcionam como um arquivo, onde anualmente são registradas as condições do ambiente em que a planta vive. Estas informações são de grande relevância para infinidade de pesquisas ambientais e históricas (ROSA, 2010).

2.4 DENDROCRONOLOGIA E SUAS APLICAÇÕES

Dendrocronologia (*dendro* = árvores; *cronos* = tempo; *logos* = ciência, conhecimento) é definida como o estudo dos anéis de crescimento que possibilita a determinação da idade das árvores ou peças de madeira que podem incluir aplicações das informações registradas em sua estrutura anatômica para estudos ambientais e históricos (LOBÃO, 2011; ANDRADE, 2015).

A Dendrocronologia é uma ciência pluridisciplinar. O estudo dos anéis de crescimento pode ser aplicado em diversas áreas de pesquisa, como dendroclimatologia, dendroecologia, dendrogeomorfologia, dendrohidrologia, e etc. (ROSA, 2010; MOMOLI, 2012).

A aplicação de estudos dendrocronológicos permite a identificação do ano exato em que determinado evento – como o fogo, ataques de insetos, cicatrizes, temperaturas passadas, chuvas, entre outros – teria ocorrido, pois as árvores que se desenvolvem sob as mesmas condições climáticas e ambientais registram esses fatores através da sequência de largura dos anéis, e esses registros podem ser utilizados na obtenção de informações sobre o clima passado e como ele poderia vir a ser no futuro (ROSA, 2010).

Estudos dendrocronológicos pode ainda auxiliar para o conhecimento da biologia de espécies florestais, contribuindo para sua conservação, bem para implantação e/ou enriquecimento de novas populações (FERREIRA, 2002). Portanto, as informações obtidas através deste estudo podem ser utilizadas como estratégia de manejo florestal sustentável e também como conservação e preservação das espécies (ROSA, 2010).

2.5 DENDROCRONOLOGIA NO MANEJO FLORESTAL

O manejo florestal sustentável é essencial para a garantia de uma produção contínua de madeira e para a conservação da biodiversidade das florestas tropicais, em especial a Amazônia. A finalidade do manejo florestal sustentável é conseguir que as florestas forneçam continuamente benefícios econômicos, ecológicos e sociais, mediante um planejamento mínimo para o aproveitamento dos recursos madeireiros e não-madeireiros disponíveis (NOGUEIRA *et al.*, 2011).

Desde a década de 1990, diversos modelos de Exploração de Impacto Reduzido (EIR) têm sido praticados na Amazônia com intuito de garantir a sustentabilidade no Manejo Florestal (NOGUEIRA *et al.*, 2011). Por outro lado, pesquisadores destacam a importância de estudo do crescimento das espécies para o cálculo de taxa de corte sustentável (SCHÖNGART *et al.*, 2007; SCHÖNGART, 2008).

A Resolução 406/2009 – CONAMA estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Nessa resolução é determinado o ciclo de corte inicial de no mínimo 25 anos e de no máximo 35 anos para o PMFS que prevê a utilização de máquinas para o arraste de toras e de, no mínimo, 10 anos para o PMFS que não utiliza máquinas para o arraste de toras, e ainda, o DMC de 50 cm para todas as espécies, para as quais ainda não se estabeleceu o DMC específico (MMA, 2009).

A Instrução Normativa 05/2006 – IBAMA, que também trata dos critérios para a implementação do PMFS Amazônia Legal, determina que o DMC será estabelecido por

espécie comercial manejada, mediante estudos, que observem as diretrizes técnicas e ecológicas disponíveis. Pode o órgão ambiental competente adotar DMC por espécies quando dispuser de estudos técnicos realizados na região do PMFS, por meio de notas técnicas.

Para garantir a produção sustentável é necessária a fixação de um tamanho ótimo de CC e DMC para se atingir uma distribuição diamétrica e uma composição de espécies adequadas aos propósitos do manejo, de modo a permitir a regeneração, o crescimento e o desenvolvimento prioritariamente de árvores de valor comercial (SOUZA *et al.*, 2004).

Braz *et al.* (2012) sugerem que para garantir a sustentabilidade da produção florestal, os parâmetros técnicos do manejo florestal, ciclo de corte e diâmetro mínimo de corte, devem ser diferenciados por grupo de espécies de mesmo ritmo de crescimento.

Nesse sentido, a dendrocronologia apresenta um diferencial para a melhoria das propostas de manejo em florestas tropicais. Os dados de crescimento das espécies com potencial de exploração, por meio do estudo dos anéis de crescimento servem de base para determinação de CC e DMC específico por espécie (OLIVEIRA, 2014).

Estudos demonstram que existem diferenças nas taxas de incremento em diâmetro e volume da madeira, refletindo em diferentes CC e DMC para as espécies (ROSA, 2008). Schöngart *et al.* (2008) verificou correlação entre a densidade da madeira e a idade da espécie para atingir o DMC. Segundo o autor, espécies de madeira branca atingem o DMC de 45 cm entre 13 e 60 anos, enquanto as espécies de madeira pesada precisam de 95 a 140 anos (*Op. Cit.*). O autor estima o DMC e CC por espécies a partir das taxas de ICA e IMA de Volume. Este método, denominado de *GOL* possibilita estimar o período de extração para as espécies florestais o que permitem definir especificamente restrições de manejo como CC e DMC (*Op. Cit.*).

Atualmente, este modelo de manejo, denominado *GOL*, vem sendo utilizado por diversos pesquisadores para obtenção de DMC e CC específico por espécie (ANDRADE, 2015; ROSA *et al.*, 2016; MIRANDA *et al.*, 2017).

2.5.1 Growth Oriented Logging (GOL)

A exploração florestal sem planejamento, realizada de maneira intensiva e seletiva, tem transformado as florestas de elevado estoque de madeira e valor comercial em florestas degradadas, de baixo valor comercial e de difícil recuperação (CARIELLO, 2008). Ainda segundo este autor, a falta de planejamento e de mão-de-obra especializada geram problemas ambientais e econômicos (*Op. Cit.*). Além disso, os solos são severamente perturbados por

não existir uma análise da melhor forma de construir as trilhas de arraste, estradas de acesso e pátios na área de exploração (*Op. Cit.*).

Visando o desenvolvimento de um manejo florestal mais sustentável, Schöngart (2008) desenvolveu a técnica de manejo *Growth Oriented Logging* (GOL), que utiliza a análise dos anéis de crescimento para determinar o *ciclo de corte* e o *diâmetro mínimo de corte* por espécies. Essa técnica leva em consideração as diferenças observadas no crescimento de espécies comerciais, tendo como base as taxas de crescimento arbóreo, a partir da análise dos anéis anuais na madeira (SCHÖNGART, 2008).

Na modelagem GOL as larguras dos anéis anuais são medidas para construir curvas de crescimento de diâmetro cumulativo individual e médio para a espécie, descrevendo a relação Idade/DAP, ajustada por uma função sigmoideal (SCHÖNGART *et al.*, 2007; SCHÖNGART, 2008; ROSA *et al.*, 2016).

O crescimento em altura das espécies é estimado pela relação entre DAP/altura da árvore adaptada a uma regressão não-linear (SCHÖNGART *et al.*, 2007; SCHÖNGART, 2008).

O modelo de crescimento de volume é a base para determinação de critérios de manejo das espécies comerciais em termos de diâmetros mínimos de corte e ciclos de corte, de acordo com o conceito GOL (SCHÖNGART, 2008).

O Incremento Corrente Anual (ICA) consiste no crescimento de volume em um período de um ano e o Incremento Médio Anual (IMA) se refere ao crescimento médio por ano até certa idade são utilizadas como parâmetros para determinar o ponto ideal de abate das espécies (ROSA *et al.*, 2016).

Para atingir a produção de um volume ideal, aproveitando o potencial de crescimento sem esgotar o recurso, uma árvore explorada deve estar entre o máximo ICA e o máximo IMA (SCHÖNGART, 2008). Desta forma, colheita antes da idade máxima de ICA não garante o uso eficiente, enquanto a colheita após o IMA máximo significa que as árvores já passaram a idade de rotação economicamente otimizada (ROSA *et al.*, 2016).

O modelo de manejo GOL define o Diâmetro Mínimo de Corte (DMC) para a espécie no diâmetro em que ocorre o máximo incremento corrente em volume derivado pela relação Diâmetro/Idade (SCHÖNGART, 2008). O Ciclo de Corte (CC) é calculado pelo tempo médio que as espécies levam para passar por classes diamétricas de 10 cm de diâmetro até chegar ao DMC específico (SCHÖNGART *et al.*, 2007; SCHÖNGART, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada no município de Itacoatiara, no Estado do Amazonas, no imóvel denominado “Fazenda Jatobá II”, localizada no km 190, à margem esquerda da rodovia estadual AM-010 (Figura 1). A área encontra-se sob regime de Manejo Florestal Sustentável.

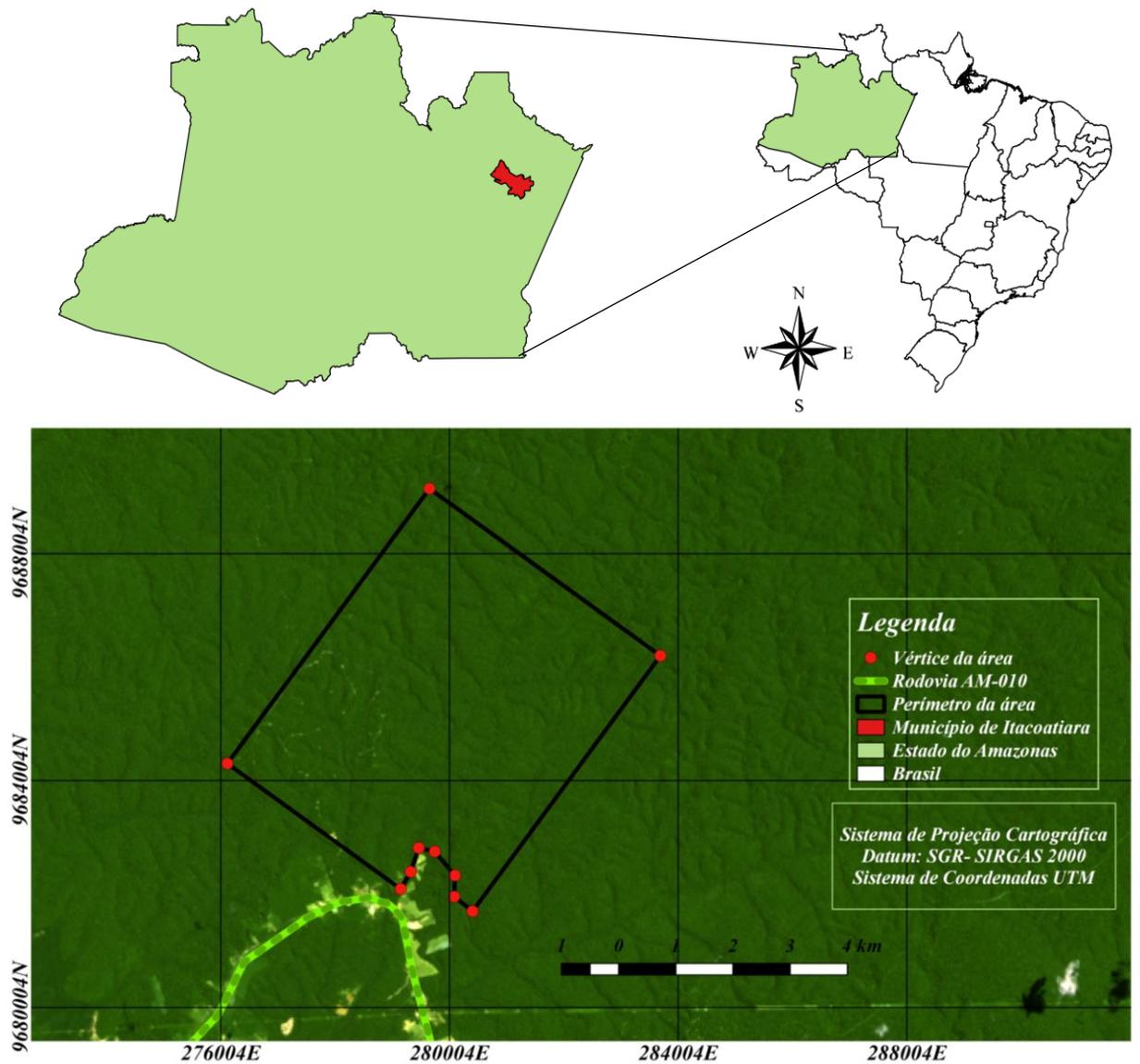


Figura 1. Localização da área de estudo. Imagem Landsat 8/OLI/Set. 2017.

3.1.1 Clima

Segundo classificação do IBGE (1990), o tipo climático da área de estudo é o “equatorial quente e úmido”, com um a dois meses secos no ano. A temperatura média é de 26°C, com pequena amplitude térmica, e a umidade relativa é sempre superior a 80%. A pluviosidade é elevada, variando de 2.050 mm a 2.250 mm ao ano.

3.1.2 Geomorfologia

A propriedade encontra-se na sub-região de baixos platôs da Amazônia, lado sul da Sinéclise do Amazonas, que acompanha a margem direita do rio Amazonas. Esta parte da unidade morfoestrutural foi mapeada a partir do paralelo de 04°00’S” e prolonga-se além dos 60°00’W (ARRUDA, 2012).

Os rios Urariá Madeirinha ou Autaz-Açú, Madeira, Tapajós e o “furo” Urariá são os principais exemplos da drenagem na unidade morfoestrutural, com direção SW-NE. A direção seguida pelos rios Maués-Açú e Mamuru é SW-N. De acordo com os padrões de drenagem, a drenagem regional é predominantemente subdendrítica (IBGE, 1990).

Segundo Arruda (2012), a região é servida por pequenos igarapés, sendo o principal igarapé o *Tucunarezinho* (perene). Os demais cursos d’água são intermitentes, diminuindo ou secando na estação de vazante (de junho a novembro), tendo seus volumes de água aumentados no período de inverno (de dezembro a maio), quando o volume de chuvas é maior.

3.1.3 Solos

A litologia sedimentar cretáceo-terciária da Formação Barreiras (ou Formação Alter do Chão) se alonga pela área de estudo. O predominante é o Latossolo Amarelo Distrófico “A”, moderado, com textura argilosa. Há ocorrência também de Neossolo Flúvico (SILVA, 2003) e Espodossolo cárbico hidromórfico (FALESI *et al. apud* IBGE, 1990).

3.1.4 Vegetação

A vegetação localizada às margens da rodovia AM-010 é típica da região amazônica, caracterizada pela presença de duas formações florestais bem definidas: a) Floresta Ombrófila Densa (Floresta Equatorial Subperenifólia); e b) Floresta Equatorial Higrófila de Várzea (EMBRAPA *apud* SILVA, 2003).

3.2 DADOS DO INVENTÁRIO FLORESTAL

O inventário florestal realizado na área de estudo foi do tipo censo (100%), onde foram obtidas informações de árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 40 cm. No total foram inventariados 14.608 indivíduos distribuídos em 102 espécies, 79 gêneros e 31 famílias.

A espécie mais frequente observada no inventário foram *Pouteria caimito* (Ruiz Pav.) Radlk, *Eschweilera pedicellata* (Rich.) S. A. Mori, *Lecythis idatimon* Aubl., *Cariniana decandra* Ducke, *Couepia leptostachya* Benth. ex Hook. f., *Scleronema micranthum* Ducke, *Ocotea neesiana* (Miq.) Kosterm, *Goupia glabra* Aubl., *Brosimum parinarioides* Ducke, *Vantanea parviflora* Lam.

Foram obtidos dados da circunferência à altura do peito (CAP) com uso de fita métrica, que posteriormente foram transformados em DAP (Tabela 1).

Tabela 1
Dados Dendrométricos das Amostras de
Scleronema micranthum

Árvore	DAP (cm)
1	60,5
2	60,5
3	57,3
4	63
5	54,8
6	54,0
7	51,9
8	58,6
9	53,5
10	53,2

3.3 COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS PARA ESTUDOS DENDROCRONOLÓGICOS

A espécie selecionada para o presente estudo – *Scleronema micranthum* Ducke (Cardeiro) – apresenta importância comercial, sendo explorada na região através do Manejo Florestal.

As amostras foram coletadas no pátio de estocagem de toras da “Fazenda Jatobá II”. Foram selecionadas 10 árvores, onde se buscou amostrar o maior número possível de classes diamétricas inventariados.

Foram amostrados indivíduos com diâmetro de 51,9 cm a 63,0 cm. As coletas foram realizadas em forma de disco, retiradas da base do tronco das árvores de *Scleronema micranthum*. Posteriormente, as amostras de discos foram transportadas para a oficina escola de marcenaria do Centro de Educação Tecnológica do Amazonas – CETAM, onde foram submetidas à secagem em temperatura ambiente, para evitar rachaduras (Figura 2).

Após a secagem, retirou-se baqueta dos discos (20 a 25 cm de largura), preservando o centro do disco (medula) e o comprimento de acordo com o tamanho do raio da amostra. Em seguida, as amostras foram submetidas ao processo de nivelamento da superfície, utilizando máquina plainadeira, seguido de polimento sucessivo com lixas de diferentes granulometrias (36 a 1200 g/cm²) até a visualização e demarcação dos anéis de crescimento (Figura 3).



Figura 2. Distribuição das amostras para secagem em temperatura ambiente.

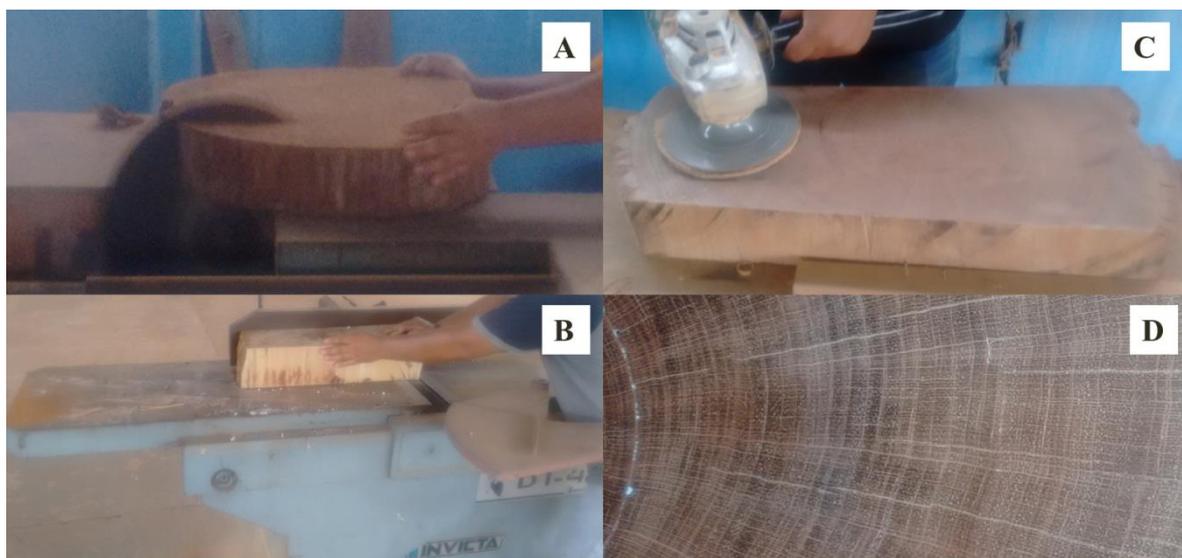


Figura 3. Preparação das amostras para análise. A – esquadrejamento, B – nivelamento da superfície, C – polimento e D – amostras com anéis visíveis.

3.4 CARACTERÍSTICA DA ESPÉCIE *Scleronema micranthum* Ducke

A espécie *Scleronema Micranthum* Ducke, conhecida vulgarmente na Amazônia brasileira como “cardeiro, cedrinho, cedro bravo ou envira de cotia”, pertence à família Malvaceae, sendo nativa da floresta Amazônica (LEITÃO-FILHO, 2015). É uma árvore de médio a grande porte, podendo atingir 40 m de altura e 70 cm de diâmetro (MIRANDA, 2002). Possui folhas simples e alternas. Os frutos são grandes, globosas e rugosas, contendo três sementes por fruto (RIBEIRO *et al.*, 1999). É uma espécie frequentemente encontrada em todos os ambientes da floresta amazônica (MIRANDA, 2002).

A sua madeira é considerada moderadamente pesada (0,70 a 0,75 g/cm³) e amplamente utilizada para construção civil e naval, móveis, laminados, compensados, entre outros (FREITAS, *et al.*, 1992).

Quanto às características da madeira, a espécie *Scleronema micranthum* possui cerne/alburno, distinto pela cor. Cerne castanho-claro lustroso, alburno amarelo-claro; grã direita, textura média; cheiro e gosto indistinto, sendo uma madeira fácil de trabalhar, recebendo bom acabamento (FREITAS *et al.*, 1992). Ainda segundo os autores, a espécie apresenta camadas de crescimento aparentemente demarcadas por zonas fibrosas mais escuras e, pelo parênquima marginal.

3.5 ANÁLISE E MEDIÇÕES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

A caracterização anatômica dos anéis de crescimento foi realizada seguindo a classificação descritas por Worbes (2002).

A identificação e delimitação dos anéis de crescimento foram feitas com o auxílio de imagens do microscópio da câmera de documentos Lumens.

A análise macroscópica da estrutura da madeira foi realizada a partir de fotografias obtidas utilizando-se câmera de documentos Lumens (Figura 4).

A descrição anatômica macroscópica da estrutura da madeira foi realizada utilizando as considerações de literatura especializada (ZENID; CECCANTINI, 2007; BOTOSSO, 2009) e através do programa *Intkey* desenvolvido pelo LPF do SFB.

Para as análises dendrocronológicas foram analisados para cada amostra quatro raios. A largura foi medida perpendicularmente aos anéis no sentido medula-casca.

As medições da largura dos anéis de crescimento, e determinação de incremento de diâmetro foram gerados através do software de análise de imagens, Image Pro-Plus (Copyright © 1993-2001 Media Cybernetics, Inc) (Figura 5).

Os dados de larguras dos anéis foram interpretados pelo programa TSAP-Win, software específico para análise de anéis de árvores que possibilita encontrar a posição correta no tempo. Através desse programa foi obtida a cronologia de cada árvore para estudo do crescimento.

A análise de séries temporais de anéis de árvores forneceu dados da idade das árvores feita pela contagem direta dos anéis de crescimento anuais.

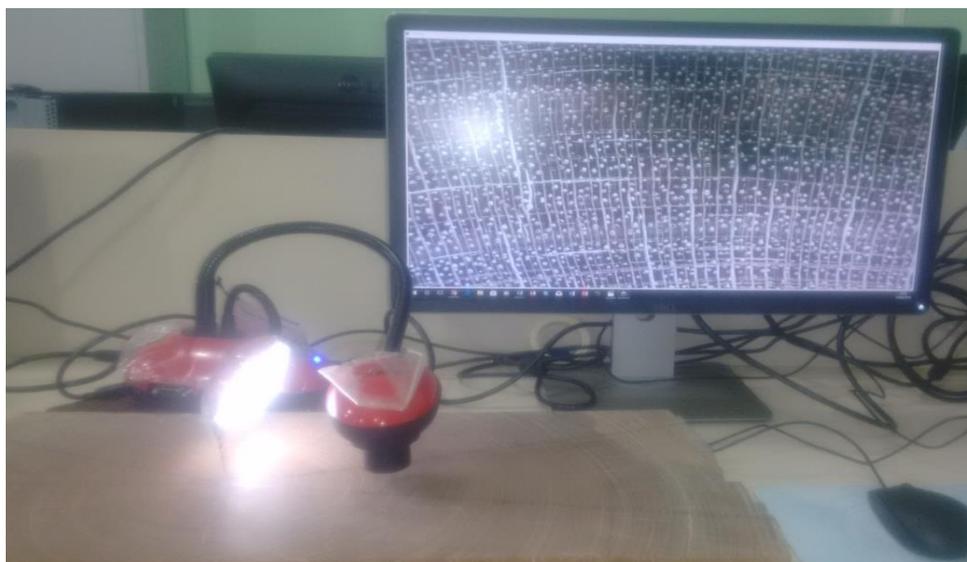


Figura 4. Imagens obtidas da câmera de documentos Lumens DC 158.

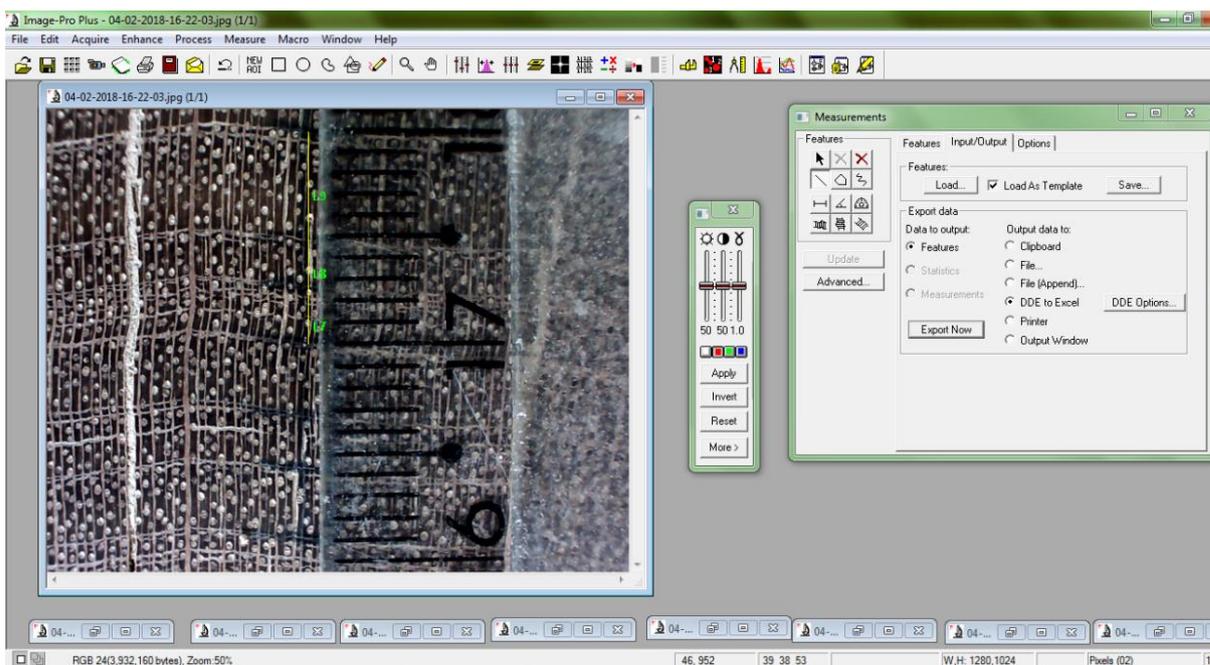


Figura 5. Medição dos anéis de crescimento anual no programa Image Pro-Plus.

3.6 MODELAGEM DO CRESCIMENTO

Para o estudo de modelagem do crescimento da espécie foi utilizado o modelo de manejo desenvolvido por Schöngart (2008) denominado *Growth Oriented Logging* (GOL), que tem como base o critério específico por espécie, definindo diâmetros de corte e ciclos de corte.

Para aplicação do modelo GOL, dados de medição da largura dos anéis foram utilizados para construção de curvas cumulativas individuais em diâmetro para a espécie, elaboradas com base nas medições do incremento corrente em diâmetro e relacionadas com o DAP medido em campo (SCHÖNGART, 2008) e uma curva média, descrevendo a relação entre DAP e idade (ROSA, 2008).

A curva média do diâmetro foi calculada e ajustada por meio de modelo de regressão sigmoidal pela equação (1), de acordo com os métodos propostos por Schöngart *et al.* (2007) e Schöngart (2008).

$$DAP = \frac{a}{1 + \left(\frac{b}{idade}\right)^c} \quad (1)$$

Onde: *DAP* é o diâmetro a 1,3 m do solo (cm) e *a*, *b* e *c* são coeficientes obtidos no ajuste da regressão sigmoidal.

Para a determinação do volume foi utilizado o modelo volumétrico desenvolvido para espécies de florestas de terra firme (Tabela 2).

Tabela 2
Equação alométrica para estimar o volume.

Equação	Modelo	R ²	Referência
1	$V = 0,000789 d^{2,022504}$	0,97	Husch (1972)

Onde: V é o volume (m³) e d o diâmetro a 1,3 m do solo (cm).

As taxas de Incremento Corrente Anual (ICA) e o Incremento Médio Anual (IMA) em diâmetro e volume foram derivadas do Crescimento Cumulativos (CrC) em diferentes anos. Para tal, foram utilizadas as equações 2 e 3:

$$ICA = CrC_{(t+1)} - CrC_{(t)} \quad (2)$$

Onde: ICA é o Incremento corrente anual em diâmetro e volume; CrC o Crescimento cumulativo à diferentes anos; e t Idade num determinado ano.

$$IMA = \frac{CrC}{t} \quad (3)$$

Onde: IMA é o Incremento médio anual para volume; CrC o Crescimento cumulativo até uma determinada idade t e t a Idade num determinado ano.

3.7 DEFINIÇÃO DO DIÂMETRO MÍNIMO DE CORTE E DO CICLO DE CORTE

O Diâmetro Mínimo de Corte (DMC), conforme estabelecido pelo modelo GOL, foi definido na idade com a maior taxa de incremento corrente anual em volume (ICA) por meio da equação (2). A partir da definição do DMC foi obtido o Ciclo de Corte (CC), calculado pelo tempo médio que a espécie leva para passar da classe diamétrica de 10 cm até atingir o DMC específico (equação (4)) (SCHÖNGART, 2008).

$$CC = \frac{idade(DMC)}{DMC \times 0,1} \quad (4)$$

Onde: CC é o Ciclo de corte (anos); DMC o Diâmetro mínimo de corte (cm); $0,1$ = Classes de 10 cm.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA

A espécie *Scleronema micranthum* possui anéis de crescimento anual bem distintos, facilitando o estudo dendrocronológico da espécie. As características anatômicas que delimitam os anéis de crescimento anual são: (1) faixas de parênquima marginal e (2) presença de zona fibrosa no lenho tardio (Figura 6).

O relato da possível presença de camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas mais escuras e pelo parênquima marginal mencionado por Freitas, *et al.* (1992) é confirmado através deste estudo.

A distinção dos anéis de crescimento anual diminui à medida que se aproxima da medula devido a redução da largura dos anéis, porém essa característica também mencionada por Rosa (2008) e Andrade (2015), não inviabiliza as análises dendrocronológicas.

A presença de falsos anéis foi observada nas árvores de *Scleronema micranthum*. Entretanto este problema foi solucionado observando a continuidade dos anéis de crescimento ao longo dos raios nos discos.

A descrição da estrutura anatômica e delimitação dos anéis de crescimento anual são de suma importância para realização das análises dendrocronológicas, permitindo o estudo do crescimento das espécies e, conseqüentemente a determinação de critérios de manejo florestal ao nível de espécie, garantindo a sustentabilidade dos recursos madeireiros (ROSA *et al.* 2016).

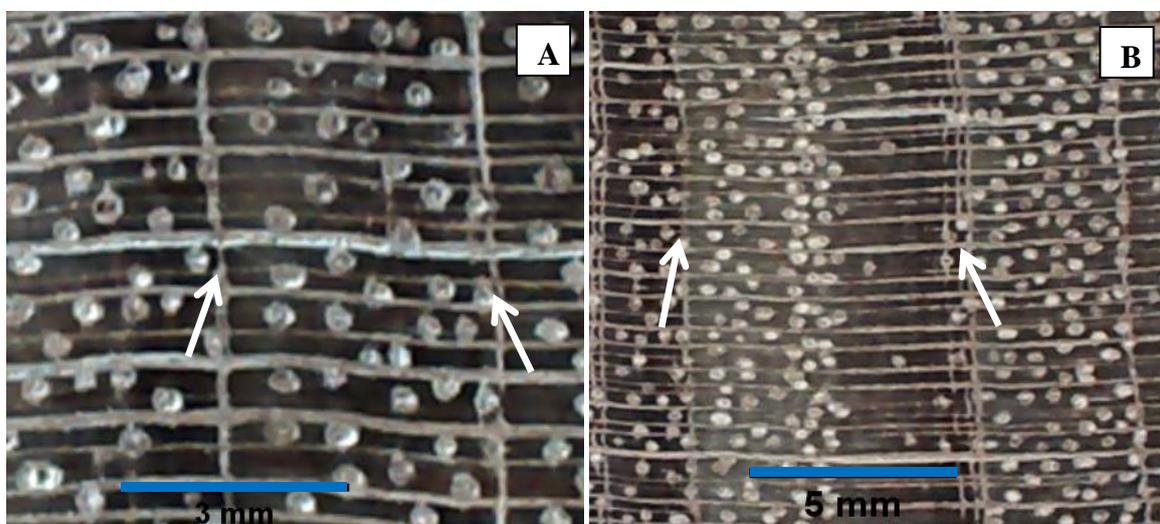


Figura 6. Estrutura anatômica da madeira de *Scleronema micranthum*. A – Anéis de crescimento delimitado pelo parênquima marginal (barra = 3 mm) e B – maior presença de zona fibrosa no lenho tardio (barra = 5 mm).

Quanto a descrição das demais estruturas anatômicas visualizadas na seção transversal do lenho da árvore de *Scleronem micranthum*, a espécie apresenta vasos visíveis a olho desarmado; com formato circular a oval. O parênquima axial paratraqueal vasicêntrico e em faixas marginais, e raios distinto a olho desarmado.

4.2 DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS

Na tabela 3 são descritas as características dendrométricas da espécie. Verifica-se que a idade dos indivíduos estudados variou de 124 a 155 anos e o incremento médio em diâmetro foi de 0,41 cm.ano⁻¹.

Tabela 3. Descrição das características dendrométricas das amostras de *S. micranthum*.

Variáveis	<i>Scleronema micranthum</i>			
	Mínimo	Média	Máximo	S
Idade (anos)	124	138,8	155	11,83
DAP (cm)	51,9	56,73	63	3,78
Incremento diamétrico (cm.ano ⁻¹)	0,35	0,41	0,48	0,04

S = desvio-padrão da amostra.

Dias (2009) avaliou crescimento em diâmetro de *Scleronema micranthum* em uma floresta de terra firme da Amazônia brasileira e encontrou resultados semelhantes a este estudo, com incremento médio em diâmetro de 0,43 cm.ano⁻¹.

Informações da idade e taxa de crescimento são de grande importância para o manejo florestal. Essas informações são utilizadas para determinação dos ciclos de corte, do regime de desbaste e das estimativas dos cortes e dos volumes admissíveis para uma exploração sustentável (BOTOSSO; MATTOS, 2002; SCHÖNGART, 2008; ROSA, 2008; ANDRADE, 2015). Essas informações ainda são utilizadas na ecologia para os estudos de dinâmica de população, desenvolvimento e produtividade de ecossistemas (BOTOSSO; MATTOS, 2002).

4.3 MODELO DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO

As trajetórias de crescimento cumulativo em diâmetro mostraram diferenças intraespecíficas (Figura 7). A variação do crescimento em árvores da mesma espécie é natural em ambientes de florestas nativas tropicais. Essas variações ocorrem devido às diferenças ambientais e fatores genéticos característicos de cada indivíduo (MIRANDA *et al.*, 2017). Por

outro lado, a variação encontrada nos indivíduos, não impede a modelagem do crescimento, pois ao nível das espécies ocorre uma relação bastante significativa entre idade e DAP (SCHÖNGART, 2008; ROSA, 2008).

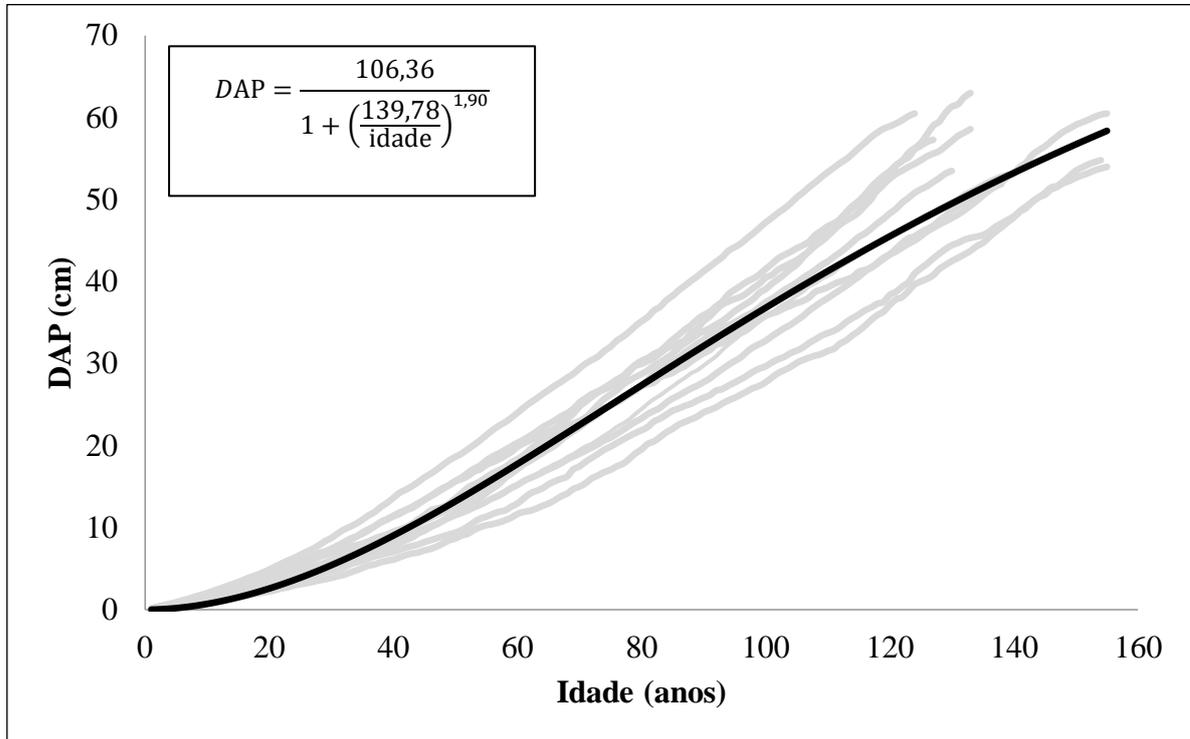


Figura 7. Relação entre o crescimento em DAP e idade dos indivíduos de *S. micranthum*. Linhas cinza representam o crescimento individual de cada amostra; linha preta representa o crescimento médio da espécie ajustado pelo modelo.

A espécie atingiu 50 cm de DAP com idade média de 126,5 anos, com desvio-padrão de 12,96.

Na tabela 4 são apresentados os valores dos ajustes da relação DAP-idade. A espécie apresentou correlação significativa ($r=0,97$ e $p<0,001$).

Tabela 4. Coeficientes dos ajustes e estatística da relação DAP-idade de *S. micranthum*.

Espécie	Equação	$r(p<0,001)$
<i>S. micranthum</i>	$DAP = (106,36 / 1 + (139,78 / idade)^{1,90})$	0,97

r = Coeficiente de correlação; p = Nível de significância.

4.4 MODELO DE CRESCIMENTO EM VOLUME

A partir da curva de crescimento em diâmetro (DAP) foi possível construir curvas de crescimento em volume de madeira, utilizando-se a equação de volume desenvolvida por Husch (1972).

O modelo de crescimento em volume possibilitou aplicar o modelo GOL (SCHÖNGART, 2008). O período ótimo de corte das árvores é o ponto onde o incremento em volume corrente é máximo (ICA máximo) (Figura 8).

A espécie apresentou maiores taxas de incremento em volume ao atingir uma idade de 139 anos. Nesta idade a espécie indica um DAP de 52,9 cm, sendo esse o diâmetro mínimo de corte obtido para *Scleronema micranthum* (Figura 9), com o volume de 2,41 m³.

O CC estimado pelo tempo médio para a passagem de classes de 10 cm de diâmetro, até atingir o DMC obtido de aproximadamente 52,9 cm foi de 26,27 anos.

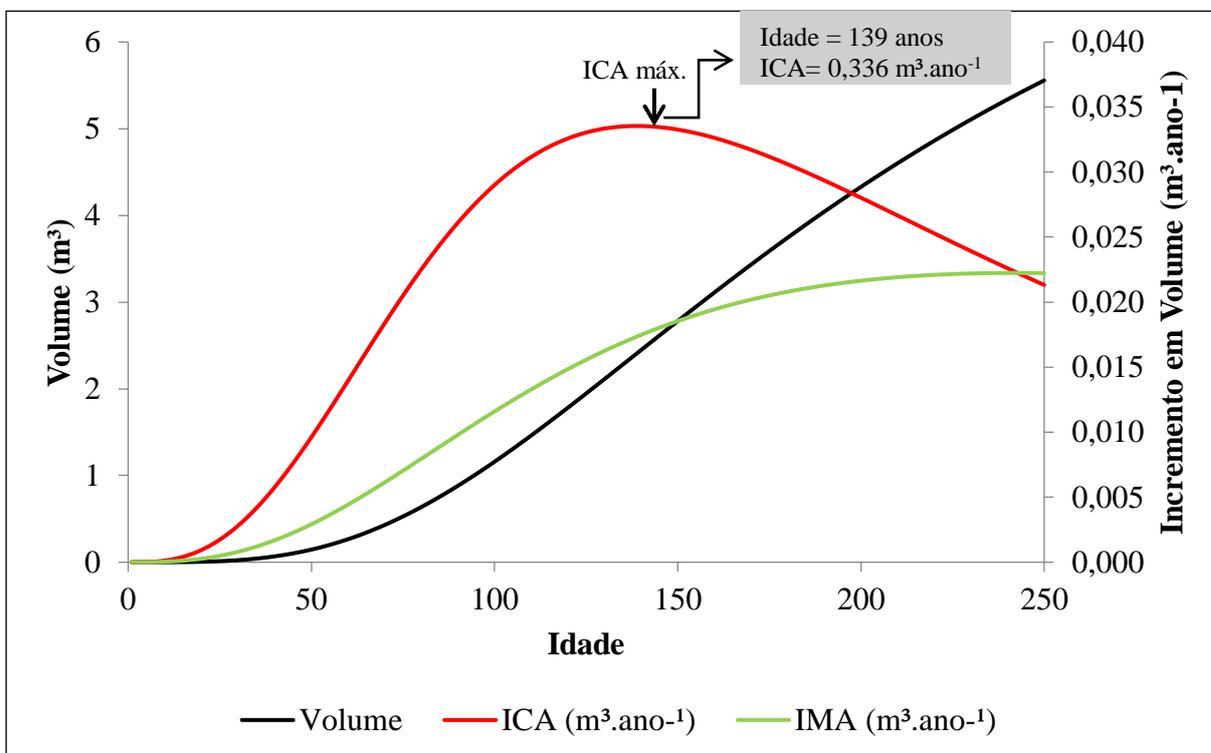


Figura 8. Modelo de crescimento em volume da madeira. Crescimento cumulativo em volume (linha escura), incremento corrente do volume (linha vermelha) e incremento médio em volume (linha verde). A seta escura indica o ponto máximo do incremento corrente em volume da espécie.

Os resultados indicam que os DMC de 50 cm exigidos pela legislação atual no Estado do Amazonas (resoluções 007/2011 – CEMAAM e 17/2013 – CEMAAM) não estão

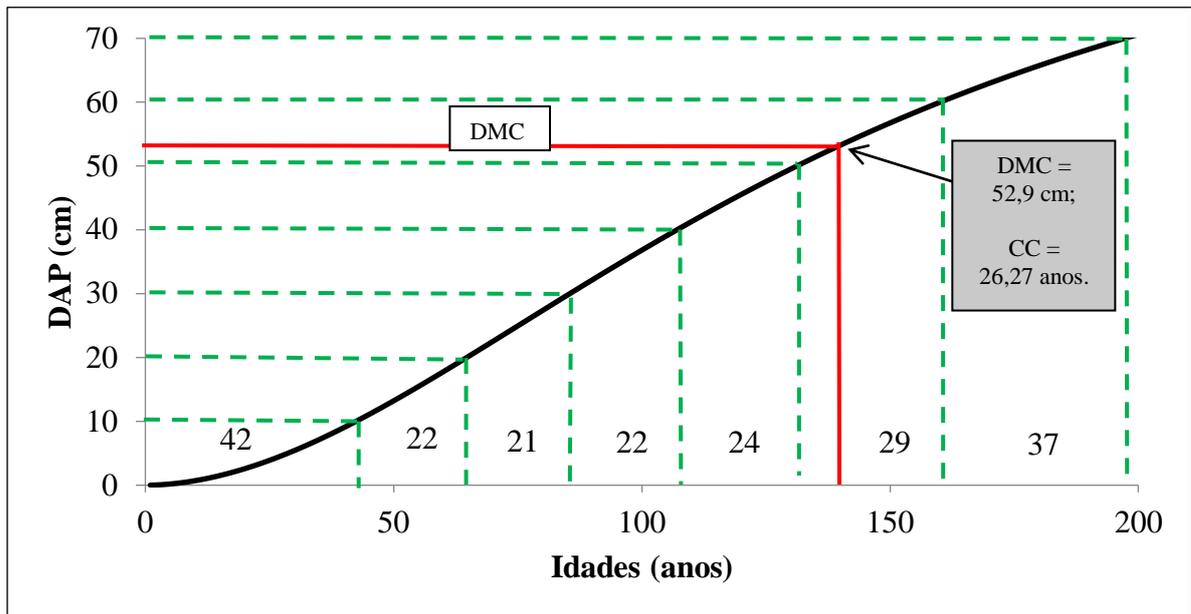


Figura 9. Relação entre o DAP e idade de *Scleronema micranthum*. A linha preta contínua representa o DAP (cm) acumulado. Os valores entre as linhas tracejadas representam o tempo real que a espécie necessitou para atingir classe de 10 cm de DAP. A linha vermelha representa o DMC.

em consonância com os parâmetros técnicos específicos para a espécie *Scleronema micranthum* de acordo com o método de manejo GOL.

Outros autores, também aplicando o modelo de manejo GOL, encontraram valores de DMC e CC específicos para espécies de florestas de terra firme acima do previsto pela legislação vigente (PINTO, 2012, ANDRADE, 2015). Pinto (2012) recomenda o DMC de 63,4 e CC de 47 anos para espécie *Manilkara huberi*. Andrade (2015) recomenda para *Hymenaea courbaril* e *Handroanthus serratifolius* o DMC de 62,6 cm e 67,4 cm, respectivamente, com CC de 24 anos para *H. courbaril* e 26 anos para *H. serratifolius*.

As diferenças nas taxas de incremento em diâmetro e volume e, conseqüentemente, no DMC e CC entre as espécies tropicais, mostram claramente que os sistemas policíclicos, que somente aplica um DMC e CC para todas as espécies, não pode ser considerado sustentável (SCHÖNGART, 2008; PINTO, 2012; ANDRADE, 2015).

Segundo Schöngart (2008), para garantir uso eficiente dos recursos madeireiros, planos específicos de manejo das espécies ou pelo menos grupos de espécies madeireiras tem que ser elaborados.

O estudo de análises de anéis de crescimento anuais, particularmente a utilização do modelo GOL, se mostrou uma importante ferramenta, possibilitando estabelecer de forma rápida os critérios de manejo, DMC e CC, para a espécie *Scleronema micranthum*, podendo também ser utilizadas para as demais espécies manejadas que possuam potencial para estudo dendrocronológicos.

O modelo GOL representa um avanço para garantir o manejo dos recursos madeireiros, podendo ser utilizado para melhorar os manejos florestais de terra firme da Amazônia Central, aplicando o manejo adequado para as espécies garantindo com isso a sustentabilidade (PINTO, 2012).

Estudos aplicando o modelo GOL, desenvolvidos no âmbito do projeto INPA/Max Planck (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e sociedade Max Planck), foram utilizados para melhorar o manejo florestal de várzea no Estado do Amazonas (Rosa *et al.*, 2016).

Schöngart (2008), aplicando o modelo GOL em espécies de várzea, verificou a existência de uma correlação entre a densidade da madeira e a idade da espécie ao atingir o DMC. Segundo o autor, espécies de baixa densidade atingem o DMC entre 13 e 60 anos, enquanto as espécies de alta densidade precisam de 95 a 140 anos. Isso ocorre porque espécies com densidade alta crescem mais lentamente (DIAS, 2009).

Segundo Rosa (2008) espécies de baixa densidade, com taxas de crescimento rápido, podem alcançar o DMC antes do estabelecido pela legislação vigente, enquanto que espécies de alta densidade levam maior tempo para atingir a mesma medida padrão.

Para Rosa *et al.* (2016), a colheita das árvores antes das mesmas atingirem o DMC e CC específicos definidos a partir da idade de máximo incremento em volume é uma prática insustentável. Para Pinto (2012), o DMC e o CC aplicado uniformemente para todas as espécies tornam o manejo ineficiente e não garantem a sustentabilidade dos recursos madeireiros.

O DMC estabelecido na idade de máximo incremento em volume possibilita ganhos significativos para a espécie, pois a partir deste momento a espécie diminui o seu crescimento com tendência a senescência (ANDRADE, 2015). Além disso, a derruba das árvores quando as mesmas atingem sua produção ótima, possibilita o aproveitamento máximo de recurso bem como a permanência de indivíduos em idade reprodutiva e conseqüentemente reposição dos estoques desta espécie (ROSA 2008; MIRANDA *et al.*, 2017).

Segundo Leitão (2015), a espécie *Scleronema micranthum* apresenta um padrão de distribuição diamétrica do tipo “J” invertido. Espécies com esses padrões de distribuição têm alto potencial para substituir árvores exploradas, mantendo a capacidade produtiva para o próximo ciclo de corte (MIRANDA *et al.*, 2017). Os sistemas policíclicos são recomendados para o manejo de espécies com esse padrão de distribuição de classe diamétrica (SCHÖNGART, 2008).

CONCLUSÕES

Scleronema micranthum apresenta anéis anuais de crescimento distintos, possibilitando modelar padrões de crescimento em diâmetro e volume, e, conseqüentemente, definir critérios específicos para o manejo da espécie.

A dendrocronologia se mostrou uma ferramenta útil na aplicação de modelos de crescimento com intuito de indicar critérios de manejo florestal para garantir a sustentabilidade do uso dos recursos florestais.

O modelo de manejo GOL se mostrou apropriado para determinação do DMC e CC específico para a espécie *Scleronema micranthum*, mostrando que esse método pode ser aplicado para as demais espécies tropicais que possuam potencial para estudo dendrocronológico.

A espécie *Scleronema micranthum* atingiu o DMC e CC acima do previsto pela legislação vigente no estado do Amazonas. Isto aponta que o atual modelo de exploração que determina DMC e CC único para todas as espécies, não garantem a manutenção dos estoques de madeira na floresta para explorações subsequentes.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. H. F. **Modelos de crescimento para *Hymenaea courbaril* L. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O Grose em floresta de terra firme utilizando análise de anéis de crescimento.** Curitiba: UFPR, 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, 2015
- ARRUDA, A. M. R. **Projeto de Manejo Sustentável Maior Impacto de Colheita JATOBÁ II.** Itacoatiara, AM: [s. ed.], 2012.
- BOTOSO, P. C.; MATTOS, P. P. **Conhecer a idade das Árvores:** Importância e aplicação. Colombo, PR: EMBRAPA, 2002.
- BOTOSO, P.C. **Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento.** Colombo, PR: EMBRAPA, 2009.
- BRAGA, P. I. S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta Amazônica. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 9 (4), p. 53-80, 1979.
- BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P.; 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. 137-145, jan.-fev. 2012.
- CARIELLO, R. V. **Considerações sobre a exploração florestal de impacto reduzido.** Seropédica, RJ: UFRRJ, 2008.
- CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A.; PASTORE, T. C. M.; CHRISTO, A. G. **Madeiras comerciais do Brasil:** chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais: Brasília, 2010.
- CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A. **A estrutura anatômica da madeira e princípios para a sua identificação.** Brasília: LPF, 2002.
- CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 63, 2012, Joinville. Espécies com potencial para estudos em dendrocronologia em uma floresta estacional semidecidual no Sul do Brasil. Joinville: Ed. Congresso Nacional de Botânica, 2012.
- DIAS, D. P. **Fotossíntese e crescimento em diâmetro de árvores em função da temperatura e da precipitação numa floresta primária de terra-firme na Amazônia Central.** Manaus: INPA, 2009. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2009.
- FERREIRA, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de floresta estacionais semidecíduas da região sudeste do Estado de São Paulo.** Piracicaba: USP, 2002. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.
- FREITAS, J. L.; VASCONCELLOS, F. J.; SILVA, N. B.; LOUREIRO, A. A. Madeiras da Amazônia que apresentam raios largos. *Acta Amazonica*, v. 22 (1), p. 91-161, 1992.

FÓRUM DA PÓS GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, XI, 2016, Rio de Janeiro. Análise de potencial dendrocronológico em árvores de Cerejeira (*Amburana cearenses* (Fr.Allem) A.C. Smith.) da Amazônia Peruana. Rio de Janeiro: UFRJ, 2016.

HIGUCHI, N. *et al.* **Governos locais amazônicos e as questões climáticas globais**. Manaus, AM: Edição dos Autores, 2009.

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

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. New York: John Willey & Sons, p. 410, 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeto de Zoneamento das potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990.

LATORRACA, J. V. F.; SOUZA, M. T.; SILVA, L. D. S. A. B.; RAMOS, L. M. Dendrocronologia de árvores de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake de ocorrência na Rebio de Tiguá-RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 2, p. 385-394, 2015.

LEITÃO-FILHO, H. F. **Considerações sobre a florística de florestas tropicais e subtropicais do Brasil**. Campinas, SP: IPEF, 1987.

LOBÃO, M. S. **Dendrocronologia, fenologia, atividade cambial e qualidade do lenho de árvores de *Cedrela odorata* L., *Cedrela fissilis* Vell. E *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Hub. Ex Ducke, no estado do Acre, Brasil**. Piracicaba: USP, 2011. Tese (Doutorado em Recursos Florestais), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2011.

LUZ, A. L. O. M. **Análise da formação dos anéis de crescimento anual das árvores ao longo dum ciclo de atividade cambial**. Lisboa: USA, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais), Instituto Superior de Agronomia, Universidade Superior de Agronomia, 2011.

MACHADO, K. S. S. **Composição florísticas e estrutura de uma floresta de terra firme na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazônia Central**. Manaus: INPA, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Bilógicas), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2008.

MATTOS, P. P. **Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal da Nhecolândia, Ms**. Curitiba: UFPR, 1999. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, 1999.

MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. **A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais**. Colombo, PR: EMBRAPA, 2011.

- MIRANDA, E. V. **Padrão de desenvolvimento radial horário do fuste de três espécies florestais típicas da Amazônia utilizando dendrômetros automáticos**. Manaus: UFAM, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Amazonas, 2002.
- MIRANDA, Z. P.; GUEDES, M. C.; ROSA, S. A.; SCHÖNGART, J. Volume increment modeling and subsidies for the management of the tree *Mora paraensis* (Ducke) Ducke based on the study of growth rigs. **Springer-Verlag**, Germany, 2017.
- MOMOLI, R. S. COOPER, M.; TOMAZELLO-FILHO, M. LOBRÃO, M. S. Aplicação da dendrogeomorfologia no estudo da deposição de sedimentos do solo no tronco de árvores de *Guarea guidonea* em mata ciliar antropizada no estado de Goiás, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 7-14, mar. 2012.
- NOGUEIRA, M. M.; SOUZA, V. V. A.; LENTINI, M. W. **Manejo de florestas naturais da Amazônia: corte, traçamento e segurança**. Belém, PA: IFT, 2011.
- OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34(1), p. 21-34, 2004.
- OLIVEIRA, M. F. **Crítérios para o manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**. Curitiba: UFPR, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, 2014.
- PINTO, L. A. A. **Estudo dendrocronológicos de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. (SAPOTACEAE) em uma floresta de terra firme da Amazônia Central utilizando densitometria de alta frequência**. Manaus: UEA, 2012. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente), Universidade do Estado do Amazonas, 2012.
- RIBEIRO, J. E. *et al.* **Flora da reserva Ducke**: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA, 1999.
- ROSA, S. A. **Modelos de crescimento de quatro espécies madeireiras de floresta de várzea da Amazônia Central por meio de métodos dendrocronológicos**. Manaus: INPA, 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2008.
- ROSA, S. A. **Aspectos dendroecológicos e dendroclimáticos de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (Calophyllaceae) ocorrendo em diferentes tipologias de áreas úmidas no Brasil**. Manaus: INPA, 2013. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2013.
- ROSA, S. A.; SCHÖNGART, J. **Estudos dendroecológicos e dendroclimáticos de espécies arbóreas ocorrendo em diferentes tipologias de áreas úmidas, Brasil**. Manaus: INPA, 2010.
- ROSA, S. A. *et al.* Growth models based on tree-ring data for the Neotropical tree species *Calophyllum brasiliense* across different Brazilian wetlands: implications for conservation and management. **Springer-Verlag**, Berlin Heidelberg, 2016.

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

SCHÖNGART, J. *et al.* Management criteria for *Ficus insipida* Willd.(Moraceae) in Amazonian white-water floodplain forests defined by tree-ring analysis. **EDP Sciences**, Manaus, v. 64, p. 657-664, fev. 2007.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO E INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. **Atividade madeireira na Amazônia brasileira**: produção, receita e mercados. Belém: SFB e IMAZON, 2010.

SILVA, J. M. L. **Levantamento de Reconhecimento de Alta Intensidade dos solos do Município de Itacoatiara – Estado do Amazonas**. Belém, PA: EMBRAPA, 2003.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; SILVA, M. L.; RODRIGUES, F. L. Ciclo de corte econômico ótimo em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme sob Manejo Florestal Sustentável, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n. 5, p. 681-689, 2004.

VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. Química e mineralogia do solo: húmus em solos da Floresta Amazônica na região do Rio Madeira. **R. bras. Ci. Solo**, São Paulo, v. 5, p. 15-21, 1981.

WORBES, M. How to measure Growth dynamics in Tropical trees a review. **IAWA Journal**, Germany, v. 16 (4), p. 337-351, 1995.

WORBES, M. One hundred years of tree-ring research in the tropics – a brief history and na outlook to future challenges. **Urban & Fischer Verlag**, v. 20, p. 217-231, 2002.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C. T. **Identificação macroscópica de madeiras**. São Paulo: IPT, 2007.

ANEXO


GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO I**

ACEITE DE ORIENTAÇÃO

Acadêmico

Nome completo: FRANCISCO JAIRO LIMA DA SILVA
Celular: (97) 99151-3385 E-mail: fjlsgf@uea.edu.br

Linha de Pesquisa

Manejo Florestal

Professor(a) Orientador(a)

Nome completo: Luis Antônio de Araújo Pinto

Professor(a) Co-orientador(a)

Nome completo: Victor Hugo Ferreira Andrade

Título do Projeto de Pesquisa ou Tema Delimitado

CRITÉRIOS PARA O MANEJO FLORESTAL DE <i>Sclerocnema micranthum</i> Ducke (MALVACEAE) EM UMA FLORESTA DE TERRA FIRME DA AMAZÔNIA CENTRAL

Dia, Horário e Local das Reuniões de Orientação

Dia: Segunda-feira
Horário: 09:00 – 12:00
Local: Lab. de Silvicultura e Manejo Florestal

Itacoatiara - AM, 30 de 03 de 2017.

FRANCISCO JAIRO LIMA DA SILVA
Acadêmico

Luis Antonio de Araujo Pinto
Professor(a) Orientador(a)

Universidade do Estado do Amazonas
Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara
Rua Mário Andrezza, 2960 – Jardim Florestal
CEP: 69.101-630

Figura 10. Aceite de orientação