



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO**

**CRESCIMENTO E IDADE DE CINCO ESPÉCIES
ARBÓREAS DO MORRO SANTA CRUZ, CORUMBÁ-MS.**



Foto: P. R. de Souza

**MARCUS VINÍCIUS SANTIAGO URQUIZA
IRIA HIROMI ISHII (ORIENTADORA)**

CAMPO GRANDE – 2008

**CRESCIMENTO E IDADE DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS DO
MORRO SANTA CRUZ, CORUMBÁ-MS**

Autor: Marcus Vinícius Santiago Urquiza

Orientadora: Iria Hiromi Ishii

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação
em Ecologia e Conservação
da Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como
parte das exigências para
obtenção do título de Mestre
em Ecologia e Conservação.

Campo Grande-MS - 2008

BANCA EXAMINADORA

**Dra. CÁTIA NUNES DA CUNHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**

**Dr. FLÁVIO MÄES DOS SANTOS
UNICAMP**

**Dr. JOCHEN SCHÖNGART
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**

**PATRÍCIA PÓVOA MATTOS
EMBRAPA FLORESTAS**

**SUZANA MARIA SALIS
EMBRAPA PANTANAL**

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1.0 INTRODUÇÃO	8
2.0 MÉTODOS	14
2.1 Área de Estudos	14
2.2 Seleção e Descrição das Espécies Estudadas	17
2.3 Coleta de Dados	18
2.3.1 <i>Verificação do Ritmo de Crescimento</i>	18
2.3.2 <i>Amostragem dos Indivíduos</i>	18
2.4 Preparação e Análise das Amostras	22
2.4.1 <i>Classificação Anatômica das Madeiras</i>	22
2.4.2 <i>Determinação da Idade das Amostras</i>	23
2.4.3 <i>Estrutura Etária Populacional</i>	23
3.0 RESULTADOS	24
3.1 Descrição macroscópica das madeiras	24
3.1.1 <i>Coussarea hydrangeaefolia</i>	24
3.1.2 <i>Guarea guidonia</i>	24
3.1.3 <i>Luehea grandiflora</i>	24
3.1.4 <i>Nectandra cissiflora</i>	25
3.1.5 <i>Pouteria torta</i>	25
3.2 Ritmo de Crescimento	27
3.3 Idade das Árvores	28
3.4 Estrutura em Classes Etárias	33
4.0 DISCUSSÃO	37
4.1 Características Anatômicas das Madeiras e Camadas de Crescimento	37
4.2 Ritmo de Crescimento	39
4.3 Taxa de Crescimento Idade e Estrutura Etária das Espécies	40
CONCLUSÕES	44
5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

AGRADECIMENTOS

Durante o desenvolvimento desta dissertação recebi o apoio, ajuda e amizade de várias pessoas a quem devo meus sinceros agradecimentos.

Ao meu pai e meus irmãos Eduardo, Kleber e em especial meu irmão Júnior, que me acolheu e ajudou principalmente quando precisei morar em Campo Grande. E minha mãe (*in memoriam*) a quem sempre devo agradecer.

A Iria Hiromi Ishii, minha orientadora desde a graduação, a quem devo muito de minha formação acadêmica.

Aos graduandos Alberto, Aline Ana Carla, Aurislaine, Elisa e Rafael pelo auxílio em campo e principalmente pela amizade e momentos de descontração.

Aos amigos e colegas de profissão Danilo, Elizabeth, Maria Luíza, Rozângela e Vera pelos conselhos, amizade e disposição para ajuda no campo.

A Mineração Corumbaense – Grupo Rio Tinto, representada por Felipe Tadashi e Douglas Oliveira, pelo interesse, apoio e auxílio metodológico.

E a Deus pela força em todos os momentos.

RESUMO

Análises de anéis de crescimento foram realizadas em cinco espécies arbóreas de uma floresta semidecidual da Morraria de Santa Cruz, Corumbá-MS. As seguintes questões foram propostas: (1) É possível determinar a idade de *Nectandra cissiflora*, *Pouteria torta*, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Guarea guidonea* e *Luehea grandiflora* através da contagem dos anéis de crescimento? (2) Qual é o ritmo de crescimento das espécies pesquisadas? (3) Qual é a idade das espécies? (4) A estrutura etária das espécies apresenta formato de “J” invertido? O ritmo de crescimento foi investigado pelo método de janelas de Mariaux, em que é feito um ferimento no câmbio vascular da árvore. Após dezoito meses, foram obtidos discos transversais e baquetas de madeira (Sondas de Pressler). As amostras foram polidas e a anatomia do lenho das espécies foi classificada de acordo com quatro tipos básicos criados por Coster (1927, 1928). Após a contagem dos anéis de crescimento, foram criados, para cada uma das espécies, modelos crescimento baseados em idade e diâmetro. Além disso, indivíduos das cinco espécies foram contados e medidos (DAP e altura) para investigação da estrutura etária. Os resultados mostram que apenas *Luehea grandiflora* tem anéis de crescimento pouco distintos. Todas as espécies possuem ritmo de crescimento anual porque o ambiente tem estação seca capaz de induzir a produção de uma camada de crescimento por ano. As idades contadas são positivamente correlacionadas com crescimento. Espécies de dossel cresceram mais rápido devido a maior exposição à luz nos estratos mais elevados da floresta. A idade máxima das árvores não chegou a 250 anos porque a floresta possui solos rasos, declividade acentuada e forte ação do vento, que dificulta o estabelecimento de indivíduos maiores e consequentemente mais velhos. *Coussarea hydrangeaefolia* e *Nectandra cissiflora* apresentaram estrutura em “J” invertido, mostrando que a mata passa por períodos contínuos de renovação, com poucos indivíduos com idades avançadas.

Palavras chave: Dendrocronologia, anéis de crescimento; ritmo de crescimento; incremento radial; idade; estrutura etária; floresta semidecidual.

ABSTRACT

Ring analysis was carried on five tree species in a semi-deciduous forest of the Morraria Santa Cruz, Corumbá-MS. The following questions had been proposals: (1) Is it possible to know the age of *Nectandra cissiflora*, *Pouteria torta*, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Guarea guidonea* and *Luehea grandiflora* through the counting of growth rings? (2) Which is the growth rhythm of species? (3) Which is the age of species? (4) Do the age structure of the species present “j reversed” shape? The growth rhythm was investigated by the method of windows of Mariaux, which is made a wound in the vascular cambium of the tree. After eighteen months, had been gotten cross sections and corer (Increment Borer). The samples were polishing and the wood anatomy of species was classified in accordance with four basic types created by Coster (1927, 1928). After the counting of growth rings, was created growth models based in age and diameter. Moreover, individuals of the five species were counted and measured (DBH and height) for investigation of age structure. The results show that only *Luehea grandiflora* has not very distinct growth rings. All species have annual growth rhythm because the environment has a dry season capable to induce the production of one growth layer annually. The counted ages are positively correlated with growth. Canopy species grew faster due the greater light exposition in upper layers of the forest. The maximum age of trees did not arrive 250 years because the forest possess flat ground, declivity accented and strong action of the wind, that makes it difficult the establishment of bigger and older individuals. *Coussarea hydrangeaefolia* and *Nectandra cissiflora* had structure in “inverted J” shape, showing that the forest passes for continuous renewal periods, with few individuals with advanced ages.

Key words: Dendrochronology, growth rings; growth rhythm; radial increment; age; age structure; semi-deciduous forest.

1.0 INTRODUÇÃO

A dendrocronologia é a ciência que possibilita a datação dos anéis de crescimento de árvores, incluindo pesquisas sobre o conteúdo de informações existentes na estrutura dos anéis de crescimento e sendo aplicada na compreensão do meio ambiente e sua história (Kaennel e Schweigruber, 1995).

Em regiões de clima temperado, onde as estações do ano são bem marcadas, a dendrocronologia teve um grande desenvolvimento e várias espécies têm sido exaustivamente estudadas. Nessas regiões o clima temperado induz as árvores a produzirem a cada ano uma camada de incremento de novos tecidos em seu lenho (Schweingruber, 1988).

Em áreas tropicais, onde a sazonalidade climática é menos marcante em comparação com as regiões temperadas, assumia-se que a atividade cambial permanecia praticamente inalterada durante todo o ano. Entretanto, um número cada vez maior de investigações tem demonstrado que as árvores tropicais exibem um crescimento não contínuo (Vetter & Botosso, 1993). Devido a esse ritmo de crescimento, muitas árvores mostram, sob forma de anéis de crescimento definidos não necessariamente anuais, uma periodicidade estrutural cíclica regular ou irregular (Vetter & Botosso, 1993). Esta periodicidade pode ser decorrente de mudanças na temperatura, fotoperíodo, e precipitação pluviométrica entre outros fatores (Cardoso, 1991; Vetter & Botosso, 1993).

Os trabalhos realizados por Coster (1927, 1928) com 85 espécies em Java mostraram a possibilidade de realizar estudos dendrocronológicos nos trópicos. Mais tarde, no oeste africano, Mariaux (1967) criou métodos de pesquisa específicos para árvores tropicais. De acordo com Brienen (2005), os estudos iniciais enfocaram a possibilidade de se determinar a idade das árvores pela contagem de suas camadas de crescimento (mais voltados à anatomia vegetal) e em determinar o ritmo de crescimento de espécies (Figura 1).

A determinação da idade de árvores tropicais requer a aplicação de vários métodos independentes de pesquisa, dentre eles, investigações macroscópicas e anatômicas da madeira (Worbes 1989). O estudo anatômico da madeira se faz necessário na definição da estrutura das zonas de crescimento e dos limites dos anéis (Worbes 1995; Palermo *et al.*, 2002).

Trata-se da utilização de critérios já estabelecidos e consagrados definidos por Coster (1927, 1928) para a indicação das características mais relevantes da madeira. É um dos primeiros passos no processo de determinação da idade das árvores.

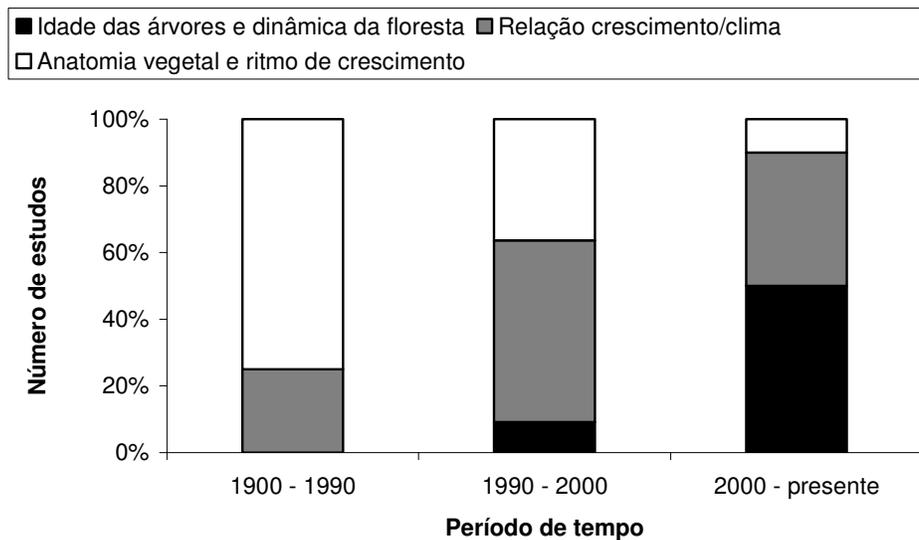


Figura 1: Desenvolvimento dos estudos dendrocronológicos nos trópicos (N=32) (Fonte: Brienen, 2005). As pesquisas foram separadas de acordo com os objetivos, distinguindo-se entre os que meramente provaram a natureza anual dos anéis de crescimento (anatomia vegetal e ritmo de crescimento), os que trataram da relação crescimento/clima e os que apresentaram dados fundamentais sobre idade de árvores e dinâmica florestal.

De acordo com Worbes (1989), esclarecer a natureza do ritmo de crescimento é também fundamental na determinação da idade de árvores tropicais. Segundo Worbes (1990), o ritmo de crescimento pode responder a estações secas de no mínimo dois ou três meses com menos de 60 mm de chuva por mês. Pesquisas realizadas na África (Gourlay 1995; Trouet *et al.* 2001; Worbes *et al.* 2003; Couralet 2004; Verheyden *et al.* 2004; Couralet *et al.* 2005; Schöngart *et al.* 2006), América Central (Devall *et al.* 1995; Enquist & Leffler 2001; Fichtler *et al.* 2003) e América Latina (Worbes e Junk 1989; Worbes 1999; López *et al.* 2005; Brienen & Zuidema 2005) têm confirmado que, em regiões com estação seca e chuvosa bem distintas há formação anual de camadas de crescimento.

Inundações anuais também controlam o ritmo de crescimento das árvores, como tem sido verificado em estudos realizados em florestas inundáveis da Amazônia (Worbes, 1985, 1988; Worbes & Junk, 1989; Worbes, 1990, 1992; Vetter & Botosso, 1989; Schöngart *et al.*, 2000; Dezzeo *et al.*, 2003 e Schöngart *et al.*, 2004).

Deve ser lembrado que, a existência de zonas de crescimento periódicas em árvores tropicais não implica necessariamente na ocorrência de ritmo de crescimento anual (Worbes 1989). O grau da resposta depende da tolerância específica do indivíduo aos fatores climáticos limitantes (Worbes 1992).

O ritmo de crescimento, bem como o seu fator dominante, pode ser investigado através de dados de largura dos anéis de crescimento comparados com eventos climáticos (Worbes, 1992). Além de ajudar a esclarecer o ritmo de crescimento de árvores, a largura dos anéis de crescimento ajuda a inferir nos fatores climáticos responsáveis pela sua variação em espessura. Com isso, estudos que correlacionem camadas de crescimento a eventos climáticos têm sido bastante realizados nos trópicos (Gourlay 1995; Worbes 1999; Enquist & Leffler 2001; Trouet *et al.* 2001; Dünisch *et al.* 2003; López *et al.* 2005; Schöngart *et al.* 2004; Devall *et al.* 2005; Brienen & Zuidema 2005; López *et al.* 2006; Schöngart *et al.* 2006).

O Brasil também tem sido contemplado com estudos dendrocronológicos. Alvim (1964) fez um apanhado geral sobre o ritmo de

crescimento de espécies tropicais. Mais tarde, Alvim & Alvim (1976) estudaram o ritmo de crescimento de *Theobroma cacao* no sul da Bahia, concluindo que, florestas úmidas, com estação seca pronunciada, parecem crescer e florescer predominantemente controladas por estímulos hidroperiódicos.

Na Amazônia brasileira, Worbes (1985, 1988, 1990, 1992) verificou que há possibilidade de se estudar anéis de crescimento de árvores de florestas de inundação da Amazônia Central Brasileira. Vetter & Botosso (1988) distinguiram dois tipos de árvores tropicais: as que exibem distintas zonas de crescimento e aquelas nas quais estas zonas são indistinguíveis. Na reserva florestal Ducke, Vetter & Botosso (1989) analisaram a periodicidade de crescimento em *Scleronema micranthum* em relação à inundação. Dünisch *et al.* (2003) estudaram duas espécies de Meliaceae na Amazônia Central. A análise dos discos de madeira mostrou o crescimento das duas espécies não é correlacionado. A atividade cambial é anual e ocorre durante períodos mais úmidos, havendo dormência na estação seca. Schöngart *et al.* (2004) estudaram o comportamento de *Piranhea trifoliolata* em áreas de inundação da Amazônia e encontraram correlação entre crescimento e o fenômeno climático El Niño. Pôde ser construída uma cronologia de mais de duzentos anos, o que permitiu concluir que durante os últimos dois séculos o El Niño tem se tornado mais severo.

Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, pesquisas com a espécie *Araucaria angustifolia* foram realizadas por Seitz & Kanninen (1989) e Wehr & Tomazello-Filho (2000). Os últimos utilizaram técnicas de microdensitometria de raios-X para a caracterização dos anéis de crescimento da espécie. No estado de São Paulo, Cardoso (1991) caracterizou anatomicamente *Tectona grandis*, e encontrou relação entre fatores ambientais (temperatura, precipitação e fotoperíodo) e atividade cambial da espécie. Ferreira-Fedele *et al.* (2004) estudou periodicidade de crescimento de *Esenbeckia leiocarpa* também no estado de São Paulo.

No Pantanal são poucas as informações acerca da taxa, ritmo de crescimento e idade das árvores. Os estudos pioneiros são de Ishii (1998), que em suas investigações, descobriu que o crescimento de cinco espécies arbóreas em matas ciliares está relacionado com flutuações de inundações periódicas do Pantanal do Miranda e do Paraguai. Em ambientes secos da sub-

região Nhecolândia, Mattos (1999) realizou estudos dendrocronológicos, revelando que as 28 espécies estudadas apresentam anéis anuais. Duas espécies foram analisadas mais detalhadamente e verificou-se que existe correlação entre precipitação anual e incremento radial em ambas. Ainda no Pantanal da Nhecolândia, Mattos *et al.* (2004) verificaram que *Tabebuia heptaphylla* tem crescimento correlacionado com a precipitação anual, sendo potencial para estudos dendroecológicos. Urquiza (2004) pesquisou cinco espécies de leguminosas em uma mata decídua do município de Ladário-MS. Todas essas espécies apresentam ritmo de crescimento anual provado pelo método de cicatrizes cambiais, mas não houve correlação significativa entre crescimento e precipitação anual total. Fortes (2006) estudou *Vochysia divergens* no Pantanal norte. A espécie apresenta anéis distintos e positivamente correlacionados com a precipitação. Assim, nos períodos pluri- anuais mais úmidos no Pantanal, *Vochysia divergens* tem se expandido sobre as pastagens nativas, principalmente nos últimos 30 anos. Há influência negativa do El Niño no crescimento da planta, o que reforça o grande potencial para reconstruções climáticas no Pantanal Norte. Santos Jr. (2006) investigou a espécie *Sterculia apetala* nas sub-regiões da Nhecolândia, Miranda e Aquidauana, encontrando anéis de crescimento distintos e ritmo de crescimento anual, o que possibilitou datar as árvores que oferecem ocos para a nidificação da arara azul.

Após aplicação das metodologias consagradas, os estudos dendrocronológicos são capazes de estimar a idade e eventos que influenciaram o crescimento da árvore durante sua vida.

A possibilidade de se determinar as taxas de crescimento e idade das árvores é de grande importância, tanto para as Ciências Florestais como para a Ecologia. A determinação de ciclos de corte, regimes de desbastes e a estimativa dos cortes e volumes admissíveis são baseados nesses conhecimentos. Para a Ecologia estes aspectos são básicos aos estudos de população, desenvolvimento e produtividade dos ecossistemas (Vetter & Botosso, 1993) constituindo informação fundamental para estudos sobre poluição e impactos ambientais, manejo de florestas sobre o ponto de vista exploratório como recursos renováveis, bem como para estabelecimento de

estratégias de ação e proteção de florestas ameaçadas de extinção (Ishii, 1998).

Com isso, esta investigação pretende responder as seguintes questões:

- É possível estimar a idade das espécies arbóreas *Nectandra cissiflora* Ness (Lauraceae), *Pouteria torta* (Mart.) Rad (Sapotaceae), *Coussarea hydrangeaefolia* (Benth.) Benth. & Hook. f. (Rubiaceae), *Guarea guidonea* (L.) Sleumer (Meliaceae) e *Luehea grandiflora* Mart. (Malvaceae) através da contagem dos anéis de crescimento?
- Quantas camadas de crescimento são produzidas anualmente pelas espécies pesquisadas?
- Qual é a idade das árvores amostradas das cinco espécies selecionadas?
- A estrutura etária das espécies apresenta formato de “J” invertido?

2.0 MÉTODOS

2.1 Descrição da Área de Estudos

O presente trabalho foi realizado na morraria de Santa Cruz, situada aproximadamente a 30 km ao sul da área urbana dos municípios de Corumbá e Ladário e com área de cerca de 30 km² (Damasceno *et al.* 2005). A morraria Santa Cruz faz parte do planalto residual do Urucum, que além desta, ainda compreende as morrarias do Urucum, São Domingos, Grande, Rabichão e Tromba dos Macacos. No morro Santa Cruz localiza-se o ponto mais elevado do estado de Mato Grosso do Sul, com 1065 m (Okida & Anjos 2000).

A morraria assenta-se sobre a formação Santa Cruz-grupo Jacadigo. A formação Santa Cruz é a responsável pelos altos relevos que compõem o planalto residual do Urucum. Devido ao seu conteúdo litológico - sedimentos ferríferos – de grande resistência à erosão, apresenta-se como relevos residuais de bordas escarpadas, dissecados em forma de topo plano. A Formação Santa Cruz constitui a unidade litoestratigráfica de maior interesse sob o ponto de vista da geologia econômica, por encerrar importantes depósitos de ferro e manganês (Ministério de Minas e Energia 1982). Parte da morraria é utilizada para exploração de minério de ferro.

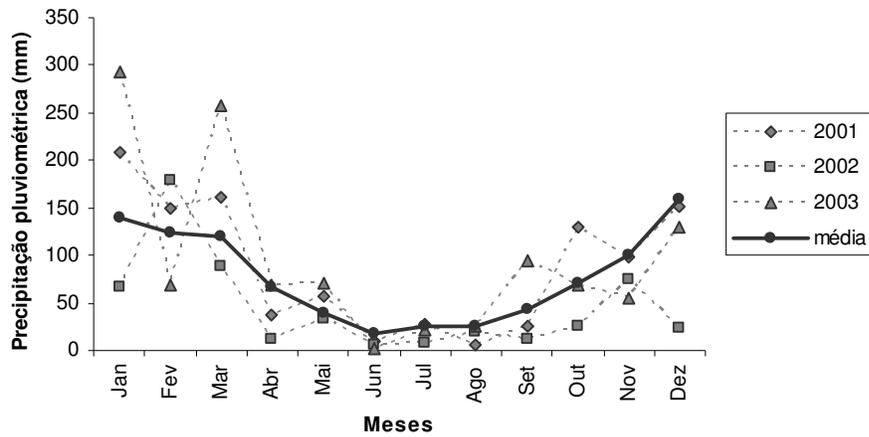
O clima da região é do tipo tropical megatérmico (temperatura média do mês mais frio superior a 18°C), com inverno seco e chuvas no verão, classificado como do tipo Awa no sistema de Koeppen. A temperatura média anual é de 25,1°C, a umidade relativa média anual é de 76,8% e a precipitação média anual é de 1070 mm com o período mais chuvoso de novembro a março, concentrando 68% das chuvas (Soriano 1997). Estes dados são provenientes da estação climática do Instituto Nacional de Meteorologia, localizada na área urbana do município de Corumbá, a 130 m de altitude.

A variação de precipitação mensal medida de janeiro de 2001 a setembro de 2003 pela estação climática do Instituto Nacional de Meteorologia de Corumbá (figura 2A), mostrou períodos de baixa precipitação (de abril a setembro) e alta precipitação (outubro a março). A variação da precipitação mensal do mesmo período, medida na estação meteorológica da Mineração Corumbaense (696 m de altitude) apresentou comportamento semelhante (figura 2B).

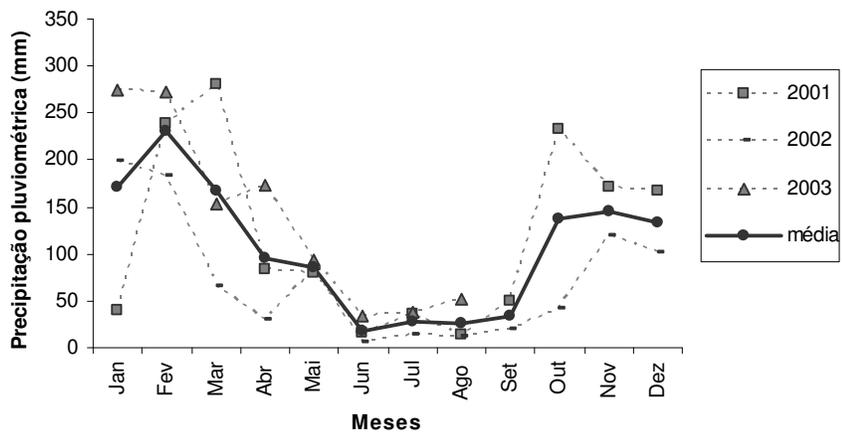
Damasceno Jr. (2005), realizou estudo florístico e fitossociológico em gradientes altitudinais no Planalto Residual do Urucum em cotas de altitude de 200 m, 400 m, 600 m e 800 m. O autor verificou que ocorre aumento da precipitação em função da elevação da altitude, isto é, a 800 m a precipitação pluviométrica é superior em relação a altitudes superiores. Segundo o mesmo autor, além das chuvas, outro fator relacionado à umidade que não pode deixar de ser considerado é a presença de neblina. As frentes frias que chegam pela calha do rio Paraguai sempre trazem neblina para altitudes superiores a 300 m, mesmo que não ocorra chuva necessariamente.

No planalto residual do Urucum predominam florestas estacionais decíduas e semidecíduas (Pott *et al.* 2000). Segundo Damasceno Jr. (2005), há zonação da vegetação na região. O primeiro grupo de vegetação compreende as florestas estacionais decíduas (até 200 m de altitude) e o segundo grupo corresponde a florestas estacionais semidecíduas. As áreas de vegetação em altitude 600 m e 800 m são muito semelhantes entre si e possuem menor participação de espécies decíduas.

A coleta das amostras foi realizada em uma área de mata semidecidual pertencente à empresa Mineração Corumbaense Reunida S/A-Rio Tinto (19° 12' 34,1" S; 57° 33' 52,2" W; altitude de 695m).



A



B

Figura 2: Variação da precipitação pluviométrica mensal medida pelo Instituto Nacional de Meteorologia de Corumbá entre 2001 e 2003 a 130 m de altitude (A) e obtida junto à estação meteorológica da Mineração Corumbaense Reunida S/A entre janeiro de 2001 e setembro de 2003 a 696 m de altitude (B).

2.2 Seleção e Descrição das Espécies Estudadas

As cinco espécies arbóreas mais abundantes na área de estudos foram selecionadas para o presente trabalho. Com isso, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Pouteria torta*, *Nectandra cissiflora*, *Guarea guidonea* e *Luehea grandiflora* foram escolhidas. De acordo com Damasceno Jr. (2005), no planalto residual do Urucum, *Coussarea hydrangeaefolia*, *Pouteria torta* e *Nectandra cissiflora* apresentaram elevados Índices de Valor de Importância (IVI).

Coussarea hydrangeaefolia (Benth.) Benth. & Hook. (Rubiaceae) - falsa-quina

De acordo com Lorenzi (1992) é uma espécie perenifólia, heliófita, seletiva higrófito, pioneira; de cerrado, cerradão e mata semidecídua. Ocorre preferencialmente em terrenos arenosos, porém bem supridos de água em profundidade. A madeira é moderadamente pesada (densidade 0,65 g/cm³), macia, de textura fina, grã ondulada, de baixa resistência e medianamente durável. Pode ser utilizada na confecção de cabos de ferramentas, engradados, cabos de pilões, lenha e carvão. É recomendada para recuperação de áreas degradadas.

Guarea guidonia (L.) Sleumer (Meliaceae) - marinho

Trata-se de uma espécie perenifólia, heliófita, seletiva higrófito, de matas de galeria. Ocorre também no interior da floresta primária densa em frequência menor. Possui madeira moderadamente pesada (densidade 0,76 g/cm³), dura, resistente, elástica aromática, de grande durabilidade mesmo quando em contato com o solo e umidade. É utilizada na construção civil, naval, carpintaria, obras internas, vagões, carrocerias, caixotaria, portas, janelas, etc. Também muito útil em plantios mistos em áreas degradadas por ter seus frutos procurados por várias espécies de fauna (Lorenzi 1992).

Luehea grandiflora Mart. (Malvaceae) - açoita-cavalo

Segundo Lorenzi (1992), esta espécie é semidecídua, heliófita, seletiva xerófito, característica de floresta semidecídua e cerrado. Ocorre principalmente em formações abertas e secundárias, porém sempre em

terrenos altos e de baixa drenagem. Tem madeira moderadamente pesada, textura média, grã direita, de baixa resistência ao ataque de insetos xilófagos. De acordo com Paula e Alves (1997) *Luehea grandiflora* é uma das principais espécies em produção de madeira, sendo utilizada na estrutura de móveis, cadeiras e construção civil. Além disso, por ser pioneira adaptada a terrenos secos e pobres, é indicada para reflorestamentos heterogêneos destinados a recomposição de áreas degradadas (Lorenzi 1992).

Nectandra cissiflora Ness (Lauraceae) – Canela

Esta espécie é semidecídua, heliófita ou de luz difusa. Apresenta distribuição esparsa e descontínua desde o nível do mar até altitudes superiores a 1200 m, tanto em terrenos úmidos como secos. Tem como características madeira moderadamente pesada (densidade 0,59 g/cm³), dura, de textura média, grã direita, muito resistente, com cheiro forte e desagradável. Útil na construção civil, fabricação de móveis e esquadrias e tabuado em geral. Esta árvore é recomendada para reflorestamentos heterogêneos (Lorenzi 1992).

Pouteria torta (Mart.) Rad (Sapotaceae) – pêssego do mato

Árvore semidecídua, heliófita, característica de floresta pluvial, podendo também ser encontrada na floresta semidecídua e sua transição para o cerrado. Ocorre preferencialmente em beira de rios e em várzeas aluviais. A madeira é classificada como moderadamente pesada (densidade 0,78 g/cm³), dura, difícil de serrar, de longa durabilidade quando protegida da umidade (Lorenzi 1992). De acordo com Paula e Alves (1997) a madeira das espécies de sapotáceas é excelente, de múltipla utilização e os vasos possuem diâmetro tangencial pequeno. Segundo Lorenzi (1992), a madeira pode ser utilizada na construção civil, marcenaria e carpintaria. Produz anualmente abundante carga de frutos consumidos por certas espécies da fauna, por esta razão é indispensável em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente.

2.3 Coleta de Dados

2.3.1 Verificação do Ritmo de Crescimento

Para determinação do ritmo de crescimento das espécies foi aplicado o método de cicatrizes cambiais criado por Mariaux (1967). As “janelas de Mariaux” consistem na remoção de poucos centímetros da casca da árvore de modo a expor o câmbio vascular. A lesão formada é coberta por tecido caloso nos anos consecutivos à marcação permanecendo como uma cicatriz datável na madeira (Worbes 1995). Desta forma, um ano após ter sido feita a janela de Mariaux, pôde-se determinar o ritmo de crescimento pela observação da posição da cicatriz cambial nas amostras.

As marcações do câmbio vascular foram feitas em abril de 2006 em 15 indivíduos de cada espécie. Após a preparação das amostras, as janelas de Mariaux apresentaram boa visibilidade, o que viabilizou o estudo.

2.3.2 Amostragem dos Indivíduos

Para a amostragem dos indivíduos foram utilizados método destrutivo e não destrutivo revisados por Worbes (1995) e Palermo *et al.* (2002).

As amostras do tipo “A” foram obtidas pelo método destrutivo. Pelo corte transversal do tronco das árvores, foram retirados três discos de madeira com mais de 3 cm de espessura, a 1,30 m de altura, incluindo as cicatrizes cambiais. Cada espécie teve apenas um indivíduo cortado, com exceção de *Nectandra cissiflora*, em que três indivíduos (dois sem cicatrizes e um com cicatriz) encontrados caídos na floresta, foram incluídos na amostragem. Com isso, quatro indivíduos desta espécie foram cortados (tabela 1).

Inicialmente, a amostragem “A” poderia ocorrer a partir de abril de 2007 (exatamente um ano após a marcação cambial), no entanto imprevistos relacionados ao licenciamento ambiental para corte de espécies arbóreas nativas resultaram no atraso desta fase da amostragem.

A amostragem do tipo “B” foi realizada sem a necessidade do corte dos indivíduos. Consistiu na retirada de um filete de madeira (baqueta) da superfície à medula da árvore, pelo uso do trado de incremento (increment borer) (Rubino & McCarthy 2002) (figura: 3). Foram obtidas 20 baquetas de madeira de cada espécie entre abril e julho de 2007. Amostras que não

continham a medula da árvore foram consideradas inviáveis para o estudo. Com isso, 46 das 100 amostras do tipo “B” foram descartadas (tabela 1).

Tabela 1: Número de árvores das cinco espécies selecionadas marcadas com Janelas de Mariaux e número de discos e baquetas viáveis utilizados para a execução do presente trabalho (*Cohy*= *Coussarea hydrangeaefolia*; *Gugu*= *Guarea guidonia*; *Lugr*= *Luehea grandiflora*; *Neci*= *Nectandra cissiflora*; *Poto*= *Pouteria torta*).

Espécie	Nº total de árvores marcadas com Janelas de Mariaux	Nº de indivíduos com Janelas cortados em discos de madeira	Nº de indivíduos sem Janelas cortados em discos	Nº de baquetas de madeira viáveis	Nº total de amostras utilizadas
<i>Cohy</i>	15	1	0	12	13
<i>Gugu</i>	15	1	0	7	8
<i>Lugr</i>	15	1	0	12	13
<i>Neci</i>	15	2	2	10	14
<i>Poto</i>	15	1	0	13	14
Total	75	6	2	54	62



(A)



(B)

casca

medula



(C)

Figura 3: Trado de incremento (increment borer) (A) utilizado para amostragem não destrutiva da árvore (B), que resulta em um filete de madeira ou baqueta da casca à medula da árvore (C).

As amostras “C” consistem de indivíduos que tiveram apenas os seus diâmetros a 1,30m do solo e altura medidos. Na área de estudos foram feitas três parcelas de 50 m X 50 m distanciadas entre si por, no mínimo, 100m, em altitude de 695 m. Nestas, com o auxílio de trena diamétrica foi medido o diâmetro à altura do peito (1,30 m acima do nível do solo) e estimou-se a altura de todos os espécimes das cinco espécies selecionadas.

2.4 Preparação e Análise das Amostras

Os discos de madeira e as amostras de baquetas foram secos ao ar livre e em seguida polidos com lixas de textura mais grossa a mais fina (80, 100, 180, 220, 320 e 400), evidenciando as camadas de crescimento e características anatômicas das madeiras.

As amostras obtidas foram analisadas em microscópio estereoscópico com aumento máximo de 40X e as características gerais e macroscópicas foram descritas de acordo com Schweingruber (1988), IAWA Committee (1989) e Coradin & Muniz (1992).

2.4.1 Classificação Anatômica das Madeiras

O lenho das espécies selecionadas foi classificado de acordo com critérios definidos por Coster (1927 e 1928). Quatro tipos básicos de formação dos anéis de crescimento nas madeiras são descritos: (1) zonas de crescimento marcadas por várias fileiras de fibras de diâmetro radial curto e paredes espessas onde a diminuição do diâmetro das fibras e espessamento das paredes é responsável pela diferença de densidade do lenho precoce para o tardio na madeira; (2) limites formados por faixas de parênquima marginal unisseriado e multisseriado, com células muitas vezes preenchidas por substâncias amorfas e cristalinas; (3) limites definidos por alteração no espaçamento das faixas tangencias do parênquima axial e (4) estrutura de anéis porosos com maior concentração dos poros no período vegetativo. Podem ocorrer combinações entre os quatro tipos básicos acima descritos.

2.4.2 Determinação da Idade das Amostras

Depois da definição de critérios para a determinação dos limites dos anéis de crescimento pela análise anatômica macroscópica das madeiras, a idade dos indivíduos estudados pode ser determinada pela contagem de suas camadas de crescimento. As amostras utilizadas para a contagem dos anéis consistiram de discos (A) e baquetas de madeira (B). Foram consideradas viáveis somente as baquetas que atingiram a medula da árvore.

Para investigar se árvores mais velhas são significativamente maiores em diâmetro do que árvores mais jovens foi utilizada Regressão linear. Além disso, o modelo de crescimento gerado pôde ser utilizado para estimar a idade de árvores vivas na floresta.

2.4.3 Estrutura etária populacional

As idades das amostras do tipo “C” (D.A.P. medidos em todos os indivíduos das cinco espécies selecionadas em 3 parcelas de 50m X 50m) foram estimadas através do modelo de crescimento idade X diâmetro de cada espécie. Com isso, estruturas de classes etárias foram criadas para as cinco espécies.

3.0 RESULTADOS

3.1 Descrição macroscópica das madeiras

3.1.1 *Coussarea hydrangeaefolia*

O lenho desta espécie apresenta coloração marrom acinzentada com cerne e alburno indistintos. O parênquima axial é visível apenas sob lente 10X, sendo do tipo apotraqueal escasso a difuso, com ligeiro arranjo radial. Os poros são visíveis a olho nu e distribuídos em anéis semi-porosos. O arranjo é do tipo radial/diagonal. Aproximadamente 45% dos poros são agrupados em cachos, 45% são solitários e 10% são múltiplos de 2 ou 3. As camadas de crescimento são bem distintas, individualizadas por zonas fibrosas tangenciais mais escuras, anéis de crescimento semi-porosos e fraca linha de parênquima marginal (Figura 4A). Isto é, ocorre combinação entre os padrões anatômicos tipo um, dois e quatro descritos por Coster (1927, 1928) e Worbes (1989 e 1992).

3.1.2 *Guarea guidonia*

Esta espécie apresenta o cerne e o alburno distintos, com proporção de 85% de cerne (marrom avermelhado) e 15% de alburno (bege a marrom claro). O parênquima axial é visível a olho nu, tem disposição paratraqueal aliforme confluyente e em faixas irregulares onduladas e linhas de parênquima marginal. Os poros são visíveis a olho, com porosidade difusa e arranjo tangencial diagonal. Cerca de 60% dos poros são solitários e 40% múltiplos de 2 ou 3. No cerne aproximadamente 10% dos poros são preenchidos por substância vítrea avermelhada/amarelada. As camadas de crescimento são distintas através da combinação entre zonas fibrosas tangenciais mais escuras (padrão anatômico tipo um) e linha de parênquima marginal (padrão anatômico tipo dois) (figura 4B).

3.1.3 *Luehea grandiflora*

O cerne e o alburno da madeira desta árvore são indistintos. O parênquima axial é visível a olho nu e apresenta disposição apotraqueal difusa em agregados formando faixas estreitas que dão aspecto semelhante ao parênquima reticulado. Seus poros são visíveis a olho nu e organizados em arranjo radial/diagonal. A porosidade é difusa. A proporção de vasos múltiplos

de 2 ou 3 é de aproximadamente 90%, apenas 10% são solitários. No cerne e em regiões do lenho mais próximas a ele cerca de 50% dos poros são preenchidos por substância amarelada/avermelhada vítrea. As camadas de crescimento são pouco distintas, individualizadas por fraca linha de parênquima marginal. Com isso, os limites dos anéis de crescimento da espécie pertencem ao padrão anatômico tipo dois (figura 4C).

3.1.4 *Nectandra cissiflora*

Há distinção entre cerne e alburno no lenho desta espécie. O cerne representa cerca de 50% do lenho e tem coloração marrom escura à negra. O alburno é bege a marrom claro. Quando úmida, a madeira apresenta odor desagradável presente em algumas lauráceas (Ribeiro *et al.* 1999). O parênquima axial é visível somente sob lente 10X com disposição paratraqueal vasicêntrica. Os poros são visíveis a olho nu e a porosidade dos anéis é difusa. O arranjo é diagonal/radial e há predominância de vasos solitários (aproximadamente 80%) em relação a múltiplos radiais de 2 ou 3 (cerca de 20%). Cerca de 5% são preenchidos por substância bege amarelada às vezes brilhante. As camadas de crescimento são bem distintas evidenciadas por zonas fibrosas tangenciais mais escuras devido a um maior achatamento radial das paredes das fibras (padrão anatômico tipo um) (figura 4D e E). De acordo com Coster (1927, 1928) e Worbes (1989, 1992), este padrão anatômico dos limites das camadas de crescimento é característico de Lauraceae.

3.1.5 *Pouteria torta*

A madeira tem coloração bege a marrom clara com indistinção entre cerne e alburno. O parênquima axial é visível a olho nu e disposto em faixas largas intermediárias escalariformes a onduladas. Os poros podem ser vistos a olho nu, apresentando porosidade difusa e arranjo radial/diagonal. Cerca de 80% dos poros são múltiplos de 2, 3 ou 5, 10% agrupam-se em cachos simples e 10% são solitários comuns. Aproximadamente 10% dos poros são obstruídos por substância transparente vítrea. Os limites das camadas de crescimento são característicos de Sapotaceae e outras famílias (Coster 1927, 1928 e Worbes 1989, 1992), individualizados por alternância entre zonas fibrosas tangenciais escuras e faixas de parênquima (padrão anatômico tipo três) (figura 4F).



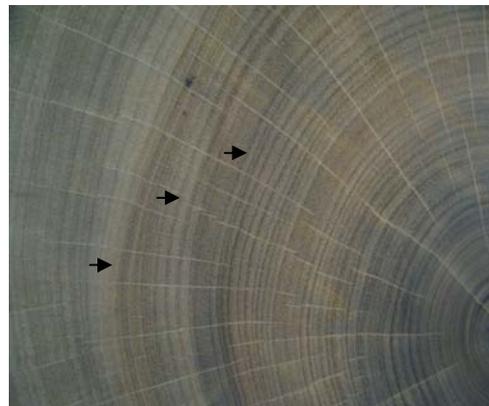
A



B



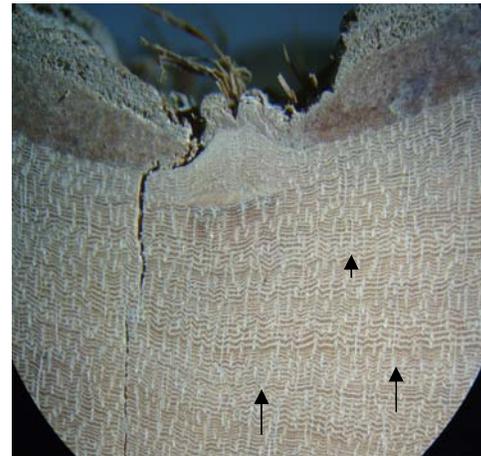
C



D



E



F

Figura 4: Aspecto da madeira das 5 espécies estudadas evidenciando as cicatrizes cambiais e camadas de crescimento. (A) *Coussarea hydrangeaefolia*; (B) *Guarea guidonia*; (C) *Luehea grandiflora*; (D) e (E) *Nectandra cissiflora* e (F) *Pouteria torta*. As setas indicam alguns limites de anéis de crescimento.

3.2 Ritmo de Crescimento

As marcações do câmbio vascular foram feitas em abril de 2006, e os discos de madeira das 5 espécies foram cortados em outubro de 2007. A diferença entre a marcação do câmbio e a coleta dos discos foi de um ano e seis meses. No entanto, o corte das espécies foi realizado em seis de outubro, antes que ocorressem as primeiras chuvas da estação chuvosa 2007-2008.

Em todas as amostras investigadas, após o ferimento cambial, existe apenas uma camada de incremento de novos tecidos, não havendo indícios de que outro período de crescimento tenha ocorrido (Figura: 4 A, B, C, D e F). Com isso, conclui-se que as cinco espécies estudadas produzem uma camada de novos tecidos a cada ano. Ou seja, cada anel de crescimento representa um ano de idade para as árvores.

3.3 Idade das Árvores

Em *Coussarea hydrangeaefolia* a variação da idade contada nas camadas de crescimento das amostras de discos e baquetas (24 a 45 anos) foi inferior a das outras quatro espécies, cujas variações de idade foram 36 a 77 anos em *Pouteria torta*, 28 a 79 anos em *Nectandra cissiflora*, 29 a 105 anos em *Luehea grandiflora* e 36 a 107 anos em *Guarea guidonia* (tabela 2).

Em *Coussarea hydrangeaefolia* e *Nectandra cissiflora* a contagem das camadas de crescimento foi bastante simples. Na primeira, anéis falsos e faltantes não foram detectados. A segunda espécie apresenta falsos anéis de crescimento, que são facilmente detectáveis por serem incompletos e exibirem padrão anatômico diferente de anéis verdadeiros. Tanto em *Guarea guidonia* quanto em *Pouteria torta* a contagem dos anéis de crescimento foi dificultada pela estrutura anatômica de parênquima em faixas, principalmente em regiões da madeira em que os anéis são mais estreitos. A reduzida visibilidade dos anéis de crescimento de *Luehea grandiflora* dificultou a determinação da idade das amostras.

As regressões lineares realizadas indicaram que a idade é positivamente correlacionada com o diâmetro das árvores (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9). Os melhores ajustes foram de *Guarea guidonia* e de *Pouteria torta* em que apenas 5% e 12%, respectivamente, da variação de diâmetro não foi explicada pela idade. No entanto, cerca de 25% da variação de diâmetro de *Coussarea hydrangeaefolia*, 20% de *Luehea grandiflora* e 15% de *Nectandra cissiflora* não são determinadas pela idade.

Como árvores mais velhas possuem, em geral, diâmetro superior a árvores mais jovens, estimativas de idade que consideram o diâmetro das espécies podem ser utilizadas com confiabilidade.

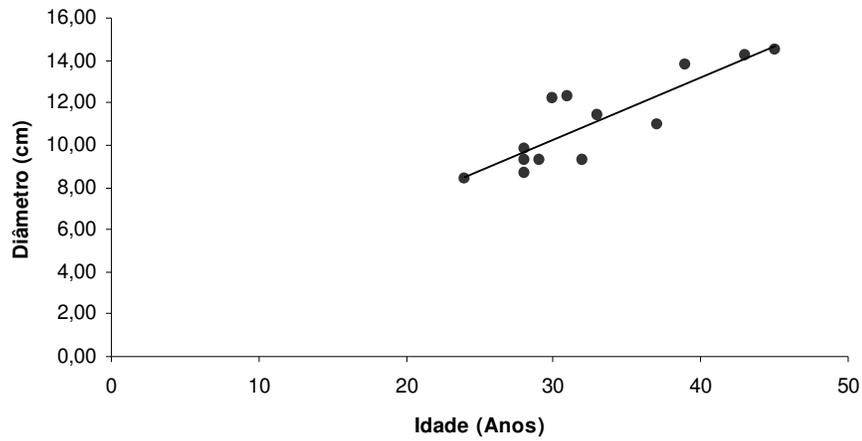


Figura 5: Relação entre diâmetro e idade em *Coussarea hydrangeaefolia* ($r^2=0,75$; $N=13$; $y=0,2968x + 1,349$; $P<0,001$).

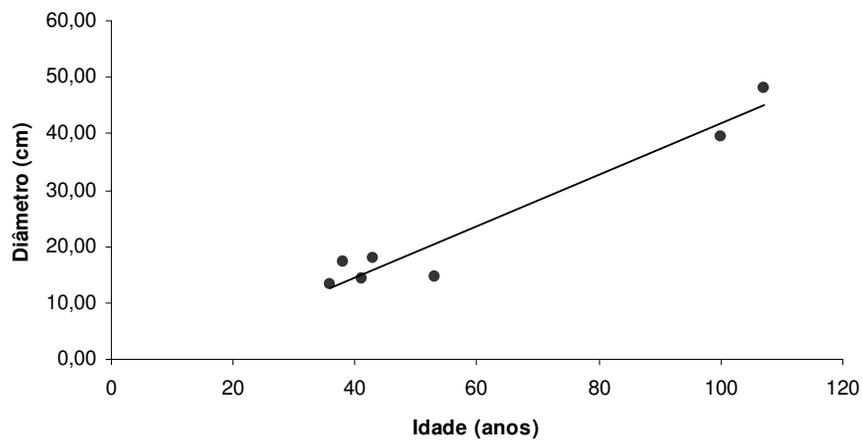


Figura 6: Relação entre diâmetro e idade em *Guarea guidonia* ($r^2=0,95$; $N=8$; $y=0,4541x - 3,6103$; $P<0,001$).

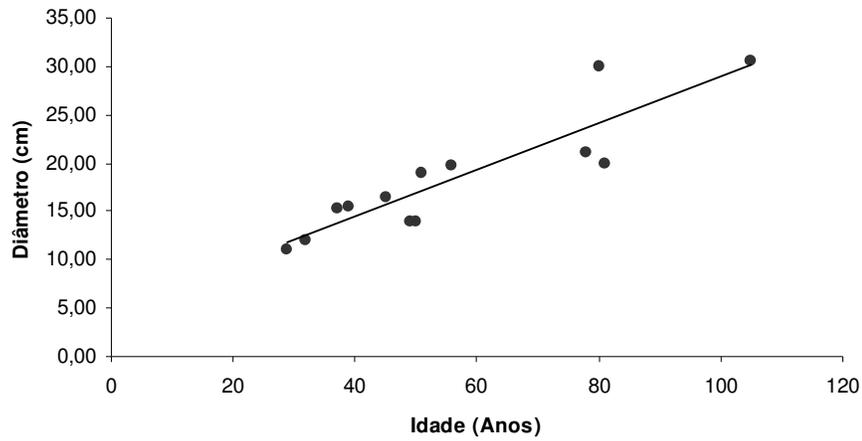


Figura 7: Relação entre diâmetro e idade em *Luehea grandiflora* ($r^2= 0,80$; N= 13; $y= 0,2412x + 4,7573$; $P<0,001$).

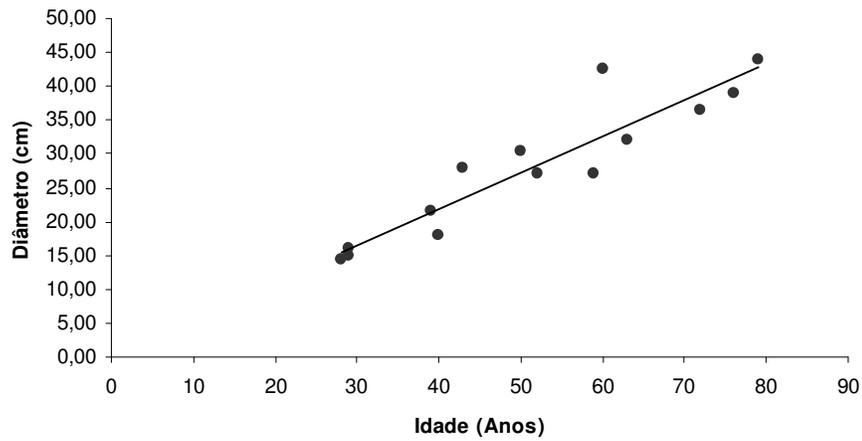


Figura 8: Relação entre diâmetro e idade em *Nectandra cissiflora* ($r^2= 0,85$; N= 14; $y= 0,5337x + 0,5494$; $P<0,001$).

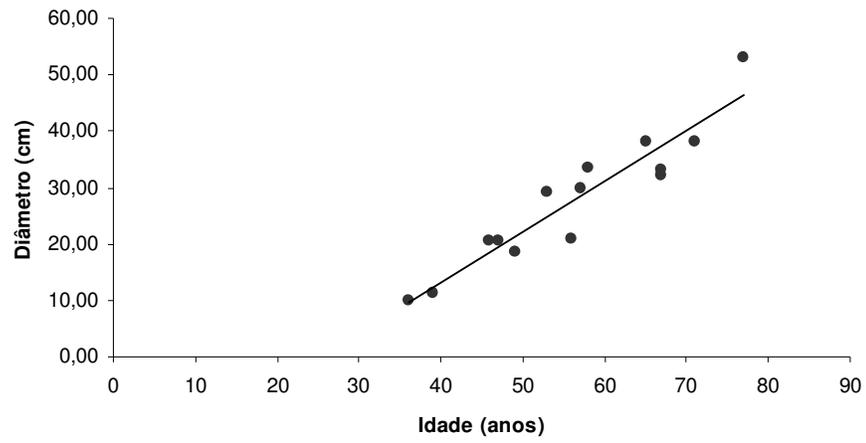


Figura 9: Relação entre diâmetro e idade em *Pouteria torta* ($r^2 = 0,88$; $N = 14$; $y = 0,8986x - 22,809$; $P < 0,001$).

Tabela 2: Número de indivíduos obtidos em cada amostragem, idades mínimas e máximas de discos e baquetas, alturas e diâmetros máximos e médios de indivíduos vivos (amostragem C) (*Cohy*= *Coussarea hydrangeaeifolia*, *Gugu*= *Guarea guidonia*, *Lugr* = *Luehea grandiflora*, *Neci*= *Nectandra cissiflora* e *Poto*= *Pouteria torta*).

	Cohy	Gugu	Lugr	Neci	Poto
Período coberto	1962 – 2007	100 - 2007	1902 – 2007	1928 - 2007	1930 - 2007
Idade mínima contada nos anéis de crescimento das amostras	24	26	29	20	32
Idade máxima contada nos anéis de crescimento das amostras	45	107	105	79	77
Idade máxima das amostras “C”	73	117	217	114	94
Abundância de indivíduos vivos com DAP>1,30m	371	25	31	125	43
Altura máxima estimada (m)	12	10	15	15	15
Altura média (m)	4 ± 2,76	7 ± 1,85	8 ± 3,22	8,5 ± 4,8	9,3 ± 3,77
DAP máximo (cm)	18,2	49,3	57,0	61,4	62
DAP médio (cm)	5,6 ± 3	15,2 ± 15,9	21,2 ± 13,6	19,8 + 18	24,1 ± 15

3.4 Estrutura em Classes Etárias

Nas três parcelas amostradas, das cinco espécies selecionadas, foram medidos 595 indivíduos com mais de 1,30 m de altura (amostras tipo “C”). *Coussarea hydrangeaefolia* foi espécie mais abundante, com 371 indivíduos com mais de 1,30 m de altura medidos. Depois de *Coussarea hydrangeaefolia*, a maior abundância de indivíduos foi verificada em *Nectandra cissiflora*, com 125 espécimes amostrados. Em seguida, as espécies com maior número de indivíduos foram *Pouteria torta*, *Luehea grandiflora* e *Guarea guidonia*, com 43, 31 e 25 indivíduos medidos, respectivamente (Tabela 2).

O diâmetro e altura médios variaram, respectivamente, de 5,6 cm \pm 3 cm e 4 m \pm 2,76 m em *Coussarea hydrangeaefolia*, a 24,1 cm \pm 15 cm e 9,3 m \pm 3,77 m em *Pouteria torta* (tabela 2).

Em *Coussarea hydrangeaefolia* e *Nectandra cissiflora*, em que as freqüências de indivíduos foram as maiores, o padrão de estrutura de classes etárias ficou próximo ao “J” invertido. *Coussarea hydrangeaefolia* possuiu aproximadamente 53% dos indivíduos na primeira classe etária, o que demonstra que há predomínio de jovens na população da espécie (figura: 10). Para *Nectandra cissiflora* ocorreu predominância de indivíduos na primeira classe etária (39%). Contudo, houve escassez no número de indivíduos da terceira, quarta e quinta classes etárias (Figura 11). Em *Guarea guidonia*, os resultados também apontam para uma estrutura etária com predominância de jovens na população (figura 12).

Em *Luehea grandiflora* e *Pouteria torta* a estrutura em classes etárias ficou distante do “j” invertido esperado. A primeira classe etária representou apenas 19% e 13% de indivíduos, respectivamente, o que mostra que há desequilíbrio entre as classes (figuras 13 e 14). Além disso, ambas apresentaram classes sem representantes.

Com exceção de *Coussarea hydrangeaefolia* e *Pouteria torta*, todas as espécies possuíram amostras “C” com mais de 100 anos de idade. As idades máximas estimadas pelos modelos de crescimento em diâmetro foram 114 anos em *Nectandra cissiflora*, 117 anos em *Guarea guidonia* e 217 anos em *Luehea grandiflora* (Tabela 2).

Deve ser salientado que em *Guarea guidonia*, *Luehea grandiflora* e *Pouteria torta* o número de indivíduos medidos é bastante inferior ao de *Coussarea hydrangeaefolia* e *Nectandra cissiflora*.

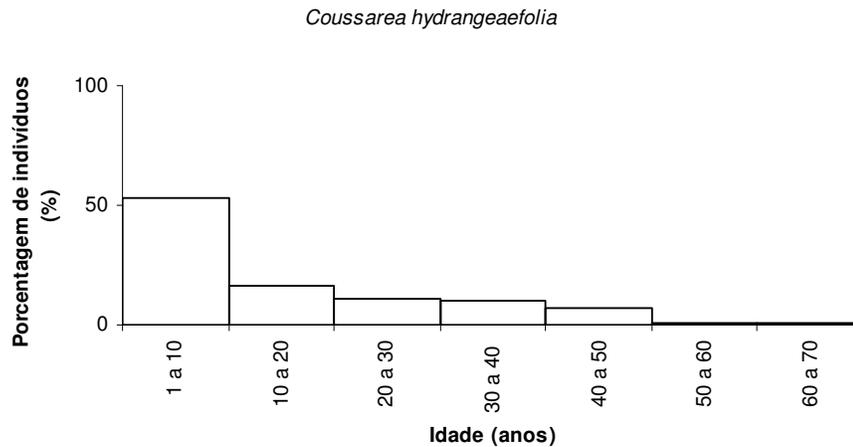


Figura 10: Estrutura em classes etárias de *Coussarea hydrangeaefolia* (N=371).

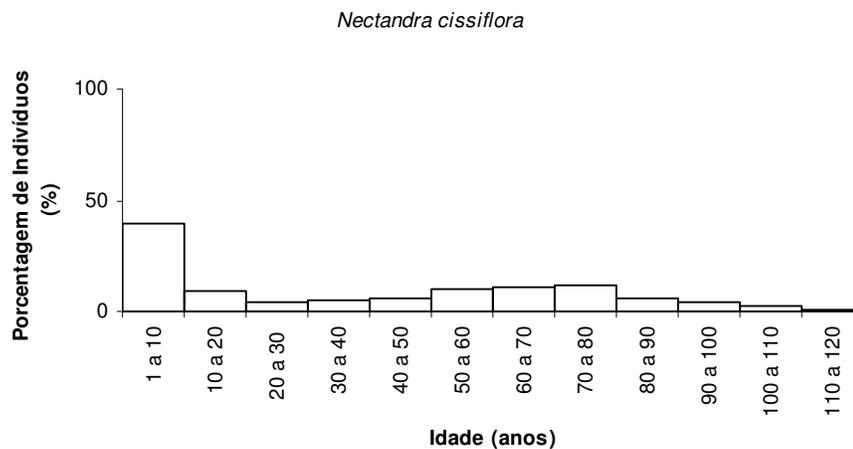


Figura 11: Estrutura em classes etárias de *Nectandra cissiflora* (N= 125).

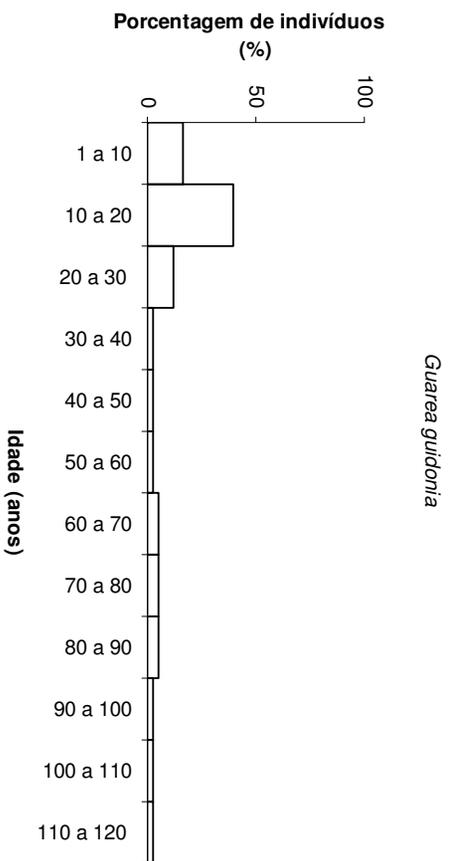


Figura 12: Estrutura em classes etárias de *Guarea guidonia* (N= 25).

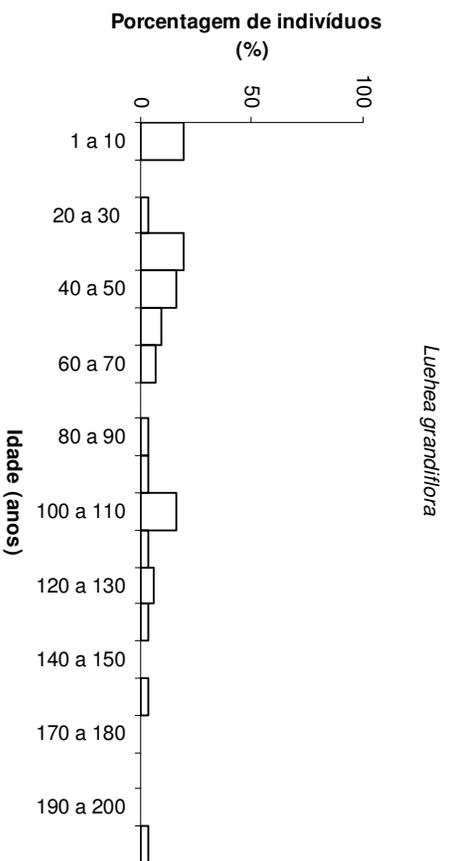


Figura 13: Estrutura em classes etárias de *Luehea grandiflora* (N= 31).

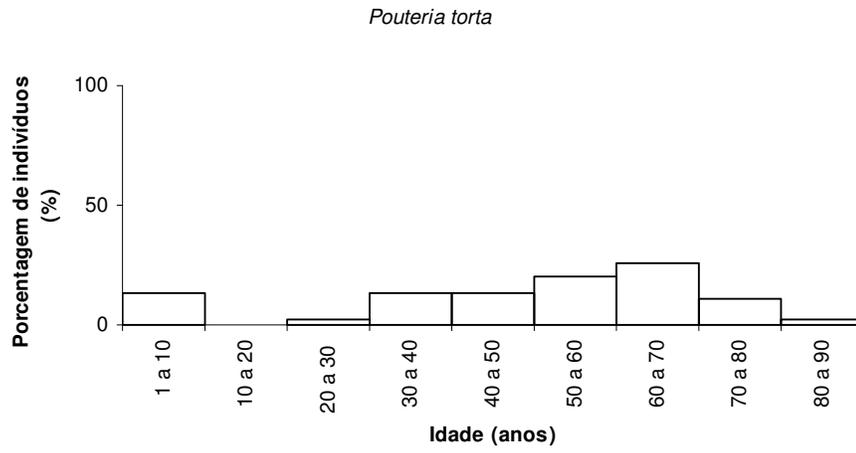


Figura 14: Estrutura em classes etárias de *Pouteria torta* (N= 43).

4.0 DISCUSSÃO

4.1 Características Anatômicas das Madeiras e Camadas de Crescimento

A caracterização anatômica e macroscópica da estrutura das zonas de crescimento dos anéis é essencial na determinação da idade de árvores tropicais (Worbes 1998). Tanto o limite das zonas de crescimento, quanto as características macroscópicas da madeira das cinco espécies investigadas são semelhantes a de espécies co-genéricas ou co-familiares, como já era esperado.

Os anéis de crescimento de *Coussarea hydrangeaefolia* são bem distintos individualizados por zonas fibrosas tangenciais mais escuras anéis semi-porosos e fraca linha de parênquima marginal. É o mesmo padrão anatômico visto na espécie co-familiar *Genipa americana*, estudada por Ishii (1998). Além desta característica, as espécies têm em comum anéis semi-porosos, com poros em arranjo radial e parênquima escasso, sendo do tipo paratraqueal ou em faixas reticuladas finas em *Genipa americana*. De acordo com Paula e Alves (1997), *Coussarea hydrangeaefolia* possui raios heterogêneos, constituídos de células procumbentes com a maior largura da família (173 μm). Os mesmos autores disseram que rubiáceas sempre apresentam parênquima apotraqueal escasso a pouco, tal como visto em *Coussarea hydrangeaefolia* aqui estudada.

Em *Guarea guidonia* as camadas de crescimento são bem distintas demarcadas por linhas tangenciais mais escuras e parênquima marginal. Mattos *et al.* (2003), no Pantanal da Nhecolândia, estudaram *Trichilia elegans*, também da família Meliaceae. O limite dos anéis de crescimento é semelhante ao descrito em *Guarea guidonia*. Além desta, existem outras características em comum entre o lenho das duas espécies: ocorrência de poros solitários com conteúdo escuro tipo óleo resina; porosidade difusa; parênquima axial predominantemente paratraqueal além de parênquima apotraqueal em faixas contínuas, levemente onduladas. Segundo Paula e Alves (1997) as meliáceas, em geral, apresentam parênquima axial paratraqueal terminal, às vezes apotraqueal escasso e difuso. *Trichilia elegans* e *Guarea guidonia* diferem no tipo de parênquima paratraqueal (desde escasso a vasicêntrico até aliforme, às vezes confluyente em *Trichilia*) e no agrupamento dos vasos, que além de solitários em *Trichilia elegans* podem ser múltiplos de 2 a 8 (10).

Dentre as cinco espécies pesquisadas, *Luehea grandiflora* foi a única em que os limites dos anéis de crescimento foram pouco distintos (fracamente demarcados por parênquima marginal). A fraca distinção dos anéis pode ser uma característica do gênero, pois em *Luehea paniculata* (Mattos *et al.* 2003) e *Luehea divaricata* (Paula e Alves 1997) os anéis de crescimento também foram considerados como pouco demarcados. Pode-se dizer que a anatomia da madeira de *Luehea grandiflora* é muito semelhante à das outras espécies de *Luehea* descritas na literatura. Espécies de *Luehea*, tal como visto nesta investigação, apresentam vasos solitários a múltiplos radiais com porosidade difusa (Paula & Alves 1997; Mattos *et al.* 2003). O mesmo padrão foi encontrado na meliácea *Carapa guianensis* estudada por Corothie (1967). O parênquima axial paratraqueal escasso e apotraqueal difuso e difuso em agregados, por vezes simulando um parênquima reticulado de *Luehea paniculata* (Mattos *et al.* 2003) e parênquima axial apotraqueal escasso representado por células isoladas de *Luehea divaricata* (Paula & Alves 1997) correspondem ao padrão visto em *Luehea grandiflora*.

As características que distinguem os anéis de crescimento de *Nectandra cissiflora* são semelhantes ao padrão anatômico dos limites de crescimento de *Ocotea suaveolens*, a única laurácea estudada no Pantanal Sul-Mato-Grossense (Mattos *et al.* 2003). *Nectandra leucantha*, *Nectandra rigida*, *Nectandra puberola* (Oliveira *et al.* 2001) e *Nectandra megapotamica* (Tonini *et al.* 2003) também possuem camadas de crescimento visíveis e viáveis para estudos dendrocronológicos. Outras características das três espécies do gênero evidenciadas por Oliveira *et al.* (2001), como porosidade difusa e parênquima axial paratraqueal (nunca escasso, os tipos variam entre as três espécies) são comuns a *Nectandra cissiflora* avaliada neste estudo.

Pouteria torta exhibe anéis bem visíveis demarcados por zonas de tecido fibroso mais escuro, apesar da visibilidade ser dificultada pelo formato ondulado irregular da madeira e pela disposição de parênquima em faixas. Mattos *et al.* (2003), descrevendo a anatomia do lenho de *Pouteria ramiflora* e Corothie (1967) investigando a madeira de *Pouteria egregia*, consideraram os limites dos anéis de crescimento das espécies pobremente definidos. Nas demais características da madeira, *Pouteria torta* é similar as outras espécies citadas. O agrupamento e disposição dos vasos (poucos solitários, radiais e

múltiplos de 2 - 4 até 6 com conteúdo tipo óleo-resina escasso) e tipo de parênquima (apotraqueal em faixas contínuas, irregulares e onduladas) de *Pouteria ramiflora* (Mattos *et al.* 2003) e *Pouteria egregia* (Corothie 1967) correspondem aos resultados observados no presente trabalho.

4.2 Ritmo de Crescimento

Todas as espécies estudadas produziram apenas uma camada de novos tecidos por ano, isto é, todas apresentaram ritmo de crescimento anual. As amostras foram obtidas em uma floresta sujeita a um período seco bem distinto, já que a precipitação média mensal de junho a setembro variou de 18,6 mm a 34,5 mm (conforme os dados climáticos medidos no Morro Santa Cruz, a 696 m de altitude). De acordo com Worbes (1990), o ritmo de crescimento pode responder a estações secas de no mínimo dois ou três meses com menos de 60 mm de chuva por mês (Worbes 1990). Portanto, as condições do ambiente favorecem a produção de uma camada de crescimento por ano, o que ajuda a explicar porque as espécies estudadas têm ritmo de crescimento anual.

Todavia, não foram disponibilizados dados pluviométricos completos e o período de tempo usado para avaliar a precipitação mensal foi relativamente curto. Não se sabe, por exemplo, se em outros anos houve maior precipitação nos meses mais secos. Fichtler *et al.* (2003) verificaram que pode haver formação de anéis anuais em espécies arbóreas decíduas e perenes, mesmo em florestas sujeitas a estações secas pouco severas. Em La Selva, Costa Rica, todos os meses do ano atingiram precipitação média de no mínimo 100 mm. Mesmo assim, na estação seca, a floresta sofreu curtos períodos sem chuvas consideráveis (menos que 5 mm). Tais períodos (10-21 dias) conduziram a uma breve, porém marcada queda na umidade do solo, sendo efetivos no desencadeamento do ritmo de crescimento anual das árvores.

As espécies *Coussarea hydrangeaefolia* e *Guarea guidonia* são perenifólias (Lorenzi 1992). Poderia se esperar que espécies tropicais que produzem folhas durante todo o ano fossem classificadas como de crescimento contínuo (Alvim, 1964).

De acordo com Borchert (2000), as espécies perenes possuem ramos vegetativos duradouros e raízes profundas. Elas utilizam micro ambientes com

reservas de água no subsolo e mantém altos potenciais hídricos no caule durante o ano. Já espécies decíduas têm sistema radicular superficial. Quando a superfície do solo perde umidade no início da estação seca, o potencial hídrico da folha e caule declina a valores muito baixos e ocorre abscisão dos ramos. A quebra da dormência dos ramos vegetativos ocorre após as primeiras chuvas terem restaurado a umidade do solo superficial.

Contudo, como visto nesta investigação, a decíduosidade parece, em alguns casos, não interferir na formação dos limites das camadas de crescimento. Ishii (1998) verificou que *Genipa americana*, *Inga vera* e *Vochysia divergens*, mesmo sem perda acentuada de folhas, possuem crescimento intermitente. Isto pode ser explicado porque, na parte mais severa do período seco, árvores perenes e decíduas entram em período de dormência cambial, havendo, como consequência, a formação dos limites de crescimento nas madeiras (Worbes,1999). Borchert (2000), discutindo fatores ambientais que controlam o crescimento de árvores tropicais reforça esta idéia. Se onde estresse hídrico sazonal é moderado, a periodicidade de crescimento da árvore é resultado de controles endógenos. Secas sazonais severas controlam a periodicidade de crescimento endógena de árvores tropicais pelo aumento da abscisão das folhas ou causando ecodormência.

4.3 Taxa de crescimento, Idade e Estrutura Etária das Espécies

Os modelos de crescimento utilizados para predição de idade mostraram que os valores de taxa de crescimento de indivíduos jovens são diferentes da taxa de indivíduos mais velhos. Por exemplo, em *Pouteria torta*, o modelo prediz que, em DAP 5 cm a idade é 31 anos (taxa de crescimento de 0,16 cm) e em DAP 50 cm a idade é 81 anos (taxa de crescimento de 0,61 cm). Ocorre fenômeno parecido com a espécie *Guarea guidonia*.

A diferença da taxa de crescimento radial entre juvenis e adultos ocorre porque as plantas não necessariamente apresentam taxas de crescimento radial constantes durante toda a sua vida. Existem padrões em que as espécies crescem lentamente no início da vida, depois aceleram o crescimento e em seguida voltam a crescer devagar (Brienen e Zuidema 2006, Santos Jr. 2006). Além disso, árvores de dossel e emergentes apresentam valores mais altos de taxa de crescimento quando adultos, já que, indivíduos grandes

possuem a copa mais exposta à luz do que árvores pequenas do sub-bosque (Worbes *et al.* 2003). Segundo Damasceno Jr. (2005), em altitudes de 600 m a 800 m *Guarea guidonia* e *Pouteria torta* pertencem ao dossel ou são emergentes no dossel alto.

Organizando as taxas de crescimento de jovens (cinco anos de idade) em ordem decrescente, temos: 0,62 cm (*Nectandra cissiflora*), 0,41 cm (*Coussarea hydrangeaefolia*), 0,26 cm (*Guarea guidonia*), 0,20 cm (*Luehea grandiflora*) e 0,16cm (*Pouteria torta*). De acordo com a densidade das madeiras em g/cm³ obtidas junto a Lorenzi (1992), *Pouteria torta* e *Guarea guidonia* (não foi fornecida a densidade de *Luehea grandiflora*) têm as densidades mais elevadas. Com isso, pode se inferir que as árvores que crescem mais lentamente quando jovens possuem madeira mais densa. Esta relação é existente e foi comprovada por Schöngart *et al.* (2000) na Amazônia central, com a espécie pioneira *Pseudobombax munguba* e a climácica *Piranhea trifoliolata*.

O diâmetro das cinco espécies analisadas é positivamente correlacionado com suas idades. Por isso, neste caso, estimativas que se utilizam do diâmetro para calcular a idade aproximada das árvores são bem sucedidas. Worbes (1999), Schöngart *et al.* (2000), Worbes *et al.* (2003), Couralet *et al.* (2005), Brienen & Zuidema (2006), Fortes (2006), Santos Jr. (2006) encontraram relações semelhantes entre idade e diâmetro.

Coussarea hydrangeaefolia apresentou indivíduos cujas idades máximas estimadas foram, respectivamente, 45 e 73 anos. Foram as idades máximas mais baixas verificadas no presente estudo. Já as espécies *Guarea guidonia*, *Luehea grandiflora*, *Nectandra cissiflora* e *Pouteria torta* apresentaram idades maiores se comparadas a *Coussarea hydrangeaefolia*. A variação nas idades máximas foi de 94 (*Pouteria torta*) a 217 anos (*Luehea grandiflora*).

Outras pesquisas têm revelado a idade de árvores tropicais. Algumas investigações têm divulgado idades máximas que não chegam a 200 anos (Gammadid (1989) (73 anos); Worbes (1989) (110 anos); Ishii (1998) (151 anos); Trouet *et al.* (2001) (70 anos); Dezzeo *et al.* (2002) (76 anos); Menezes *et al.* (2002) (111 anos); Dünisch *et al.* (2003) (170 anos); Urquiza (2004) (161 anos); Couralet *et al.* (2005) (168 anos); López *et al.* (2006) (96 anos); Santos Jr. (2006) (114 anos)), outras pesquisas têm descoberto idades máximas

superiores a 200 anos (Worbes (1990) (400 anos); Vetter e Botosso (1993) (480 anos); Schöngart *et al.* (2000) (230 anos); Fichtler *et al.* (2001) (530 anos); Worbes *et al.* (2003) (220 anos); Brienen e Zuidema (2006) (427 anos); Schöngart *et al.* (2006) (340 anos).

Portanto, pode se dizer que, as idades máximas obtidas neste trabalho não são elevadas, ou seja, a mata não alcançou o máximo estágio de sucessão. Uma possível explicação pode estar no fato de ocorrer no Morro Santa Cruz aumento da altura do dossel em altitudes de 400 m e 600 m, com posterior diminuição na altitude 800 m (Damasceno Jr. 2005). De acordo com Damasceno Jr. (2005), a estrutura mais alta em áreas intermediárias pode estar relacionada a fatores como a declividade do terreno, que é bastante acentuada nas áreas a 800 m, a baixa profundidade dos solos em relação às áreas de 400 m e 600 m e a ação do vento, que é menos intensa em áreas de 400 m e 600 m.

Os fatores responsáveis pela diminuição da altura do dossel a 800 m de altitude podem ser responsáveis por regular a mortalidade de árvores mais velhas que atingem tamanhos maiores na mata. Com isso, a floresta passa por contínuo recrutamento de indivíduos jovens, o que explica a escassez de indivíduos com idades maiores do que 200 anos e a predominância de árvores mais jovens nas populações das espécies investigadas.

Isto fica evidenciado no formato em “j” invertido da estrutura etária de *Coussarea hydrangeaefolia*, *Guarea guidonia* e *Nectandra cissiflora*, em que a maioria dos indivíduos pertenceu à primeira classe etária. É relevante afirmar que 159 indivíduos de *Coussarea hydrangeaefolia* e 97 indivíduos de *Nectandra cissiflora* com alturas inferiores a 1,30m de altura foram contados nas três parcelas. Com isso, pode-se dizer que ambas têm grande condição de produção de descendentes com capacidade de regeneração bastante elevada.

Luehea grandiflora e *Pouteria torta* apresentaram estrutura em classes etárias distante do “j” invertido considerado ideal por Felfili (1997).

De acordo com Martins (1991), em uma comunidade climácica espera-se encontrar uma série completa de classes de tamanho para cada uma das espécies que compõem o ecossistema, posto que, para cada planta que morre ou envelhece, uma outra, imediatamente mais nova deve estar disponível para substituí-la. Segundo Felfili (1997) e Silva Jr. (2005), o padrão da curva em “j”

invertido, com classes diamétricas equilibradas indica um balanço positivo entre o recrutamento e a mortalidade das árvores.

Como anteriormente citado, os modelos de crescimento apontam que as taxas de crescimento variam entre idades/diâmetros diferentes. Sendo assim, as estruturas etárias devem considerar que a passagem de indivíduos de uma classe para a outra não é regular. Além disso, a própria dinâmica das populações pode não estar relacionada à estrutura. Por exemplo, em Barro Colorado (Panamá) a dinâmica florestal é bem mais instável (10% das populações da comunidade estão aumentando ou diminuindo), do que em Pasoh (Malásia) (2%). Isto foi atribuído a secas severas que tem afetado Barro Colorado nos últimos trinta anos além de diferenças nas condições do solo das florestas (Condit *et al.* 1999).

Estruturas em classes etárias ou diamétricas podem ser irregulares devido a ocorrência de cortes seletivos de árvores de interesse comercial (Nascimento *et al.* 2004; Urquiza 2004), efeito do pastejo do gado, queimadas e desmatamentos (Santos Jr. 2006). Sabe-se que queimadas eventualmente atingem áreas de floresta estacional semidecidual da Mineração Corumbaense. Estas queimadas eliminam as plantas de tamanhos menores, o que inclui plântulas das espécies estudadas (observadas "*in loco*"). Cicatrizes de queimada, que podem ser bem datáveis nos anéis de crescimento das árvores (McBride 1983) não foram vistas nas amostras de madeira provavelmente porque a coleta dos discos e baquetas sempre ocorreu a 1,30m de altura.

No entanto, como as queimadas não atingem a mata estudada regularmente e a mesma não sofre desmates seletivos, diferentes tempos de permanência nas classes de idade devem ser a verdadeira razão da irregularidade das estruturas de idade das espécies.

A morraria Santa Cruz é uma importante fonte de minério de ferro e manganês (Ministério de Minas e Energia, 1982), com isso há o interesse de empresas mineradoras na expansão das atividades exploratórias. Desta forma, pode ocorrer aumento das supressões de vegetação de florestas semidecíduais na morraria. Por isso, o conhecimento de padrões de crescimento de espécies arbóreas importantes da morraria é relevante para a manutenção e conservação das florestas, bem como para futuras atividades mitigadoras.

CONCLUSÕES

- *Coussarea hydrangeaefolia*, *Guarea guidonia*, *Nectandra cissiflora* e *Pouteria torta* possuem anéis de crescimento bem definidos e são viáveis para estudos dendrocronológicos. A datação pela contagem das camadas de *Luehea grandiflora* deve ser feita cuidadosamente já que ela possui anéis de crescimento pouco distintos;
- As cinco espécies possuem ritmo de crescimento anual porque a região apresenta a cada ano uma estação seca bem distinta;
- *Guarea guidonia* e *Pouteria torta* possuem taxas de crescimento mais elevadas quando adultas devido a maior exposição à luz ao atingirem o dossel superior;
- A vegetação encontra-se em região de altitudes elevadas, com acentuada declividade do terreno, baixa profundidade do solo e intensa ação do vento. Com isso, os ciclos de vida das árvores são relativamente curtos, já que os indivíduos mais velhos são mais susceptíveis à queda;
- *Coussarea hydrangeaefolia* e *Nectandra cissiflora* possuem capacidade de regeneração bastante elevada já que os indivíduos jovens predominam na estrutura etária das populações destas espécies;
- O “j” invertido esperado para classes etárias não ocorreu em *Luehea grandiflora* e *Pouteria torta* provavelmente porque a passagem de indivíduos de uma classe para a outra não é regular, considerando-se que as taxas de crescimento não são constantes durante a vida da árvore;
- A floresta não encontra-se em seu estágio sucessional máximo;
- Modelos de predição de idade de espécies arbóreas podem ser utilizados em planos de conservação ou recomposição de florestas semidecíduais do morro Santa Cruz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIN, P.T. 1964. Periodicidade do Crescimento das Árvores em Climas Tropicais. *XV Congresso da Sociedade Botânica do Brasil*, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul 405-423.

ALVIN, P.T. & ALVIN, R. 1976. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. *Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, Bahia, Brazil*. 445-464.

BORCHERT, R. 2000. Organismic and Environmental Controls of Bud Growth in Tropical Trees. *CAB International, Dormancy in Plants*. 22p.

BRASIL. 1982. Ministério das Minas e Energia; Departamento Nacional de Produção Mineral; Projeto RADAMBRASIL; *Folha SE. 21 Corumbá e Parte da Folha SE.20*. Rio de Janeiro: (Levantamento de Recursos Naturais, 27)

BRIENEN, R.J.W. 2005. Tree rings in the tropics: a study on growth and ages of Bolivian rain forest trees. *PROMAB Scientific Series* 10, 144p.

BRIENEN, R.J.W. & ZUIDEMA, P.A. 2005. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. *Oecologia*, 146: 1–12p.

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

CARDOSO, N. S. 1991. *Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia, e relações com a atividade cambial de árvores de Teça (Tectona grandis L.f.) – Verbenaceae*. (Dissertação de Mestrado). Piracicaba Universidade de São Paulo, 117p.

CONDIT, R.; ASHTON, P.S.; MANOKARAN, N.; LaFRANKIE, J.V.; HUBBEL, S.P.; FOSTER, R.B. 1999. Dynamics of the forest communities at Pasoh and Barro Colorado: Comparing two 50-ha plots. *The Royal Society*. 359:1739-1748.

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. 1992. Normas e Procedimentos em Estudos de Anatomia de Madeira; I Angiospermae, II Gimnospermae. Brasília: IBAMA, DIRPED. LPF (Série Técnica, 15). 17p.

COROTHIE, H. 1967. Estrutura anatomica de 47 maderas de la Guayana Venezolana y clave para su identificacion. *Ministerio de agricultura y CRIA – Universidad de Los Andes-Laboratorio nacional de productos forestales*, 125p.

COSTER, C.H. 1927. Anatomie und Physiologie der Suwachszone und Jahrerbildung in den Tropen. *Ann. Jar. Bot. Buitenz.* 37: 49-161.

COSTER, C.H. 1928. Anatomie und Physiologie der Suwachszone und Jahrerbildung in den Tropen. *Ann. Jar. Bot. Buitenz.* 38:1-120.

COURALET, C. 2004. *Growth and population dynamics of Juniperus procera in an Ethiopian dry afro-montane forest: Dendrochronology and Matrix Model – A study in the Adaba-Dodola forest priority area.* (Dissertação de Mestrado) Wageningen University Environmental Sciences. 109p.

DAMASCENO JR.; G.A. 2005. *Estudo florístico e fitossociológico de um gradiente altitudinal no Planalto Residual do Urucum- MS- Brasil.* (Tese de doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 153p.

DAMASCENO JR, G.A.; ISHII, I. H.; MILIKEN, W; POTT, A.; POTT, V.; RATTER, J.; YESILYURT, J. 2005. *Vegetation of the Morraria de Santa Cruz, Brazil; Preliminary report*, 40p.

DEVALL, M. S.; PARRESOLL B. R. & WRIGHT, S. J. 1995. Dendroecological analysis of *Cordia alliodora*, *Pseudobombax septenatum* and *Annona sprague* in Central Panamá. *IAWA Journal*. 16:(4) 41-424.

DEZZEO, N.; WORBES, M.; ISHII, I.; HERRERA, R. 2003. Annual tree rings revealed by radiocarbon dating in seasonally flooded forest of the Mapire River, a tributary of the lower Orinoco River, Venezuela. *Plant Ecology* 168:165–175.

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

ENQUIST, B. J. & LEFFLER, A.J. 2001. Long-term tree ring chronologies from sympatric tropical dry-forest trees: individualistic responses to climatic variation. *Journal of Tropical Ecology* (17)41-60: 41-60.

FELFILI, J.M. 1997. Diameter and height distributions in a gallery forest community and some of its main species in central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Revista Brasileira de Botânica* 20:155-162.

FERREIRA-FEDELE, L.; TOMAZELLO-FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; GIANNOTTI, E. 2004. Periodicidade de Crescimento de *Ezenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã) em duas áreas da região sudeste do estado de São Paulo. *Scientia Forestalis* 65:141-149.

FICHTLER, E.; CLARCK, D. A. & WORBES, M. 2003. Age and Long-term Growth of Trees in an Old-growth Tropical Rain Forest, Based on Analyses of Tree Rings and $^{14}\text{C}^1$ *Biotropica* 35(3): 306–317.

FORTES, C. F. 2006. *Estudos Dendrocronológicos da Espécie Vochysia divergens Pohl (VOCHYSIACEAE) no Pantanal Norte Matogrossense, Brasil.* (Dissertação, Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Federal de Mato Grosso, 33p.

GAMMADID, I. D. 1989. Study of growth rates of *Acacia bussei* (Harms ex.) Sjoestedt in the Bay Region of Somalia. *Commonwealth Forestry Review* 27-34.

GOURLAY, I.D. 1995. The Definition of Seasonal Growth Zones in Some African *Acacia* Species-A Review. *IAWA Journal*.16: 353-359.

GUTSELL, S. L. & JOHNSON, E. A. 2002. Accurately ageing trees and examining their height-growth rates: implications for interpreting forest dynamics. *Forest Ecology* 90:153-166.

IAWA Committee. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. *IAWA Bull.*10(3): 219-332.

ISHII, I. H. 1998. *Estudos dendrocronológicos e determinação da idade de árvores das matas ciliares do Pantanal Sul-Matogrossense*. (Tese, Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 142p.,

KAENNEL, M.; SCHWEIGRUBER, F. H. 1995. (Compilers) Multilingual Glossary of Dendrochronology. Terms and Definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian. Birmensdorf, *Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research*. Haupt. 467p.

LÓPEZ, B. C.; SABATÉ, S.; GRACIA, C. A & RODRIGUEZ, R. 2005. Wood anatomy, description of annual rings, and responses to ENSO events of *Prosopis pallida* H.B.K., a wide-spread woody plant of arid and semi-arid lands of Latin America. *Journal of Arid Environments* 61:541–554.

LÓPEZ, B. C.; RODRIGUEZ, R.; GRACIA, C. A. & SABATÉ, S. 2006. Climatic signals in growth and its relation to ENSO events of two *Prosopis* species following a latitudinal gradient in South América. *Global Change Biology* 12:897–906.

LORENZI, H. 1992. *Árvores Brasileiras; Manual de Identificação de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. Nova Odessa-SP: Ed. Plantarum LTDA. 1-2.

MARIAUX, A. 1967. Les cernes dan le bois tropicaux, nature et periodicité. *Bois et forets des tropiques*. 113:3-14.

MARTINS, F. F. 1991. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Ed. da UNICAMP 246p.

MATTOS, P. P. 1999. *Identificação de Anéis Anuais de Crescimento e Estimativa de Idade e Incremento Anual em Diâmetro em Espécies Nativas do Pantanal da Nhecolândia, MS*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná, 116 p.

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. 2004. Potencial Dendroecológico de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. *Bol. Pesqu. Fl.* 48: 93-103.

MATTOS, P. P.; TEIXEIRA, L. L.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M.; BOTOSSO, P. C. 2003. *Anatomia de Madeiras do Pantanal Mato-Grossense (Características microscópicas)*. Colombo: Embrapa Florestas; Corumbá: Embrapa Pantanal, 182p.

McBRIDE, J. R. 1983. Analysis of tree rings and fire scars to establish a fire history. *Tree Ring Bulletin* 43: 51- 65.

MENEZES, M.; BERGER, U.; & WORBES, M. 2003. Annual growth rings and long-term growth patterns of mangrove trees from the Bragança peninsula, North Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 11: 233–242.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta bot. Brás* (18)3:659-669.

OKIDA, R. & ANJOS, C.E. 2000. Geomorfologia. In: SANTOS, J.S.V. *Zoneamento Ambiental; Borda Oeste do Pantanal-Maciço do Urucum e Adjacências*. Brasília: Embrapa 47-54.

OLIVEIRA, C. W.; CALLADO, C. H.; MARQUETE, O. 2001. Anatomia do lenho de espécies do gênero *Nectandra* Rol. ex Rottb. (Lauraceae) *Rodriguésia* 52(81): 125-134.

PALERMO, G.P.; LATORRACA, J.V.F.; ABREU, H.S. 2002. Métodos e Técnicas de Diagnóstico dos Anéis de Crescimento de Árvores Tropicais. *Floresta e Ambiente* 9(1):165-175.

PAULA, J. E. & ALVES, J.L.H. 1997. *Madeiras Nativas – Anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso*. Fundação Mokiti Okada. 543p.

POTT, A.; SILVA, J.S.V.; SALIS, S.M.; POTT, V.J.; SILVA, M.P. 2000. Vegetação e Uso da Terra. In: SANTOS, J.S.V. *Zoneamento Ambiental; Borda Oeste do Pantanal-Maciço do Urucum e Adjacências*. Brasília: Embrapa. Cap.8 111-131.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPHINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M.A.D.; MARTINS, L. H. P.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A. C. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de Terra-Firme na Amazônia Central*. INPA. 816p.

RUBINO, D. L. & McCARTHY, B. C. 2002. Teaching Botany Ecology & Statistical Principles Through Tree Ring Studies. *The American biology teacher*. 64(9): 689-695.

SANTOS JÚNIOR, A. 2006. *Aspectos populacionais de Sterculia apetala (Jacq.) Karst (Sterculiaceae) como subsídio ao plano de conservação da arara-*

azul no sul do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. (Dissertação, Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 58p.

SCHONGART, J.; PIEDEDE, M. T. F. & WORBES, M. 2000. Successional Differentiation in Structure, Floristic Composition and Wood Increment of Whitewater Floodplain Forests in Central Amazonia. *German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems – Achievements and Prospects of Cooperative Research* 589-606p.,

SCHONGART, J.; JUNK, W.J.; PIEDEDE, M.T.F.; AY R E S S, J.M.; TTERMANN, A.; WORBES, M. 2004. Teleconnection between tree growth in the Amazonian floodplains and the El Niño–Southern Oscillation effect. *Global Change Biology*. 10: 683–692.

SCHONGART, J.; ORTHMANN, B.; HENNENBERG, K. J.; POREMBS, S. & WO R B E S, M. 2006. Climate–growth relationships of tropical tree species in West Africa and their potential for climate reconstruction. *Global Change Biology* 12: 1139–1150.

SCHWEINGRUBER, F.H. 1988. *Tree Rings: basics and applications of dendrochronology*. Dordrecht: Kluwer Acad, 276p.

SEITZ, R.A.; KANNINEN, M. 1989. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in southern Brasil: preliminary results. *IAWA Bull.* 10(2):170-174.

SILVA JR., M. C. 2005. Fitossociologia e estrutura diamétrica na mata de galeria do Pitoco, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. *Cerne*. Lavras 11(2):147-158.

SORIANO, B.M.A. 1997. Caracterização climática de Corumbá-MS. *Embrapa. Boletim de Pesquisa* 11: 25p.

TONINI, H.; FINGER, C. A. G. SCHNEIDER, P. R. 2003. O crescimento da *Nectandra megapotamica* Mez., em floresta nativa na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*. Santa Maria 33(1):85-90.

TROUET, V.; HANEGA, K.; COPPIN, P. & BEECKMAN, H. 2001. Tree Ring analysis of *Brachystegia spiciformis* and *Isoberlinia tomentosa*: evaluation of the ENSO-SIGNAL in the Miombo woodland of Eastern Africa. *IAWA Journal* 22 (4): 385–399.

URQUIZA, M.V.S. 2004. *Crescimento e idade de árvores de uma mata decídua, Ladário-MS*. (Monografia de Graduação). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 33p.

VETTER, R.; BOTOSSO, P.C. 1988. Observações preliminares sobre a periodicidade e taxa de crescimento em árvores tropicais. *Acta Amazônica* 18(1-2):189-196p.

----- . 1989. Remarks on age and growth rate determination of amazonian trees. *IAWA Bull.*10: 133-145.

----- . 1993. A Idade de Árvores da Amazônia. *Acta Amazônica*. 2: 405-417.

WEHR, M. J.; TOMAZELLO-FILHO, M. 2000. Caracterização dos anéis de crescimento de árvores de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze, através de microdensitometria de raio-X. *Scientia forestalis*. 58: 161-170.

WORBES, M. 1985. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. *Amazoniana*. 9:459-484.

----- . 1988. Variety in structure of annual growth zones in *Tabebuia barbata* (E. MEY.) SANDW., Bignoniaceae, a tropical tree species from Central Amazonian forests. *Dendrocronologia* 16: 71-89.

----- . 1989. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the Neotropics. *IAWA Bull.* 10(2): 109-122p.

----- . 1990. Dendrochronological studies on tropical trees. *Plant Res. Develop.* 32: 86-98.

----- . 1992. Occurrence of seasonal climate and tree rings research in the tropics. *Lundqua Report.* 34: 338-342.

----- . 1995. How to Measure Growth Dynamics in Tropical Trees – A review. *IAWA Journal.*16(4) 337-351.

----- . 1999. Annual growth rings, rainfall-dependent growth, and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology* 87: 391-403.

WORBES, M. & JUNK, W. J. 1989. Dating tropical trees by means of ¹⁴C from bomb tests. *Ecology.* 70(2): 503-507.

WORBES M.; STASCHEL, R. ROLOFF, A. & JUNK, W. M. 2003. Tree rings analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. *Forest Ecology and Management* 173: 105-123.