

PATRÍCIA PÓVOA DE MATTOS

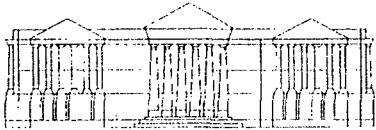
**IDENTIFICAÇÃO DE ANÉIS ANUAIS DE CRESCIMENTO
E ESTIMATIVA DE IDADE E INCREMENTO ANUAL
EM DIÂMETRO DE ESPÉCIES NATIVAS DO
PANTANAL DA NHECOLÂNDIA, MS**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação
em Engenharia Florestal do Setor de Ciências
Agrárias da Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do grau e
título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Rudi Arno Seitz

CURITIBA

1999



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de **DOUTORADO**, apresentada pela candidata **PATRÍCIA PÓVOA DE MATTOS**, sob o título **"IDENTIFICAÇÃO DE ANÉIS ANUAIS DE CRESCIMENTO E ESTIMATIVA DE IDADE E INCREMENTO ANUAL EM DIÂMETRO DE ESPÉCIES NATIVAS DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA, MS"**. para obtenção do grau de **Doutor** em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese, com média final: (**9,3**), correspondente ao conceito (**A**).

Curitiba, 12 de fevereiro de 1999.

Prof. Dr. Mário Tomazello Filho
Primeiro Examinador
ESALQ

Pesq. Dr. Antônio Aparecido Carpanezi
Segundo Examinador
EMBRAPA

Profa. Dra. Graciela Inez Bolzon de Muniz
Terceira Examinadora
UFPR

Prof. Dr. Antônio Carlos Nogueira
Quarto Examinador
UFPR

Prof. Dr. Rudi Argo Seitz
Orientador e Presidente da Banca
UFPR



AGRADECIMENTOS

A meus filhos, Felipe e Tiago, e a Eduardo, meu marido, por toda paciência, compreensão e apoio, todos os dias, independente do meu humor ou ânimo.

A minha mãe, irmãos, cunhados e minha sogra, que compreenderam e apoiaram mais essa investida em minha vida.

A meu orientador, Prof. Dr. Rudi Arno Seitz, por todo apoio, sugestões, compreensão e amizade, durante o decorrer deste trabalho.

A EMBRAPA *Pantanal*, pela liberação de minhas atividades, para que eu pudesse desenvolver este trabalho; e a meus chefes Dr. João Baptista Catto e Dr. Mario Dantas, pelo apoio durante o trabalho e viagens de coleta.

A EMBRAPA *Florestas*, que me acolheu no laboratório de Tecnologia da Madeira, para o preparo das lâminas. Mais diretamente aos colegas José Carlos e Erich, que me colocaram muito a vontade para trabalhar e desenvolver meu trabalho sem restrições de espaço ou material.

A Suzana, amiga de todas as horas, que me ajudou nas coletas, identificação do material botânico e com críticas e sugestões no texto final.

A Paule Jeanne pela amizade e pelo apoio na obtenção de material de laboratório, sempre que necessário.

A Soli e ao Sidney pelas dicas para o uso das navalhas e corantes, e ao Sérgio, pelo trabalho de desenho.

A Lídia, pela paciência e zelo na correção das referências bibliográficas e a Rosana pelas buscas incessantes pelo COMUT, sempre com muita paciência e bom humor.

Aos professores e colegas: Graciela, Yoshiko, Lincoln, Higa, Carpanezi, José Carlos, Ivan, Maisa, Cristina e Claudia pelas correções e sugestões na redação deste trabalho.

Ao Edilson, pela ajuda estatística na reta final.

Ao CNPQ pela bolsa de estudos.

Aos amigos do apoio moral de cada dia.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 FENOLOGIA DO CRESCIMENTO ANUAL DAS ÁRVORES.....	3
2.2 FORMAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO.....	6
2.3 DETERMINAÇÃO DA IDADE	12
2.4 DETERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	18
3.2 COLETA DO MATERIAL	21
3.2.1 Preparo e análise das amostras dos ramos	23
3.2.2 Preparo e análise das amostras dos caules	24
3.2.3 Estimativa da idade.....	26
3.2.4 Correlação entre a precipitação e o crescimento radial do caule das árvores	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 VERIFICAÇÃO DOS MÓDULOS DE CRESCIMENTO EM EXTENSÃO DOS RAMOS	29
4.1.1 Presença dos anéis anuais de crescimento nos ramos	32
4.1.2 Limites dos anéis de crescimento nos ramos.....	34
4.2 DETERMINAÇÃO DA IDADE E CRESCIMENTO DE ESPÉCIES SELECIONADAS.....	45
4.3 IDADE E CRESCIMENTO DAS OUTRAS ESPÉCIES COLETADAS	56
4.4 RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E INCREMENTO RADIAL.....	70
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES.....	75
5 CONCLUSÕES	78
ANEXO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	ESPÉCIES COLETADAS NA NHECOLÂNDIA, MS	22
TABELA 2 -	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL (mm)	28
TABELA 3 -	LIMITES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO PANTANAL MATO-GROSSENSE, SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA.....	36
TABELA 4 -	IDADE E ALTURA DAS ÁRVORES DE <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	46
TABELA 5 -	INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DE ÁRVORES DE <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	48
TABELA 6 -	IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DO DIÂMETRO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, A 1,3 m DE ALTURA DE <i>Anadenanthera colubrina</i> , var. <i>cebil</i> DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	49
TABELA 7 -	IDADE E ALTURA DAS ÁRVORES (m) DE <i>Tabebuia impetiginosa</i> COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	51
TABELA 8 -	INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO (mm) DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE, DE ÁRVORES DE <i>Tabebuia impetiginosa</i> COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	53
TABELA 9 -	IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DO RAIO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, A 1,3 m DE ALTURA, DE <i>Tabebuia impetiginosa</i> , SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS....	54
TABELA 10 -	IDADE E ALTURA DAS ÁRVORES (m) COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.	57
TABELA 11 -	INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DAS ÁRVORES COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	59
TABELA 12 -	IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO EM DIÂMETRO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, A 1,3 m DO SOLO DAS ÁRVORES COM MAIS DE 20 ANOS COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	60

TABELA 13 -	INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DAS ÁRVORES ENTRE 15 E 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	63
TABELA 14 -	INCREMENTO MÉDIO EM DIÂMETRO, INCREMENTO MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DIAMÉTRICO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO (mm), A 1,3 m DO SOLO DE ESPÉCIES NATIVAS DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	64
TABELA 15 -	INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DAS ÁRVORES COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	67
TABELA 16 -	IDADE, DIÂMETRO TOTAL E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DIAMÉTRICO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO (mm), A 1,3 m DE ALTURA DE ESPÉCIES NATIVAS DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	68
TABELA 17 -	CORRELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E INCREMENTO ANUAL DO RAIOS (mm), EM DIVERSAS ALTURAS DE <i>Tabebuia heptaphylla</i> DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	71
TABELA 18 -	CORRELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E INCREMENTO ANUAL DO RAIOS (mm), EM DIVERSAS ALTURAS DE <i>Anadenanthera colubrina-5</i> DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
FIGURA 2 -	RAMOS DE <i>Pouteria ramiflora</i> (a), <i>Tabebuia aurea</i> (b), <i>Tabebuia impetiginosa</i> (c) E <i>Astronium fraxinifolium</i> (d), COM DESTAQUE PARA OS MÓDULOS DE CRESCIMENTO ANUAL.....	24
FIGURA 3 -	DISCOS DE <i>Tabebuia impetiginosa</i> DE DIFERENTES ALTURAS DA ÁRVORE (a) E DISCO COM OITO RAIOS MARCADOS (b).....	26
FIGURA 4 -	RAMO DE <i>Rhamnidium elaeocarpum</i> , COM DESTAQUE PARA OS MÓDULOS DE CRESCIMENTO DOS TRÊS ÚLTIMOS ANOS.....	30
FIGURA 5 -	RAMO DE <i>Dipteryx alata</i> , COM DESTAQUE PARA OS MÓDULOS DE CRESCIMENTO DOS TRÊS ÚLTIMOS ANOS.....	31
FIGURA 6 -	RAMO DE <i>Qualea grandiflora</i> E ESQUEMA DO NÚMERO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DE CADA MÓDULO.....	33
FIGURA 7 -	DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DOS RAMOS DE <i>Ocotea suaveolens</i> (a) E <i>Pouteria ramiflora</i> (b).....	38
FIGURA 8 -	DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DOS RAMOS DE <i>Terminalia argentea</i> (a), <i>Tabebuia ochracea</i> (b) E <i>Rhamnidium elaeocarpum</i> (c).	40
FIGURA 9 -	DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE <i>Sterculia apetala</i> (a) E <i>Luehea paniculata</i> (b).....	41
FIGURA 10 -	DETALHE DO LIMITE DE ANEL DE CRESCIMENTO DO RAMO DE <i>Albizia niopoides</i>	42
FIGURA 11 -	DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE <i>Fagara hassleriana</i> (a), <i>Anadenanthera colubrina</i> (b) E <i>Tabebuia aurea</i> (c).....	43
FIGURA 12 -	EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM OITO ÁRVORES DE <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	47
FIGURA 13 -	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DE <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	50
FIGURA 14 -	EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM CINCO ÁRVORES DE <i>Tabebuia impetiginosa</i>	52
FIGURA 15 -	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DE <i>Tabebuia impetiginosa</i>	55
FIGURA 16 -	EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM ÁRVORES COM MAIS DE 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	58

FIGURA 17 -	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 M DE ALTURA DAS ÁRVORES COM MAIS DE 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	61
FIGURA 18 -	EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM ÁRVORES ENTRE 15 E 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	62
FIGURA 19 -	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DAS ÁRVORES ENTRE 15 E 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	65
FIGURA 20 -	EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM ÁRVORES COM MENOS DE 15 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	66
FIGURA 21-	ÁREA TRANSVERSAL (cm ²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DAS ÁRVORES COM MENOS DE 15 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	69
FIGURA 22 -	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E INCREMENTO ANUAL DO RAIOS (mm), EM DISCOS DE DIFERENTES ALTURAS DE <i>Tabebuia heptaphylla</i> DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.....	73

RESUMO

Informações sobre a influência de fatores ambientais na taxa de crescimento das espécies arbóreas são importantes para a elaboração de planos de manejo de florestas naturais ou plantadas e o estudo de anéis de crescimento é uma ferramenta para a obtenção dessas informações. Regiões tropicais com sazonalidade marcada por estação seca ou períodos de inundação podem levar à formação de anéis anuais de crescimento. Fatores climáticos e edáficos, característicos do Pantanal, sub-região da Nhecolândia, possivelmente induzem a um período de dormência das árvores levando à formação de anéis anuais de crescimento. Objetivou-se com este trabalho: 1) identificar espécies arbóreas nativas do Pantanal da Nhecolândia que apresentem anéis anuais de crescimento, utilizando para isso os módulos de crescimento anuais dos ramos; 2) determinar a idade das árvores; e 3) determinar os incrementos radiais dessas árvores. As coletas de ramos e discos do caule das árvores foram realizadas, em julho de 1996, na fazenda Nhumirim, de propriedade da EMBRAPA *Pantanal*, localizada na sub-região da Nhecolândia, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul. As amostras de ramos e discos do caule foram coletadas de 27 espécies em áreas com vegetação de cerrado, cerradão e mata (Savana Arborizada, Savana Florestada e Floresta Estacional Semidecidual). De *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e *Tabebuia impetiginosa* foram coletados discos de oito e seis indivíduos, respectivamente. As árvores foram selecionadas, pela boa formação de copa. Foram determinados nos ramos os três últimos módulos de crescimento anual, através da arquitetura do ramo, presença de folhas, cicatrizes e textura da casca. Foram retiradas amostras de seções transversais do caule de cada árvore a 0,30 m do solo. De alguns indivíduos foram também coletados discos a 1,3; 2,5; 5,0; e 7,5 m ou a cada metro. Os anéis de crescimento foram contados e medidos em oito raios de cada disco. Foi possível identificar os módulos em extensão dos três últimos anos dos ramos das árvores, nas espécies estudadas. Estas apresentam camadas de crescimento distintas, sendo o limite do anel de crescimento marcado principalmente por linha tangencial mais escura evidenciada pelo achatamento e espessamento das fibras e/ou parênquima marginal. O número de anéis de crescimento corresponde a idade pré-determinada do módulo de crescimento do ramo, indicando que o anel de crescimento é anual. Todas as espécies estudadas apresentaram anéis anuais de crescimento. As árvores de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* apresentavam 14 a 30 anos, com crescimento anual médio em diâmetro a 1,3 m do solo variando de 5,4 a 8,0 mm.e, *Tabebuia impetiginosa*, 15 a 30 anos, com crescimento anual médio em diâmetro variando de 4,8 a 11,6 mm. O tempo médio para *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e *Tabebuia impetiginosa* atingirem 40 cm diâmetro foi estimado em, no mínimo, 55 anos. Houve correlação entre precipitação do período de crescimento e incremento anual do raio em *Tabebuia heptaphylla*.

ABSTRACT

The information on the influence of environmental factors upon growth rate of trees is very important for the development of forestry management programs. The investigation of annual growth rings is used as a tool to obtain such information. Tropical regions with seasonal dry or inundation periods may induce the formation of annual growth rings. Climatic and soil factors characteristic of Pantanal, Nhecolândia sub-region, possibly induce the formation of annual growth rings. The aim of this work was: 1) to identify native tree species of the Pantanal of Nhecolândia that present annual growth rings, using the annual growth modules of the branches; 2) to determine the age of the trees; and 3) to determine the radial increments of those trees. The samples of branches and disks of the stem of the trees were collected, in July 1996, in Nhumirim Farm, EMBRAPA *Pantanal*, located in Nhecolândia sub-region, Pantanal, Corumbá - Mato Grosso do Sul. The branches and disks of the stem of 27 trees species were collected in areas with Arboreous Savanna, Forested Savana and Semi-deciduous Dry Forest. Disks from eight trees of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* and six of *Tabebuia impetiginosa* were also collected. The trees were selected, by good canopy formation. The last three modules of annual growth were evident in the branches by the architecture of the branch, presence of leaves, scars and texture of the bark. Traversal section samples of the stem of each tree at 0.3 m height were collected. From some trees disks were also collected at 1.3; 2.5; 5.0; and 7.5 m. The growth rings were counted and measured on eight radii of each disk. It was observed that the environmental conditions of Pantanal, Nhecolândia sub-region, induced the formation of growth layers. It is possible to identify the modules of the last three years of the branches of the species of trees studied. The trees presented distinct growth layers and the boundaries are marked mainly by distinct darker tangential lines through the flattening and thickening of the fibers and/or marginal parenchyma. The number of growth rings corresponds to the branch age growth module previously determined, indicating that the growth ring is annual. All the species studied presented annual growth rings. The trees of *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* were 14 to 30 years old, with diameter increment at 1.3 m height varying from 5.4 to 8.0 mm/year and, *Tabebuia impetiginosa*, 15 to 30 years old, with diameter increment at 1.3 m height varying from 4,8 a 11,6 mm. The average time for *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* and *Tabebuia impetiginosa* to reach 40 cm of diameter was estimated in, at least, 55 years. There was relationship between the precipitation and the annual radial increment of *Tabebuia heptaphylla*.

1 INTRODUÇÃO

Estudos de anéis de crescimento em árvores tropicais são cada vez mais freqüentes. Sua importância está relacionada com o conhecimento dos fatores ambientais que influenciam as taxas de crescimento, a produção de madeira e sua qualidade, o intervalo de rotação e as taxas de reposição. Essas informações são de grande relevância para a elaboração dos planos de corte e plantio, ou mesmo para a manutenção de florestas naturais, como salientado por JACOBY (1989).

O crescimento das plantas é decorrente não apenas do seu genótipo, mas também do seu habitat. Em regiões tropicais onde não ocorre uma estação de repouso definida, a tendência de se produzir um ciclo anatômico em estruturas celulares é muito reduzida, pois a formação dos anéis de crescimento depende da ocorrência de fatores limitantes ao crescimento das árvores e das características genéticas de cada espécie. No entanto, existem regiões tropicais com sazonalidade marcada por estação seca anual, por períodos de inundação (WORBES, 1989), ou por ambientes com estação seca moderada, mas com solos bem drenados, onde as árvores passam por uma fase de dormência, levando à formação de anéis anuais de crescimento (JACOBY, 1989; SEGUIERI; FLORET; PONTANIER, 1995). Em ambientes com sazonalidade climática bem definida, o crescimento periódico da árvore é indicado pelo comportamento da perda de folhas e está relacionado com um alongamento anual periódico do ramo (WORBES, 1995).

A sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense, apresenta sazonalidade climática, com 80% das chuvas concentradas no verão (CADAVID GARCIA, 1984), e solos do tipo Podzol Hidromórfico, de baixa retenção de umidade

(CUNHA, 1980). Observações feitas em estudos fenológicos mostram que a queda ou troca de folhas de muitas espécies arbóreas do Pantanal ocorre em um período determinado do ano (MATTOS; SALIS, 1994; POTT; POTT, 1994; SALIS; MATTOS, 1993), refletindo o ritmo de crescimento destas espécies. A dinâmica de crescimento individual dessas espécies arbóreas ainda é pouco conhecida. No entanto, 11% da área florestada da sub-região da Nhecolândia já se encontrava deflorestada em 1991 (SILVA et al., 1992), ressaltando a necessidade de se buscar, a curto prazo, informações que possam embasar um plano de manejo florestal para a região.

Fatores climáticos e edáficos, e o comportamento fenológico das árvores, característicos da sub-região da Nhecolândia, possivelmente induzem a um período de dormência das árvores, levando à formação de anéis anuais de crescimento. A confirmação da existência dos anéis anuais possibilitará, pela estimativa da idade e do incremento radial médio dos indivíduos, um grande avanço nos estudos da dinâmica das espécies, proporcionando subsídios essenciais à definição de um manejo florestal adequado.

Os objetivos deste trabalho foram:

- identificar espécies arbóreas nativas do Pantanal da Nhecolândia que apresentem anéis anuais de crescimento, pela análise dos módulos de crescimento anuais dos ramos;
- determinar a idade dessas árvores; e
- estimar os incrementos diamétricos de várias espécies.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FENOLOGIA DO CRESCIMENTO ANUAL DAS ÁRVORES

A freqüente exploração de áreas de florestas nativas em regiões tropicais, seja por demanda de madeira ou para aumento de área para agricultura, é prática ainda muito utilizada, mesmo onde pouco se conhece da dinâmica dos ambientes florestados. O conhecimento desses ecossistemas é importante para se descrever e interpretar a situação presente da floresta e das comunidades arbóreas, sendo essencial reconhecer também os distúrbios passados, já que estes influenciaram a situação atual e o desenvolvimento sucessional. Estas informações são fundamentais para o desenvolvimento e implementação de um manejo florestal ecologicamente sustentável (BANKS, 1992).

Fenômenos climáticos como precipitação, temperatura e luz, e fatores edáficos, afetam o crescimento das plantas. Sob certas condições, um destes fenômenos ou fatores pode prevalecer sobre os outros e influenciar, de forma determinante, os mecanismos que regulam o crescimento. Neste caso, isto constitui um fator de interferência limitante, cujas flutuações estabelecem condições favoráveis ou desfavoráveis para o crescimento das plantas (TRENARD, 1982).

O crescimento das plantas abaixo do que seria esperado pelo seu potencial genético é provocado por estresses ambientais, tanto bióticos como abióticos (PALLARDY, 1986). A água, a temperatura e o nitrogênio são os fatores ambientais que mais freqüentemente limitam o crescimento. Quando a temperatura e o suprimento mineral não impõem limitações, o crescimento da planta dependerá,

basicamente, da disponibilidade de água, pois a expansão dos tecidos requer o aumento do volume celular, que depende da manutenção de um balanço hídrico positivo (KOZLOWSKI; KRAMER; PALLARDY, 1991).

Numa planta sob estresse hídrico, inicialmente há redução do crescimento das células, sendo esta uma das respostas mais evidentes ao déficit de água. A divisão e a diferenciação celulares são afetadas posteriormente (LEVITT, 1980). Em ambientes áridos ou pobres em nutrientes, mais fotoassimilados são destinados à produção de raízes finas, sendo menos reservas direcionadas para o crescimento da parte aérea, possivelmente devido à necessidade de aumentar a área de absorção radicial, visando compensar a escassez de água ou nutrientes do solo (OLIVER; LARSON, 1990).

Quanto à distribuição de fotoassimilados pela planta, OLIVER; LARSON (1990) relacionam como ordem decrescente de prioridades as atividades de respiração, produção de raízes finas e folhas, produção de flores e sementes, crescimento primário, crescimento secundário e mecanismos de resistência. Em árvores decíduas, muitas reservas de carboidratos e nutrientes são retiradas das folhas, antes destas caírem, e as substâncias são direcionadas para as gemas e posteriormente para os ramos novos (LARCHER, 1975).

Em climas sazonais, o controle ambiental do crescimento periódico é indicado pela quebra de dormência das gemas, sincronizada com brotações, observadas em árvores decíduas de regiões temperadas ou tropicais, em resposta às temperaturas favoráveis e à precipitação, respectivamente (BORCHERT, 1991). Assim, muitas espécies tropicais apresentam períodos de crescimento e dormência. Esses períodos, no entanto, não ocorrem necessariamente em todas as espécies de uma

mesma região ao mesmo tempo ou anualmente (BROWN, 1974). O crescimento dos ramos e folhas e a produção de matéria seca variam em função de modificações no fotoperíodo e na temperatura, bem como com a combinação destes fatores. A variação pode ocorrer também em função da idade, posição na planta ou potencial genético do indivíduo (LONGMAN, 1978).

O comportamento fenológico sazonal e o crescimento periódico de plantas tropicais têm sido relatado por vários autores (ALVIM, 1964; ALVIM; ALVIM, 1978; AMOBI, 1973; GREATHOUSE; LAETSCH; PHINNEY, 1971). Em ambientes com sazonalidade climática bem definida, o crescimento periódico de árvores é indicado pela perda de folhas e está relacionado com alongamento anual do ramo (WORBES, 1995). COSTER (1927; 1928) observou que a atividade cambial além de não ocorrer durante o período de perda de folhas, era altamente correlacionada com a formação de novas folhas. A redução ou paralisação dessa atividade foi relacionada ao estresse hídrico, sendo indicada também pela variação do incremento do diâmetro do caule das árvores (ALVIM; ALVIM, 1978; BOTOSSO; VETTER, 1991).

Segundo SARMIENTO; MONASTERIO (1983) as folhas de muitas espécies arbóreas perenes ou semidecíduas das savanas vivem por aproximadamente um ano. A queda de folhas ocorre simultaneamente com o desenvolvimento de novas folhas, reduzindo o total de biomassa verde na planta durante aquele período, porém, não permanecendo totalmente sem folhas. O meristema apical dessas plantas reduz suas atividades nas primeiras semanas da estação chuvosa, ficando sem atividade morfogênética durante todo o período.

A formação de folhas novas em árvores é em geral considerada altamente correlacionada com mudanças climáticas. O número de brotos novos ou a duração

de crescimento contínuo do ramo, bem como o número de expansões anuais são reduzidos à medida que a árvore fica mais velha. Quando adulta, esta atividade resulta em um único e curto período de crescimento anual do ramo, como observado em muitas árvores crescendo sob sazonalidade climática bem marcada (BORCHERT, 1978). O crescimento periódico, então, define-se como reflexo de um ritmo endógeno de crescimento vegetativo, variável com o potencial hídrico da planta, regulado pela perda periódica das folhas (BORCHERT, 1980; 1992; 1994; 1996; REICH; BORCHERT, 1984). O déficit hídrico é apontado como o principal fator responsável pela periodicidade do crescimento (BORCHERT, 1978); sua ação, neste caso, ocorre no sistema enzimático que determina o período de repouso vegetativo (ALVIM; MACHADO; VELLO, 1972).

As observações fenológicas são úteis na identificação de espécies em locais onde a paralisação do crescimento pode produzir características anatômicas diferenciadas, as quais marcam a dormência e a retomada do crescimento radial, possibilitando o entendimento da dinâmica de crescimento de cada árvore (JACOBY, 1989).

2.2 FORMAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO

Camada ou anel de crescimento é a camada de madeira ou casca produzida aparentemente durante um período de crescimento (MULTILINGUAL..., 1964). No entanto, devido à periodicidade de formação de anéis de crescimento variar com a espécie, idade e condições de ambiente, podem ocorrer anéis múltiplos formados em uma única estação de crescimento, ou mesmo anéis ausentes. Por este motivo,

não se deve usar o termo como sinônimo de anel de crescimento anual (BROWN, 1974).

Anéis de crescimento são visíveis a olho nu ou através do microscópio, devido a diferenças nas propriedades físicas dos elementos do xilema, produzidos durante o crescimento cíclico (BROWN, 1974).

Os limites dos anéis de crescimento podem ser marcados por uma ou mais mudanças estruturais das células, como: células das fibras com paredes espessadas e achatadas no sentido radial; diferenças de diâmetro dos vasos entre o lenho inicial e o lenho tardio; presença de parênquima marginal; elementos de vasos ou traqueídeos vasculares muito estreitos e numerosos, presentes no lenho tardio e ausentes no lenho inicial; e alargamento dos raios (IAWA..., 1989).

Formação de anéis anuais de crescimento no caule

A distribuição de fotoassimilados na planta ocorre a partir das folhas maduras da parte apical, que suprem as folhas novas, e das folhas maduras das outras partes da árvore, que suprem a parte mediana e basal. O excesso de fotoassimilados produzidos pelas partes mediana e basal contribuem pouco para o crescimento em altura, pois são transportados para o caule principal, favorecendo o crescimento da parte inferior do caule principal e das raízes (DICKSON; ISEBRANDS, 1991).

Nos locais de solos mais secos as variações em anéis anuais parecem estar correlacionadas mais fortemente à temperatura e à precipitação (TRENARD, 1982). Onde ocorre pequena variação de temperatura média anual, a umidade é o principal fator do crescimento cíclico em árvores (WORBES, 1989).

Em regiões com estação seca definida, a largura dos anéis anuais de crescimento está correlacionada com o período de disponibilidade de água (ASH, 1983; DÉTIENNE, 1989; 1995). O limite dos anéis de crescimento em espécies tropicais é formado durante a estação seca mais longa (DÉTIENNE, 1989), expressando o ritmo da atividade cambial. No entanto, sob essa condição ambiental, podem ocorrer situações em que os anéis não são claramente marcados (AMOBI, 1973) ou estão ausentes (COSTER, 1927; 1928; DÉTIENNE, 1995), acarretando maior dificuldade para a identificação e a datação desses anéis.

A madeira formada antes do período de repouso completo, ou durante um período de crescimento lento, mostra geralmente uma fina camada de fibras com paredes ligeiramente espessadas e/ou células mais achatadas que as demais (DÉTIENNE, 1989). Anéis de crescimento distintos, demarcados pelo espessamento e achatamento das fibras, foram observados em três espécies decíduas (*Alchornea sidifolia* Müll. Arg., *Tabebuia cassinioides* (Lam.) D.C., e *Tabebuia umbelata* (Sond.) Sandwith) em locais sujeitos a inundação em trechos de Mata Atlântica de baixada. A única espécie perenifolia estudada (*Symphonia globulifera* L.), apresentou anéis de crescimento indistintos (CALLADO; COSTA; SCARANO, 1998). A madeira das espécies originárias de floresta tropical decídua foi descrita como mais escura, dura e com presença mais abundante de inclusões como cristais e resinas, quando comparadas com espécies da floresta úmida. Espécies da floresta decídua também apresentam elementos de vasos mais curtos e estreitos, fibras e raios mais curtos, maior abundância de poros, maior densidade e paredes de vasos mais espessas que espécies da floresta úmida (BARAJAS-MORALES, 1984).

Nas angiospermas, com porosidade difusa, os anéis de crescimento nem sempre são de fácil visualização, especialmente aqueles cuja única marca entre camadas sucessivas é o achatamento radial dos últimos elementos formados. No entanto, muitas espécies de poros difusos produzem mais fibras que vasos perto do limite do anel de crescimento, o que facilita sua visualização (BROWN, 1974).

ZHANG; BAAS; ZANDEE (1992) observaram maior frequência de porosidade difusa, comparada à porosidade em anel, em várias espécies de Rosaceae de regiões tropicais. Porosidade difusa foi encontrada com maior frequência entre espécies de porte intermediário e em árvores e, em arbustos, porosidade em anel e em anel semiporoso. Diferenças significativas entre habitats foram observadas quanto ao tipo de porosidade, frequência dos vasos, comprimento dos elementos de vasos e altura e composição dos raios. Comparando ambientes, quanto menor a disponibilidade de umidade, menor a frequência de porosidade difusa e maior de porosidade em anel, sendo que porosidade em anel semiporoso mostrou pouca variação em função da umidade disponível. Porosidade em anel também foi observada para *Adesmia horrida* Hook & Arn. por ROIG (1987) em região seca; no entanto, em locais mais úmidos, o autor relatou a ocorrência de anel semiporoso.

Estudos comparativos da influência climática sobre a morfologia de plantas lenhosas da caatinga nordestina e da Amazônia indicaram que, no ambiente semi-árido da caatinga, predomina a porosidade difusa, sendo no entanto frequentes espécies que apresentam anéis semiporosos (SOUZA; LISBOA, 1998). Resultados semelhantes foram encontrados para três espécies de *Prosopis* (*P. caldenia* Burk., *P. chilensis* Stuntz e *P. juliflora* DC.), nas quais foram observadas porosidades variando de difusa, característica de anéis de crescimento formados durante anos

mais chuvosos, até porosidade em anel semiporoso, correlacionada com anos mais secos (GOMES; BOLZON DE MUNIZ, 1988).

BONINSEGNA et al. (1989) realizaram estudos na Argentina, na Província de Misiones, com treze espécies subtropicais. Destas, dez evidenciaram anéis de crescimento (*Cedrela fissilis* Vell., *Parapiptadenia rigida* Benth., *Cordia trichotoma* Vell., *Chorisia speciosa* St.Hil. e *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg. representando um ano de crescimento e *Peltophorum dubium* Spreng., *Myrocarpus frondosus* Fr. Allem., *Ocotea puberula* Nees. et Mart., *Nectandra saligna* Nees. et Mart. e *Enterolobium cortortisiliquum* Vell., não representando crescimento anual) e três tiveram anéis pouco distintos ou ausência de anéis (*Tabebuia ipe* Mart., *Balfourodendron riedelianum* Engl. e *Cabralea oblongifolia* C.DC.). O limite dos anéis de crescimento constituía-se principalmente por células de parênquima axial inicial e/ou terminal, células de fibras radialmente achatadas e/ou de paredes espessadas no início ou no final do anel de crescimento.

Determinação de anéis anuais de crescimento nos ramos

Vários métodos têm sido utilizados com o objetivo de determinar a periodicidade anual das camadas de crescimento. WORBES (1995) menciona diferentes métodos usados para investigar o crescimento rítmico em árvores tropicais, classificando-os em destrutivos e não destrutivos. Entre os destrutivos citam-se: contagem de anéis em árvores de idade conhecida, através de ferimentos de câmbio; datação por radiocarbono; detecção de anos indicadores; análise de correlação das larguras dos anéis e dados climáticos; e uso de isótopos estáveis. Os

métodos não destrutivos englobam estudos fenológicos, fitas dendrométricas ou mensuração de atividade cambial e avaliação do crescimento periódico do ramo.

COSTER (1927; 1928) tentou correlacionar a presença de anéis de crescimento distintos com a periodicidade da extensão dos ramos e sugeriu que espécies decíduas apresentam, em sua maioria, anéis de crescimento demarcados.

Os tipos de crescimento dos ramos de árvores tropicais são semelhantes aos de árvores temperadas, podendo ser cíclicos ou não, sendo freqüentemente contínuos em plantas jovens. Segmentos dos ramos formados periodicamente podem ser identificados por cicatrizes de gemas foliares ou padrões de ramificação (TOMLINSON; LONGMAN, 1981). Anéis múltiplos são freqüentes em espécies tropicais ou subtropicais que possuem crescimento de ramo intermitente, formando um novo anel de crescimento a cada novo fluxo de crescimento (BROWN, 1974). A probabilidade de produzir anéis múltiplos é maior em árvores jovens, devido ao seu vigor e tendência de originar fluxos múltiplos de crescimento do ramo (BROWN, 1974).

Em espécies tropicais como *Cordia alliodora*, *Cecropia* sp. e *Terminalia guyanensis* Eichl., em locais de sazonalidade climática, estudos mostram que há alongamento periódico e anual dos ramos (WORBES, 1995).

VENUGOPAL; KRISHNAMURTHY (1987) observaram o ritmo de produção de xilema secundário nos ramos de quatro espécies decíduas e três perenes. Em três espécies decíduas (*Albizia lebbek* Benth., *Dalbergia sissoo* Roxb. e *Terminalia crenulata* Roth.) houve dois períodos de produção de xilema, correspondentes à perda das folhas em dois períodos do ano e a dois fluxos de atividade cambial e brotação de novas gemas vegetativas, além de formação de folhagem. Em *Tectona*

grandis Linn., a quarta decídua, e nas três perenes, *Calophyllum inophyllum* Lam., *Mangifera indica* Linn. e *Morinda tinctoria* Roxb., houve apenas um período de produção de xilema e um período de queda de folhas.

A formação de um anel de crescimento a cada período de crescimento também foi observada por HERNANDEZ GIL; GARCIA (1977) em *Vallea stipularis* Linn. e por AMOBI (1974) em *Hildegardia barteri* (Mast) Kosterm, exceto em casos de múltiplas expansões vegetativas, ramificação lateral, floração ou injúria, onde observou-se a formação de anéis de crescimento múltiplos. HALLÉ; MARTIN (1968) observaram anéis de crescimento distintos desenvolvidos no xilema secundário de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., onde cada incremento correspondia a uma unidade de extensão. No entanto, por se tratar de uma planta jovem, houve formação de vários anéis de crescimento em um período inferior a um ano. Segundo BORCHERT (1978), em árvores tropicais que apresentam crescimento rítmico na fase jovem, como *Hevea brasiliensis*, o número de fluxos de crescimento durante o ano tende a diminuir, à medida que a árvore fica adulta, reduzindo geralmente para um ou dois por ano.

2.3 DETERMINAÇÃO DA IDADE

O número de anéis de crescimento numa seção próxima ao solo pode ser usado para se determinar a idade da árvore. Um certo número de anos deve ser acrescentado, entretanto, para compensar o tempo que a planta jovem levou para atingir aquela altura. Isso depende da taxa de crescimento em altura de cada

espécie e de cada indivíduo. A determinação correta deveria também levar em conta a possível presença de anéis falsos ou descontínuos (TSOUMIS, 1969).

A presença eventual de falsos anéis, ou a ausência destes, traz, em geral, uma certa imprecisão na avaliação da idade. A presença de falsos anéis pode induzir a uma avaliação superestimada, enquanto os anéis ausentes podem levar a uma subestimativa da idade. Esta subestimativa pode ser causada pelas dificuldades em reconhecer os primeiros anéis de crescimento, que podem não ser muito visíveis na madeira jovem, formados quando a árvore ainda estava no sub-bosque (DÉTIENNE, 1989).

Falsos anéis formam-se em resposta a diferentes influências ambientais, que causam distúrbios intra-sazonais de crescimento, podendo ocorrer mais de um anel durante uma única estação de crescimento. Falsos anéis podem ser detectados em todas as espécies, mas são mais comuns em árvores que crescem nas regiões secas. Anéis descontínuos são, por definição, aqueles que não formam um círculo completo ao redor da medula. Isto pode ser decorrente de uma injúria local do câmbio ou pela inatividade do câmbio em virtude de falta de nutrição (TSOUMIS, 1969).

Em locais onde a umidade do solo é adequada, os anéis anuais podem ser largos e exibir pouca variação de largura de ano para ano, exceto pelo decréscimo gradual em largura com o aumento da idade da árvore. Por outro lado, em regiões áridas ou semi-áridas, os anéis são estreitos e mostram variações marcantes em largura (FANH, 1990).

A amostragem direcionada para dendrocronologia em um local ainda não estudado deve focalizar o maior número de espécies e, dentre as que apresentarem

os anéis mais distintos, deve-se coletar o maior número possível de amostras (WORBES, 1989).

O sucesso dos trabalhos de dendrocronologia nos trópicos depende em grande parte da seleção cuidadosa do local e da estratégia de amostragem. Os resultados são melhores onde os fatores limitantes de crescimentos sazonais são reforçados por características locais. Em florestas de inundação, os maiores efeitos ocorrem nos locais baixos, com períodos longos de submersão; em regiões com estações de seca, nos locais distantes de fontes de água ou em encostas, com suprimento de água mais restrito (WORBES, 1989). Precipitação inferior a 60 mm mensais, por dois meses seguidos, é suficiente para causar paralisação do crescimento da árvore e marcar o anel de crescimento em espécies tropicais (KIRA, 1983¹, citado por KAMO; KIATVUITTION; PURIYAKORN, 1995; WORBES, 1992a, 1995). No entanto, cada situação deve ser estudada detalhadamente, pois já foi observado crescimento de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Acacia auriculaeformis* A. Cunn. ex Benth. e *Azadirachta indica* A. Juss. var. *siamensis* com até 30 mm mensais de precipitação (KAMO; KIATVUITTION; PURIYAKORN, 1995).

2.4 DETERMINAÇÃO DO CRESCIMENTO

A determinação da taxa de crescimento de espécies arbóreas pela anatomia da madeira é uma técnica importante, especialmente naquelas que apresentam anéis anuais visíveis. Em casos onde medidas de diâmetro e altura das árvores não tenham sido feitas anualmente durante seu ciclo de vida, a análise acurada das

¹ KIRA, T. (*Ecology of tropical forest*) Jinbunshoin, Tokyo, 1983. 251p.

propriedades da madeira pode fornecer informações confiáveis sobre as taxas de crescimento passadas. A determinação das taxas de crescimento verificadas pela anatomia da madeira é relativamente fácil em árvores de clima temperado, onde anéis anuais distintos são formados devido a uma estação (o inverno) que induz a dormência e paralisa o crescimento das árvores por um período. Apesar dos anéis anuais de árvores tropicais nem sempre serem facilmente observados, uma periodicidade da atividade cambial pode resultar de uma estação seca definida ou outras sazonalidades rítmicas, como comprimento do dia e radiação solar (AKACHUKU, 1984).

Os anéis de crescimento podem variar em largura. Ocorrem variações em uma mesma árvore, entre árvores e entre espécies. Algumas espécies podem ser de crescimento rápido, enquanto outras apresentam crescimento mais lento, sob as mesmas condições. Em árvores muito velhas, os anéis mais externos tornam-se bem mais estreitos. Em geral, tanto a largura como o padrão de variação de anéis sucessivos são muito influenciados pelas condições de crescimento, sendo importante a disponibilidade de espaço acima e abaixo do solo. Em alguns casos, a largura dos anéis pode ser altamente correlacionada com os dados meteorológicos, principalmente os de precipitação (TSOUMIS, 1969). Além disso, em muitas espécies arbóreas há grande variação da largura da zona de crescimento, dependendo da posição do caule. ROBERTS (1994) verificou em *Abies lasiocarpa* Hook. (Nutt.) que ramos do terço basal da copa apresentavam anéis ausentes, mesmo quando correspondiam a 30% da área foliar total da árvore.

Outro ponto a ser considerado é a largura dos anéis de crescimento dos galhos. Galhos com pequeno desenvolvimento e presença de poucas folhas podem

apresentar anéis de crescimento bem estreitos (ROBERTS, 1994). Em árvores mais velhas, de crescimento lento, os raios mais curtos das seções transversais do caule, geralmente, apresentam menor número de anéis que os mais longos, onde as contagens devem ser realizadas.

A largura dos anéis de crescimento, demarcada por uma zona de fibras de paredes espessadas e uma faixa estreita de células do parênquima, pode variar entre indivíduos, em diferentes alturas da planta, ou entre indivíduos de diferentes idades. A área do anel também pode ser variável, aumentando até certa idade e, posteriormente, apresentando incrementos menores. A área do anel é um índice melhor para comparação de crescimento radial que a largura do anel, como observado em *Louva trichilioides* Harms (AKACHUKU, 1984). Também foi observada variação de séries de anéis entre árvores de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. (SEITZ; KANNINEN, 1989).

Muitos autores têm procurado espécies tropicais que apresentem a largura dos anéis anuais de crescimento correlacionada com variações climáticas. Na tentativa de identificar períodos de grande seca em disco de *Acacia raddiana* Savi, MARIAUX (1975) encontrou dificuldades por se deparar com anéis anuais muito irregulares, por ter trabalhado com indivíduos não muito velhos e pela variação muito marcada entre indivíduos.

Algumas espécies tropicais já foram identificadas como bons indicadores de variações ambientais. Por exemplo, JACOBY; D'ARRIGO (1990) citam o crescimento de *Tectona grandis* correlacionado com o déficit hídrico em Java. *Prosopis flexuosa* DC, originária do noroeste da Argentina, foi considerada por VILLALBA; BONINSEGNA (1989) com potencial para datação cruzada com dados

climáticos. GOURLAY (1995) observou que a largura dos anéis de crescimento de várias espécies africanas de *Acacia* apresenta alta correlação com o total de chuva do ano. No mesmo estudo, foi verificado que o número de faixas estreitas de parênquima marginal preenchido com longas cadeias de cristais corresponde ao número de picos na distribuição de precipitação anual e que a largura dos anéis também apresenta alta correlação com o total de chuva anual.

3 MATERIAL E MÉTODOS

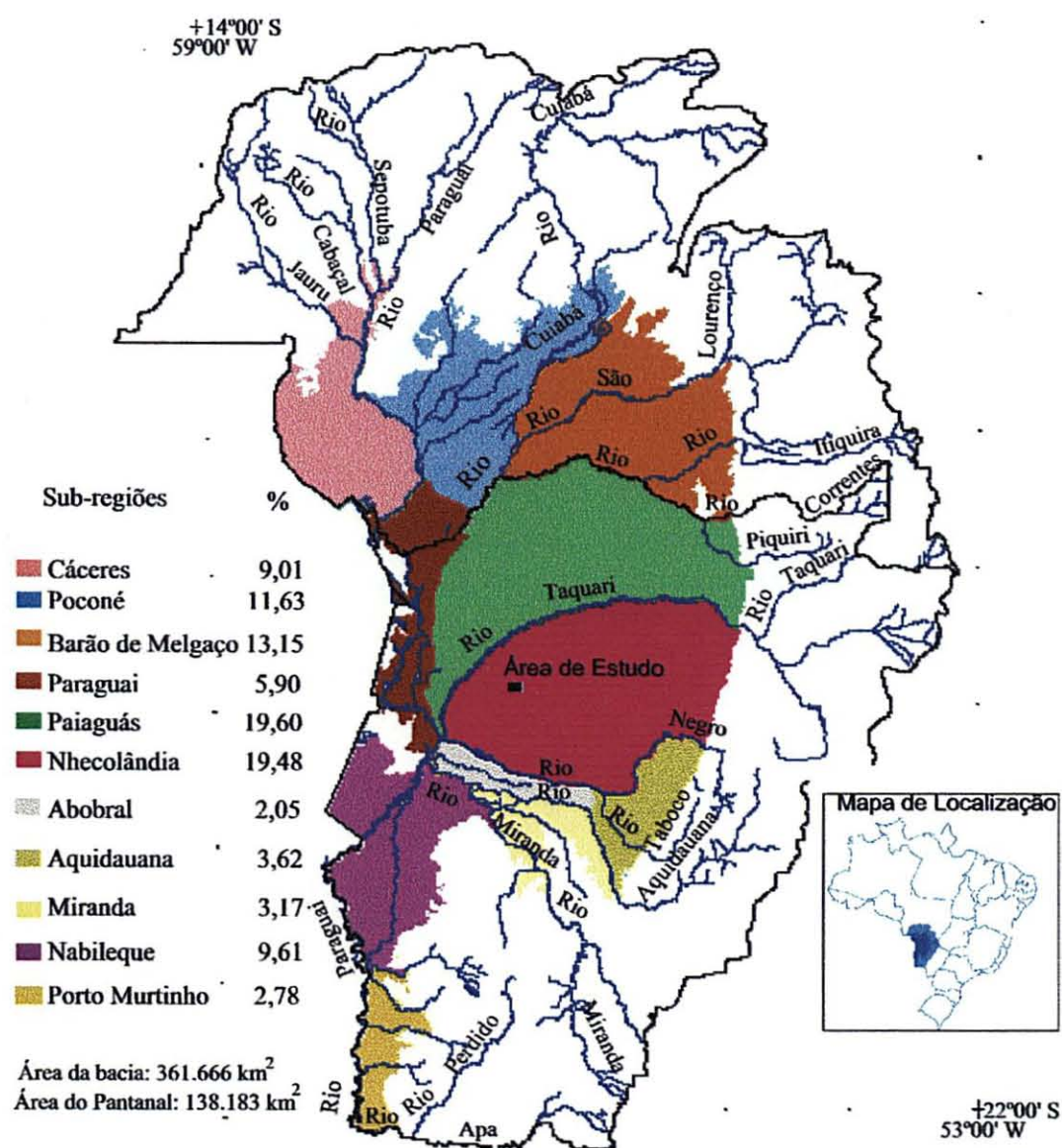
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As coletas de ramos e discos do caule das árvores foram realizadas na fazenda Nhumirim, localizada na sub-região da Nhecolândia, município de Corumbá, Mato Grosso do Sul, de propriedade da EMBRAPA *Pantanal* (FIGURA 1). Esta sub-região apresenta uma fisionomia bastante típica, com “cordilheiras” - paleodiques aluviais cobertos por cerrado, cerradão, mata semi-decídua e mata de galeria, áreas estas não sujeitas à inundação (RATTER et al., 1988). As inundações nas regiões do Pantanal fora do alcance dos rios limitam-se às porções mais baixas do terreno, ditas “baías” (RIZZINI, 1979). A vegetação desta região se enquadra nas características de Região Ecológica da Savana, com formações tipo Savana Florestada (cerradão), Savana Arborizada (Campo Cerrado), Savana Gramíneo-Lenhosa (Campo) e Floresta Estacional Semidecidual (RIZZINI, 1979; VELOSO; RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

As espécies mais freqüentes observadas em área de cerradão da Fazenda Nhumirim são *Magonia pubescens* St. Hil., *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl., *Terminalia argentea* Mart, *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Et DC.) Tol., *Machaerium* sp., *Lafoensia pacari* St. Hil., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Tabebuia roseo-alba* (Rid.) Sandw., *Diptychandra aurantiaca* (Mart.) Tul. e *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. (RATTER et al., 1988). SOARES (1997) relata como mais freqüentes para área de cerradão da Fazenda Nhumirim, dependendo da presença ou não de gado, *Protium heptaphyllum*, *Mouriri elliptica* Mart., *Alibertia sessilis* (Vell.) Schum., *Hymenaea*

stigonocarpa (Mart.) Hayne, *Diospyrus hispida* DC., *Annona dioica* St. Hil., *Curatella americana* L. e *Fagara hassleriana* Chod.

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO*.



* Fonte: ABDON et al., no prelo.

Em área de Cerrado da Fazenda Nhumirim, RATTER et al. (1988) citam como mais freqüentes *Curatella americana*, *Fagara* sp., *Hymenaea stigonocarpa*, *Mouriri elliptica*, *Caryocar brasiliense* Camb., *Tabebuia aurea* (S.Moore) Benth. et Hook., *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., *Byrsonima coccolobifolia* (L.) H.B.K., *Buchenavia tomentosa* Eichl., *Tabebuia impetiginosa* e *Couepia grandiflora* (Mart. et Zucc.) Bth.

Estudos fenológicos com algumas espécies arbóreas na Fazenda Nhumirim relatam perda total ou parcial das folhas durante a estação seca entre junho e agosto em *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Vell.) Bren., *Cordia glabrata* A. DC., *Fagara chiloperone* (Mart.) Engl., *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All., *Tabebuia aurea*, *Tabebuia impetiginosa* e *Diptycandra aurantiaca* (SALIS; MATTOS, 1993) e *Alibertia sessilis*, *Annona dioica*, *Byrsonima verbascifolia* (L.) Rich., *Buchenavia tomentosa*, *Hancornia speciosa* Gom., *Mouriri elliptica*, *Psidium guineense* Sw. e *Rheedia brasiliensis* (Mart.) Pl. et Tr. (MATTOS; SALIS, 1994). *Protium heptaphyllum* não perde as folhas na estação seca, mas da mesma forma que as outras espécies, apresenta brotamento mais intenso durante a estação chuvosa (SALIS; MATTOS, 1993).

Os dados climáticos utilizados foram provenientes da estação experimental (latitude 19°04'S, longitude 56°36'W Gr., altitude 98 m) localizada na fazenda Nhumirim em clima Aw, segundo classificação de Koeppen. A temperatura média anual é superior a 25,5°C. A média anual das temperaturas máximas é de 31,5°C e, nos meses de setembro a janeiro, as máximas absolutas ultrapassam 40°C. Entre maio e agosto ocorre um declínio da temperatura. A média das temperaturas mínimas é 20,3°C e as mínimas absolutas estão próximas de 0°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.182 mm, com média de 80 dias de chuva no ano,

sendo cerca de 70% concentrados entre os meses de novembro a março (CADAVID GARCIA, 1984; SORIANO, 1996). A deficiência hídrica da região é de aproximadamente 330mm e ocorre de fevereiro a novembro, sendo mais pronunciada nos meses de agosto a outubro (SORIANO, 1996).

Os solos da sub-região da Nhecolândia pertencem, predominantemente, ao grupo dos Podzóis Hidromórficos, com textura francamente arenosa e, em condições naturais, apresentam grandes restrições de fertilidade para manejo intensivo (CUNHA, 1980).

3.2 COLETA DO MATERIAL

As coletas foram realizadas em julho de 1996. Escolheu-se o mês de julho por ser característico da estação seca, entre períodos de crescimento. Após a identificação das espécies as excidatas foram depositadas no herbário da EMBRAPA *Pantanal*.

As amostras de discos do caule e ramos do topo das árvores foram coletadas de um único indivíduo das espécies listadas na TABELA 1, em áreas com vegetação de cerrado, cerradão e mata, objetivando-se amostrar o maior número possível de espécies. As árvores selecionadas apresentavam boa formação de copa e foram derrubadas com motosserra, cortadas rente ao solo.

TABELA 1 - ESPÉCIES COLETADAS NA NHECOLÂNDIA, MS

FAMÍLIA	ESPÉCIE	FOLHAS DECIDUIDADE
ANACARDIACEAE	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Decídua ^{1,2}
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia aurea</i> (S. Moore) Benth. et Hook.	Decídua ou semi-decídua ²
	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Decídua ^{1,2,3}
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. et DC.) Toledo	Decídua ^{1,2,3}
	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Decídua ^{2,4}
BORAGINACEAE	<i>Cordia glabrata</i> A. DC.	Decídua ^{1,2}
COMBRETACEAE	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Decídua ²
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Decídua ¹
LAURACEAE	<i>Ocotea suaveolens</i> (Benth. e Hook.) Hier.	*outras <i>Ocotea</i> são semidecíduas ²
LEG - CAESALPINIOIDEAE	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> (Mart.) Hayne	Decídua ²
	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Decídua ^{1,2}
	<i>Sclerolobium aureum</i> Baill.	Decídua ¹
LEG - FABOIDEAE	<i>Andira cuyabensis</i> Benth.	Decídua ¹
	<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K.	Decídua ^{1,2}
	<i>Dipteryx alata</i> Vog.	Perene ²
LEG - MIMOSOIDEAE	<i>Albizia niopioides</i> (Spruce ex Benth.) Burk.	*outras <i>Albizia</i> são decíduas ou semidecíduas ²
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (var. <i>cebil</i>) (Vell.) Bren.	Decídua ^{1,2}
	<i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth.	Decídua ²
MELIACEAE	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss. ssp. <i>elegans</i>	*outra <i>Trichilia</i> é semidecídua ²
RHAMNACEAE	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reiss.	Decídua ²
RUTACEAE	<i>Fagara hassleriana</i> Chod.	*outras <i>Fagara</i> são decíduas ou semidecíduas ^{1,2}
SAPINDACEAE	<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radlk.	Decídua ¹ ou semidecídua ²
SAPOTACEAE	<i>Pouteria ramiflora</i> Radlk.	Semi-decídua ²
STERCULIACEAE	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst	Decídua ¹
TILIACEAE	<i>Luehea paniculata</i> Mart.	*outras <i>Luehea</i> são decíduas ou semidecíduas ²
VERBENACEAE	<i>Vitex cymosa</i> (Bert.) Spreng.	Decídua ¹
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Decídua ²

* Deciduidade de outras espécies do gênero, pela falta de informações sobre a espécie.

¹ POTT; POTT (1994)

² LORENZI (1992)

³ RIZZINI, 1971

⁴ FERRI, 1969

A altura das árvores foi medida após a derrubada, com o auxílio de uma trena, antes da retirada dos discos e dos ramos.

Para exemplificar os cálculos de crescimento em diâmetro que poderão ser usados para o embasamento de estudos de dinâmica de populações foram coletados oito indivíduos de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e seis de *Tabebuia impetiginosa*. Estas espécies foram selecionadas por apresentarem limites dos anéis de crescimento distintos, confirmados em análise prévia.

3.2.1 Preparo e análise das amostras dos ramos

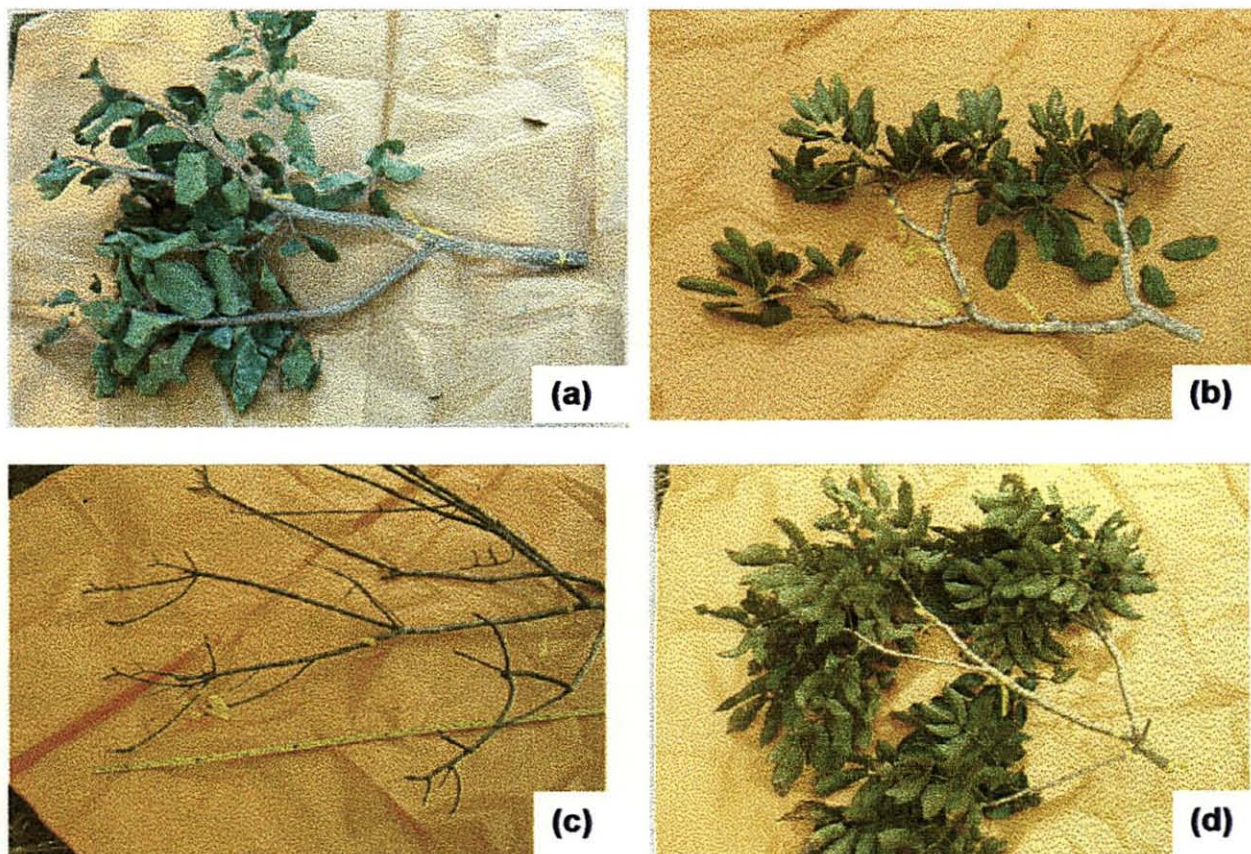
Para cada ramo identificaram-se os três últimos módulos de crescimento anual (FIGURA 2), através da sua arquitetura, presença ou ausência de folhas, cicatrizes e textura da casca.

Da parte basal de cada módulo foi retirada uma seção transversal e armazenada em recipiente etiquetado, contendo solução de álcool 50%, para posterior processamento em laboratório.

Os cortes histológicos das seções transversais dos módulos dos galhos e montagem de lâminas permanentes, coloridas com solução safra-blau, foram preparados nos Laboratórios de Tecnologia da Madeira do Curso de Engenharia Florestal da UFPR e da EMBRAPA *Florestas*.

Os anéis de crescimento observados nas lâminas das seções transversais dos ramos foram contados usando um microscópio, para a comprovação do método proposto.

FIGURA 2 – RAMOS DE *Pouteria ramiflora* (a), *Tabebuia aurea* (b), *Tabebuia impetiginosa* (c) E *Astronium fraxinifolium* (d), COM DESTAQUE PARA OS MÓDULOS DE CRESCIMENTO ANUAL.



3.2.2 Preparo e análise das amostras dos caules

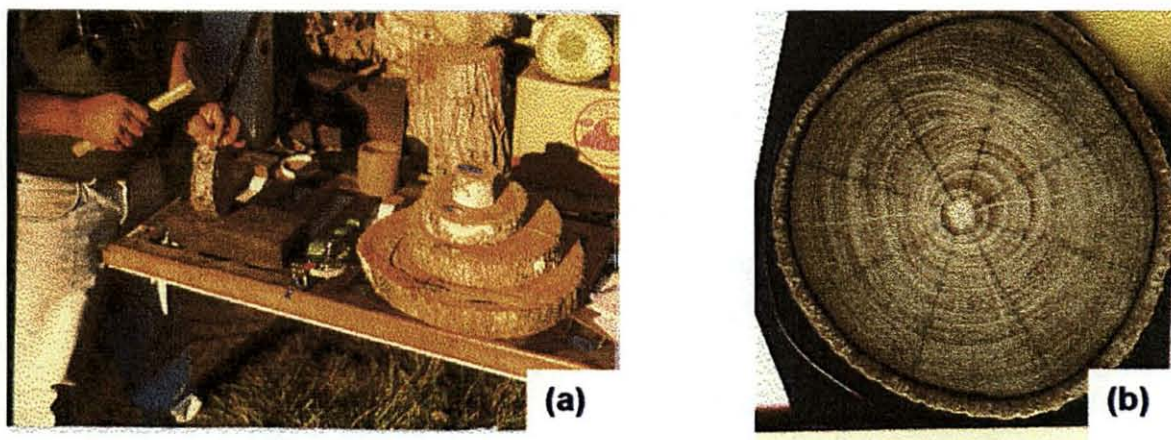
Foram cortadas seções transversais do tronco de cada árvore a 0,30 m do solo. Alguns indivíduos foram seccionados, também, a 1,3 m, altura padrão para coleta de informações em trabalhos com árvores; e 2,5; 5,0; e 7,5 m, alturas normalmente adotadas em sortimentos para laminação. De algumas árvores foram retirados discos de metro em metro, para obter mais informações sobre o

crescimento das mesmas (FIGURA 3a). Após secagem à temperatura ambiente, cada disco foi lixado, progressivamente, com lixas de granulação 40, 80, 120 e 220.

Para facilitar a determinação dos anéis de crescimento nos discos do caule foi feita a descrição anatômica das espécies, utilizando-se uma amostra retirada do disco da base de outra árvore de cada espécie, derrubadas na mesma região. Foram montadas lâminas permanentes, como descritas anteriormente para os ramos, com cortes transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial para cada espécie. Para a determinação das dimensões das fibras, as amostras foram preparadas e submetidas ao processo de maceração em solução constituída por uma mistura de ácido nítrico e ácido acético, conforme procedimentos descritos por BARRICHELO; FOELKEL (1982), para a individualização dos elementos anatômicos da madeira. As medições das características anatômicas foram feitas em microscópio óptico com ocular graduada.

Os anéis de crescimento nos discos do caule foram contados e medidos com um microscópio estereoscópico. Devido à irregularidade do formato das seções transversais dos discos, foram feitas medições, em todos os discos, em oito raios (FIGURA 3b) com o medidor de anéis de crescimento LINTAB, com precisão de 0,01 mm e processadas com o programa *Time Series Analysis and Presentation – TSAP* (RINN, 1996). O crescimento médio dos raios foi calculado utilizando a média quadrática.

FIGURA 3 – DISCOS DE *Tabebuia impetiginosa* DE DIFERENTES ALTURAS DA ÁRVORE (a) E DISCO COM OITO RAIOS MARCADOS (b) .



3.2.3 Estimativa da idade

A idade das árvores foi estimada pelo número de anéis de crescimento do disco da base (0,30 cm de altura).

A idade das árvores em diferentes alturas foi estimada pela diferença do número de anéis de crescimento do disco da base e do disco na altura respectiva.

O tempo mínimo, em anos, necessário para que uma árvore atinja 40 cm de diâmetro, a 1,3 m do solo, pode ser estimado pela equação:

$$A = I + (40 - D)/d$$

Onde,

A: idade estimada de uma árvore para atingir 40 cm de diâmetro;

I: idade da árvore em estudo;

D: diâmetro da árvore em estudo (em cm); e

d: incremento médio dos últimos cinco anos (em cm).

3.2.4 Correlação entre a precipitação e o crescimento radial do caule das árvores

Para comparação do crescimento em diâmetro do caule das árvores e a precipitação anual foi considerada a soma das precipitações mensais ocorridas entre julho de um ano até junho do ano seguinte (TABELA 2), obtidas na Estação Meteorológica de Nhumirim. O período de crescimento foi estimado considerando que ocorre interrupção do crescimento das árvores com precipitação igual ou inferior a 60 mm mensais por dois meses seguidos (KIRA, 1983, citado por KAMO; KIATVUITTION; PURIYAKORN, 1995; WORBES, 1992a, 1995). Foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre a precipitação anual e o crescimento radial (GOMES, 1987).

TABELA 2 - PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL (mm)*

MESES	ANO																		
	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
JULHO	-	9,0	54,0	20,0	0,0	22,0	101,0	0,0	98,2	7,1	9,0	0,0	22,3	17,2	5,2	8,8	14,5	12,2	24,2
AGOSTO	-	0,0	46,0	2,8	0,0	53,2	0,0	112,0	9,0	67,4	24,0	0,0	64,0	24,2	0,0	24,2	4,4	0,0	0,0
SETEMBRO	108,0	125,0	36,6	86,2	14,3	78,8	1,9	53,4	22,1	60,5	4,7	1,0	41,8	28,4	36,1	123,0	1,3	0,6	3,2
OUTUBRO	50,0	84,7	49,0	62,2	87,1	89,4	66,2	14,0	104,0	13,3	109,0	78,4	68,8	22,6	47,4	180,0	44,7	100,0	126,0
NOVEMBRO	178,0	269,0	121,0	199,0	56,0	32,3	224,0	183,0	79,4	114,0	126,0	112,0	72,8	58,9	152,0	169,0	27,3	159,0	187,0
DEZEMBRO	205,0	120,0	315,0	220,0	214,0	174,0	214,0	181,0	32,1	289,0	210,0	233,0	90,3	80,0	192,0	201,0	258,0	235,0	159,0
JANEIRO	59,0	360,0	42,0	245,0	64,7	403,0	182,0	256,0	296,0	347,0	298,0	267,0	112,0	227,0	238,0	106,0	67,5	265,0	154,0
FEVEREIRO	169,0	69,0	221,0	192,0	209,0	40,8	115,0	99,9	222,0	58,9	309,0	223,0	174,0	93,1	117,0	111,0	188,0	241,0	41,6
MARÇO	233,0	140,0	143,0	133,0	194,0	162,0	97,2	109,0	158,0	80,2	332,0	252,0	62,8	183,0	167,0	171,0	102,0	136,0	219,0
ABRIL	38,5	64,0	178,0	48,4	23,4	10,5	59,1	81,7	33,5	175,0	147,0	152,0	107,0	254,0	92,2	79,4	39,6	56,4	119,0
MAIO	64,0	48,5	17,2	49,7	54,6	88,4	27,7	89,5	92,7	105,0	37,7	10,0	117,0	55,6	93,8	7,8	54,4	11,6	45,3
JUNHO	42,1	0,0	0,0	43,1	69,2	4,6	0,0	0,0	0,3	34,4	0,0	53,0	18,0	21,3	2,0	4,3	44,9	3,7	0,0
TOTAL	1.146,6	1.289,2	1.222,8	1.301,4	986,3	1.159	1.088,1	1.179,5	1.147,3	1.351,8	1.606,4	1.381,4	950,8	1.065,3	1.142,7	1.185,5	846,6	1.220,5	1.078,3

*Fonte: EMBRAPA, 1984; 1996

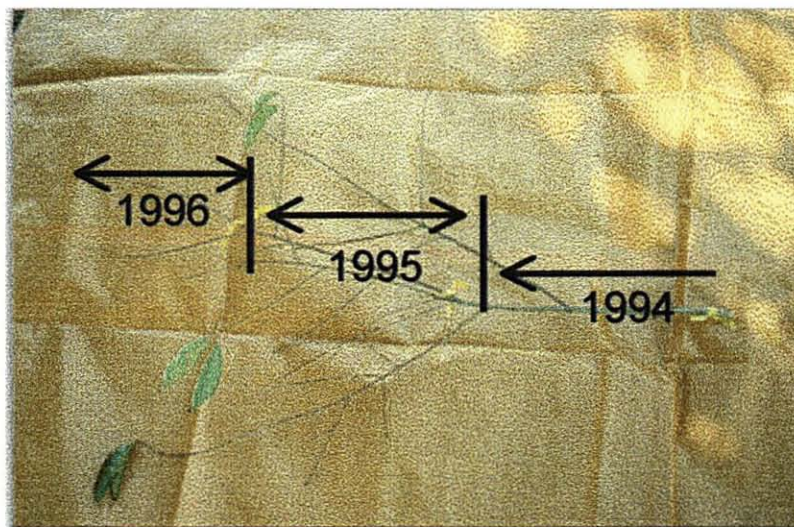
VALORES DE PRECIPITAÇÃO MENSAL DO PERÍODO DE CRESCIMENTO.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VERIFICAÇÃO DOS MÓDULOS DE CRESCIMENTO EM EXTENSÃO DOS RAMOS

Os módulos de crescimento em extensão dos ramos apicais foram identificados em todas as espécies decíduas coletadas. A característica mais utilizada para a determinação dos módulos foi a presença de folhas ou cicatrizes de folhas. Como o trabalho foi desenvolvido com espécies na maioria decíduas ou semi-decíduas e uma perene (TABELA 1), considerou-se importante na determinação do módulo a presença de folhas do ano, que foram facilmente identificadas pela coleta ter sido realizada no final de uma estação de crescimento. Além disso, utilizaram-se outras características, como a arquitetura do ramo e, em alguns casos, as diferenças de textura da casca. O uso destas características para determinar os módulos de crescimento em ramos de árvores tropicais foi mencionado por vários autores (ZIMMERMANN, 1978; TOMLINSON; LONGMAN, 1981; WORBES, 1995). Em todas as espécies, os três últimos módulos foram reconhecidos (FIGURA 4). A determinação dos limites dos módulos de quatro ou mais anos de idade, no entanto, foi dificultada pela apresentação de características, como cicatrizes e diferenças de textura de casca, muito sutis para serem reconhecidas.

FIGURA 4 – RAMO DE *Rhamnidium elaeocarpum*, COM DESTAQUE PARA OS MÓDULOS DE CRESCIMENTO DOS TRÊS ÚLTIMOS ANOS.



O número de anéis de crescimento formados durante o ano, em regiões onde ocorre sazonalidade climática, é variável em função da frequência com que a atividade cambial é interrompida. Em plantas jovens, com ritmo de crescimento diferente das adultas (ALVIM; MACHADO; VELLO, 1972, BORCHERT, 1978) ou em árvores que apresentam mais de uma troca de folhas por ano, pode haver a formação de mais de um anel de crescimento por ano, como em *Hevea brasiliensis* (HALLÉ; MARTIN, 1968), *Albizzia lebeck*, *Dalbergia sissoo* e *Terminalia crenulata* (VENUGOPAL; KRISHNAMURTHY, 1987), e *Terminalia superba* Engl & Diels (FAÏ, 1992).

A sazonalidade fenológica observada nas espécies arbóreas da região estudada (MATTOS; SALIS, 1994; POTT; POTT, 1994; SALIS; MATTOS, 1993), com troca de folhas durante apenas um período do ano, e a sazonalidade climática bem definida (CADAVID GARCIA, 1984; SORIANO, 1996) pressupõem que as árvores locais apresentam apenas um período de crescimento, sendo então de

formação anual os módulos de extensão dos ramos das árvores. O comportamento fenológico sazonal relacionado com o crescimento periódico de plantas tropicais tem sido relatado por vários autores (ALVIM 1964; ALVIM;ALVIM, 1978; ALVIM; MACHADO; VELLO, 1972; AMOBI, 1973; BORCHERT, 1975; 1978; 1980; 1992; BOTOSSO; VETTER, 1991; CALLADO; COSTA; SCARANO, 1998; COSTER, 1927; 1928; GREATHOUSE; LAETSCH; PHINNEY 1971; VETTER; BOTOSSO, 1989). A emissão de um módulo de crescimento anual em extensão dos ramos das árvores de algumas espécies em resposta às condições ambientais foi verificado por WORBES (1995). Segundo este autor, o crescimento periódico da árvore está relacionado ao alongamento anual do ramo e queda das folhas em ambiente com sazonalidade climática bem definida.

Em *Dipteryx alata*, espécie perenifólia, também foi possível identificar os módulos de crescimento dos ramos, semelhantes aos encontrados nas espécies decíduas (FIGURA 5).

FIGURA 5 – RAMO DE *Dipteryx alata*, COM DESTAQUE PARA OS MÓDULOS DE CRESCIMENTO DOS TRÊS ÚLTIMOS ANOS.



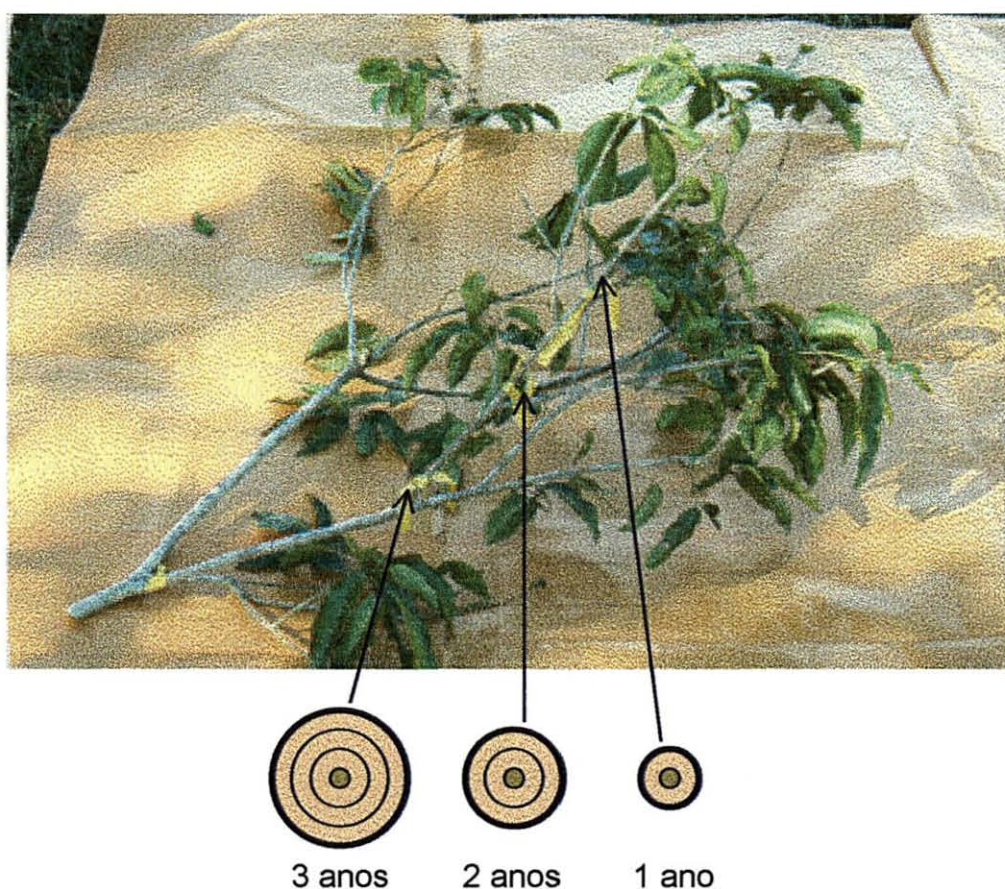
As folhas das árvores das savanas vivem por aproximadamente um ano, sendo que as espécies perenifólias em geral maximizam o crescimento durante a estação chuvosa, ocorrendo a reprodução na estação seca, quando a formação de novas folhas fica limitada pela baixa disponibilidade de água no solo (SARMIENTO; MONASTERIO, 1983). Este comportamento também foi observado em espécies arbóreas da Fazenda Nhumirim (SALIS; MATTOS, 1993; MATTOS; SALIS, 1994). Portanto, a determinação dos módulos de crescimento do ramo de *Dipteryx alata* na subregião da Nhecolândia foi possível, por esta apresentar comportamento fenológico semelhante ao descrito anteriormente para outras áreas de savana, com troca anual de folhas simultânea ao desenvolvimento de novas folhas, não permanecendo totalmente sem folhas.

4.1.1 Presença dos anéis anuais de crescimento nos ramos

Através da análise das seções transversais dos módulos dos ramos, foram observados, em todas as espécies, anéis de crescimento associados aos módulos de crescimento anuais. Para a maioria das espécies o primeiro módulo não apresentou limite de anel de crescimento, representando o crescimento do último ano. Nos demais módulos, houve o incremento de um limite de anel a cada módulo (FIGURA 6). Portanto, quando os módulos em extensão são anuais, os anéis de crescimento também representam a anualidade do crescimento radial. A formação de um anel de crescimento a cada ano também foi observada em ramos de *Cedrela fissilis* Vell. e outras espécies (MATTOS; SEITZ; BOLZON DE MUNIZ, 1997); de *Hildegardia barteri* (Mast) Kosterm (AMOBI, 1974); de *Vallea stipularis*

(HERNANDEZ GIL; GARCIA, 1977); de *Tectona grandis*, espécie decídua, que perde as folhas apenas uma vez ao ano; de *Calophyllum inophyllum*, *Mangifera indica* e *Morinda tinctoria* (VENUGOPAL; KRISHNAMURTHY, 1987); e de *Cordia apurensis*, *Cecropia* sp. e *Terminalia guianensis* (WORBES, 1995).

FIGURA 6 – RAMO DE *Qualea grandiflora* E ESQUEMA DO NÚMERO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DE CADA MÓDULO.



A periodicidade do crescimento das árvores pode ser determinada por diferentes métodos, cada um com vantagens e desvantagens que devem ser consideradas em função do objetivo que se pretende atingir. Os métodos não destrutivos, como estudos fenológicos, fitas dendrométricas, mensuração da

atividade cambial ou avaliação do crescimento periódico do ramo (WORBES, 1995), são de baixo custo, mas demorados, sendo necessária uma seqüência de medições anuais para confirmar a periodicidade de crescimento da árvore. Métodos destrutivos, como datação por radiocarbono e uso de isótopos estáveis são caros (WORBES, 1995). O uso de ferimentos no câmbio seria uma alternativa de baixo custo e muita precisão entre os métodos destrutivos para a determinação da periodicidade de formação do lenho (WORBES, 1995), mas também é moroso, por ser necessário marcar pelo menos um ciclo completo de crescimento. Outra opção seria utilizar anos indicadores ou análise de correlação das larguras dos anéis de crescimento e dados climáticos (WORBES, 1995), mas isso depende da disponibilidade de dados climáticos e da possibilidade de medir as larguras dos anéis de crescimento.

O presente método, que correlaciona o número de anéis de crescimento com o número de anos do módulo de crescimento em extensão do ramo, permite confirmar a periodicidade de crescimento radial da árvore de forma rápida e de baixo custo. Por isso ele é indicado para verificar, em locais com sazonalidade climática bem definida, se a periodicidade de crescimento das árvores é anual.

4.1.2 Limites dos anéis de crescimento nos ramos

Os limites dos anéis de crescimento nas seções transversais dos ramos eram formados, na maioria das espécies, pelo achatamento e espessamento da parede das fibras evidenciado por linha tangencial mais escura. Verificaram-se, também, limites com parênquima marginal ou em faixa, concentração de poros e alargamento dos raios, ou uma combinação entre estes (TABELA 3).

As descrições anatômicas do lenho do caule das espécies encontram-se no ANEXO 1. Foram observados limites de anéis de crescimento semelhantes para o caule e o ramo de *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia aurea*, *T. impetiginosa*, *T. ochracea*, *Terminalia argentea*, *Ocotea suaveolens*, *Andira cuyabensis*, *Stryphnodendron obovatum*, *Trichilia elegans*, *Rhamnidium elaeocarpum*, *Pouteria ramiflora* e *Qualea grandiflora*. Na demais espécies foram detectadas pequenas diferenças entre os limites dos anéis de crescimento descritos no ramo e no caule, sendo, provavelmente, decorrentes da adaptação da árvore ao ambiente, pois as amostras de ramo e de caule foram provenientes de indivíduos diferentes.

Uma diferença verificada foi a ocorrência de anel semi-poroso no ramo, e não no caule, de *Tabebuia heptaphylla*, *Protium heptaphyllum*, *Casearia gossipiosperma*, *Pterogyne nitens*, *Dipteryx alata*, *Albizia niopoides* e *Fagara hassleriana*. Isso se deve, provavelmente, a menor área da seção transversal em estudo no ramo comparada com o disco, pois em algumas espécies há maior concentração dos elementos de vasos nos anéis próximos da medula, sendo difuso nas demais camadas de crescimento. No ramo de *T. heptaphylla*, e no caule de *Cordia glabrata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Bowdichia virgilioides*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e *Fagara hassleriana* não foram observadas variações no espessamento das paredes das fibras, devido ao grande espessamento dessas em toda a área do corte. Também foi constatada presença de parênquima marginal nos limites dos anéis de crescimento do caule e não do ramo (*Pterogyne nitens*, *Dilodendron bipinnatum*, *Luehea paniculata* e *Vitex cymosa*), ou o inverso (*Sclerolobium aureum*), e alargamento dos raios no limite do anel de crescimento apenas nos ramos (*Sterculia apetala* e *Luehea paniculata*).

TABELA 3 – LIMITES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO PANTANAL MATO-GROSSENSE, SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	LIMITE
ANACARDIACEAE	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Fibras de paredes espessadas
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia aurea</i>	Anel semi-poroso, fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Anel semi-poroso e parênquima marginal
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
BORAGINACEAE	<i>Tabebuia ochracea</i>	Faixa de parênquima marginal
	<i>Cordia glabrata</i>	Fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i>	Fibras de paredes espessadas, tendência a acúmulo de poros e parênquima marginal
COMBRETACEAE	<i>Terminalia argentea</i>	Fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
FLACOURTIACEAE	<i>Casearia gossipiosperma</i>	Fibras de paredes espessadas e acúmulo de poros
LAURACEAE	<i>Ocotea suaveolens</i>	Fibras de paredes espessadas
LEGUMINOSAE - CAESALPINIOIDEAE	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
	<i>Pterogyne nitens</i>	Fibras de paredes espessadas e anel semi-poroso
	<i>Sclerolobium aureum</i>	Fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
LEGUMINOSAE - FABOIDEAE	<i>Andira cuyabensis</i>	Fibras de paredes espessadas
	<i>Bowdichia virgilioides</i>	Fibras de paredes espessadas e faixa de parênquima marginal
LEGUMINOSAE - MIMOSOIDEAE	<i>Dipteryx alata</i>	Fibras de paredes espessadas, parênquima marginal e anel semi-poroso
	<i>Albizia niopioides</i>	Fibras de paredes espessadas e tendência a anel semi-poroso
	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	Concentração de poros pequenos, fibras de paredes espessadas e parênquima em faixa
MELIACEAE	<i>Stryphnodendron obovatum</i>	Fibras de paredes espessadas
	<i>Trichilia elegans</i>	Parênquima marginal e tendência a concentração de poros
RHAMNACEAE	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Fibras de paredes espessadas e parênquima marginal
RUTACEAE	<i>Fagara hassleriana</i>	Fibras de paredes espessadas, parênquima marginal e concentração de poros em alguns anéis. Canais axiais intercelulares traumáticos em alguns anéis
SAPINDACEAE	<i>Dilodendron bipinnatum</i>	Fibras de paredes espessadas
SAPOTACEAE	<i>Pouteria ramiflora</i>	Fibras de paredes espessadas
STERCULIACEAE	<i>Sterculia apetala</i>	Fibras de paredes espessadas e alargamento dos raios nos raios multisseriados
TILIACEAE	<i>Luehea paniculata</i>	Fibras de paredes espessadas e alargamento dos raios
VERBENACEAE	<i>Vitex cymosa</i>	Porosidade em anel e fibras de paredes espessadas
VOCHYSIACEAE	<i>Qualea grandiflora</i>	Fibras de paredes espessadas e faixa de parênquima

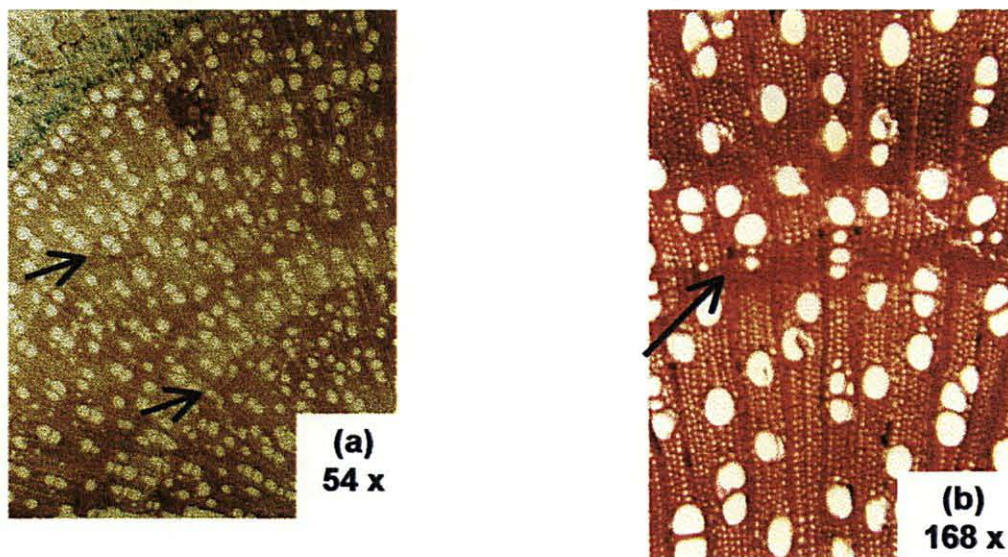
As espécies foram separadas por grupo de limite de anéis, descritos a seguir, para facilitar a exposição dos resultados. Em casos onde não foi possível obter informações na literatura sobre os limites dos anéis de crescimento das espécies, estes foram comparados com os de outras espécies do mesmo gênero. Tal comparação serve como base para estudos futuros das espécies, pois pode haver variação entre espécies do mesmo gênero. Algumas diferenças observadas entre os limites de anéis de crescimento aqui descritos e relatos de literatura são decorrentes, provavelmente, de adaptações das árvores ao ambiente.

Fibras

Foram observados limites de anéis de crescimento demarcados por linha tangencial de fibras de paredes espessadas e achatadas em *Andira cuyabensis*, *Astronium fraxinifolium*, *Dilodendron bipinnatum*, *Ocotea suaveolens* (FIGURA 7a), *Pouteria ramiflora* (FIGURA 7b) e *Stryphnodendron obovatum*.

Foram encontrados relatos de limites semelhantes para outras espécies de *Pouteria* (MAINIERI, 1983), *Astronium* e *Ocotea* (MAINIERI; CHIMELO, 1989; BRASIL, 1981).

FIGURA 7 – DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DOS RAMOS DE *Ocotea suaveolens* (a) E *Pouteria ramiflora* (b).



Outras espécies são descritas com limite de fibras associado ao parênquima marginal (*Andira*; *Astronium*, MAINIERI, 1983; e *Pouteria*, BRASIL, 1981). Anéis de crescimento com limites indistintos foram relatados em espécies de *Pouteria* (MAINIERI; CHIMELO, 1989) e *Ocotea*, (MAINIERI, 1983). Não foram encontrados relatos de limites de anéis de crescimento para espécies dos gêneros *Dilodendron* e *Stryphnodendron*.

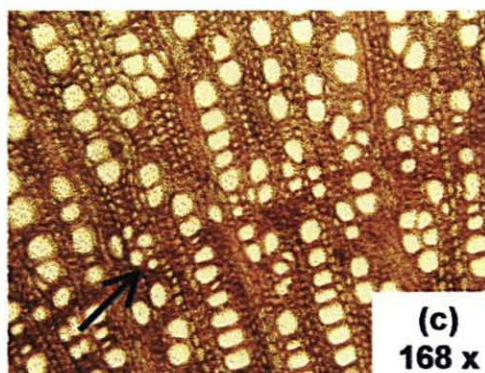
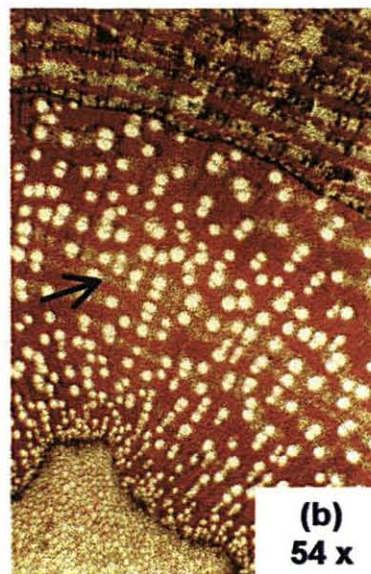
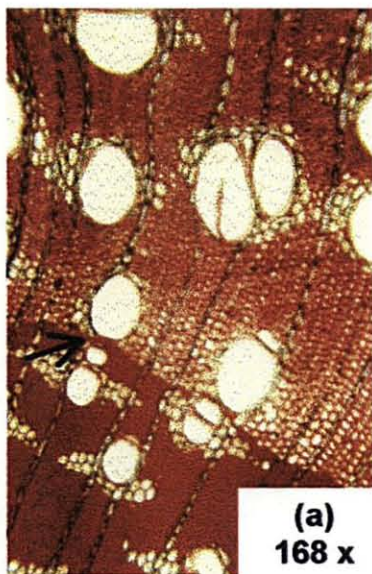
Fibras e Parênquima

Limites de anéis de crescimento demarcados por linha tangencial de fibras de paredes espessadas e achatadas associadas ao parênquima marginal foram observados em nove espécies: *Bowdichia virgilioides*, *Cordia glabrata*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Qualea grandiflora*, *Rhamnidium elaeocarpum* (FIGURA 8c), *Sclerolobium aureum*, *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia ochracea* (FIGURA 8b) e *Terminalia argentea* (FIGURA 8a).

Relatos de limites de anéis de crescimento semelhantes foram encontrados para *Bowdichia virgilioides* e *Tabebuia impetiginosa* (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989). O limite do anel de crescimento em *Tabebuia ochracea* apresentava-se demarcado por fibras de paredes espessadas (MAINIERI, 1983) ou por parênquima (MAINIERI; CHIMELO, 1989).

Com relação aos outros gêneros foi encontrado relato de limite de anéis de crescimento semelhante em *Terminalia* (MAINIERI, 1983). Anéis de crescimento no caule delimitados apenas por fibras de paredes espessadas também foram relatados em *Sclerolobium* por MAINIERI (1983), MAINIERI; CHIMELO (1989), LOUREIRO; VASCONCELLOS; FREITAS (1983), BRASIL (1981). Anéis de crescimento delimitados por fibras de paredes espessadas foram encontrados em *Qualea* (MAINIERI, 1983; BRASIL, 1981); *Terminalia* (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989); *Rhamnidium* (MAINIERI, 1983) e *Cordia* (1989). Anéis de crescimento delimitados apenas por parênquima foram relatados em espécies de *Hymenaea* (BRASIL, 1981, LUCHI; ANGYALOSSY-ALFONSO, 1996; MAINIERI; CHIMELO, 1989) e de *Cordia*, onde o parênquima estava associado ao arranjo de poros (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989). Anéis de crescimento indistintos foram observados em espécies de *Qualea* (MAINIERI, 1962; 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989).

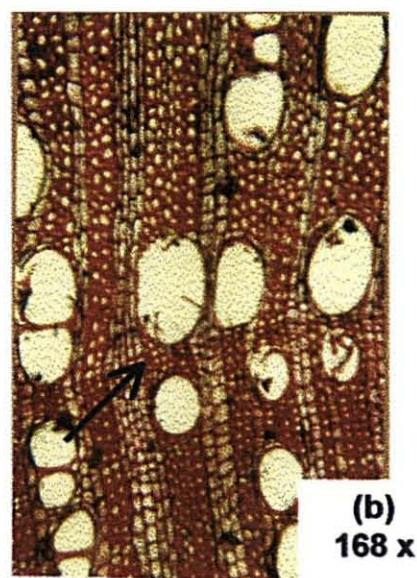
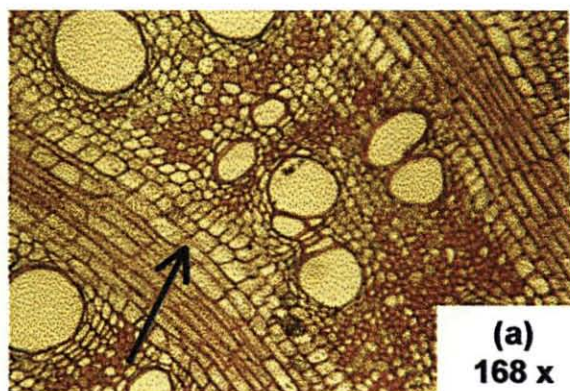
FIGURA 8 – DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE *Terminalia argentea* (a), *Tabebuia ochracea* (b) E *Rhamnidium elaeocarpum* (c).



Fibras e raios

A associação fibras de paredes espessadas e achatadas com o alargamento dos raios no limite do anel de crescimento foi observada, apenas no ramo, de *Sterculia apetala* (FIGURA 9a) e de *Luehea paniculata* (FIGURA 9b). Anéis de crescimento ausentes a indistintos foram relatados em amostras de caules para *Sterculia apetala* (PERNIA ; LEON, 1993). Anéis delimitados por parênquima marginal foram notados para outras espécies de *Luehea*, mas também foram observados anéis de crescimento pouco demarcados (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO,1989).

FIGURA 9 – DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE *Sterculia apetala* (a) E *Luehea paniculata* (b).

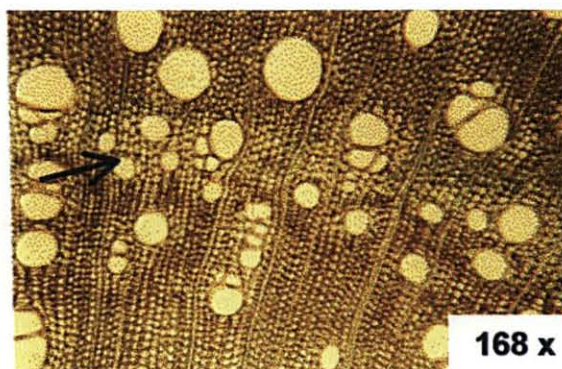


Fibras e Poros

Foram observados anéis de crescimento demarcados por linha tangencial de fibras de paredes espessadas e anel semiporoso em *Albizia niopioides* (FIGURA 10). No ramo de *Vitex cymosa* os anéis de crescimento eram demarcado por fibras

de paredes espessadas e porosidade em anel. No caule o limite também apresentava parênquima marginal, semelhante ao relatado por MAINIERI (1983), para outra espécie desse gênero. *Casearia gossipiosperma* apresentou anéis de crescimento delimitados por fibras e por maior concentração de poros. Outras espécies de *Casearia* foram relatadas com anéis de crescimento delimitados por fibras (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989). Não foi encontrada referência de demarcação de anel de crescimento para o gênero *Albizia*.

FIGURA 10 – DETALHE DO LIMITE DE ANEL DE CRESCIMENTO DO RAMO DE *Albizia niopioides*.

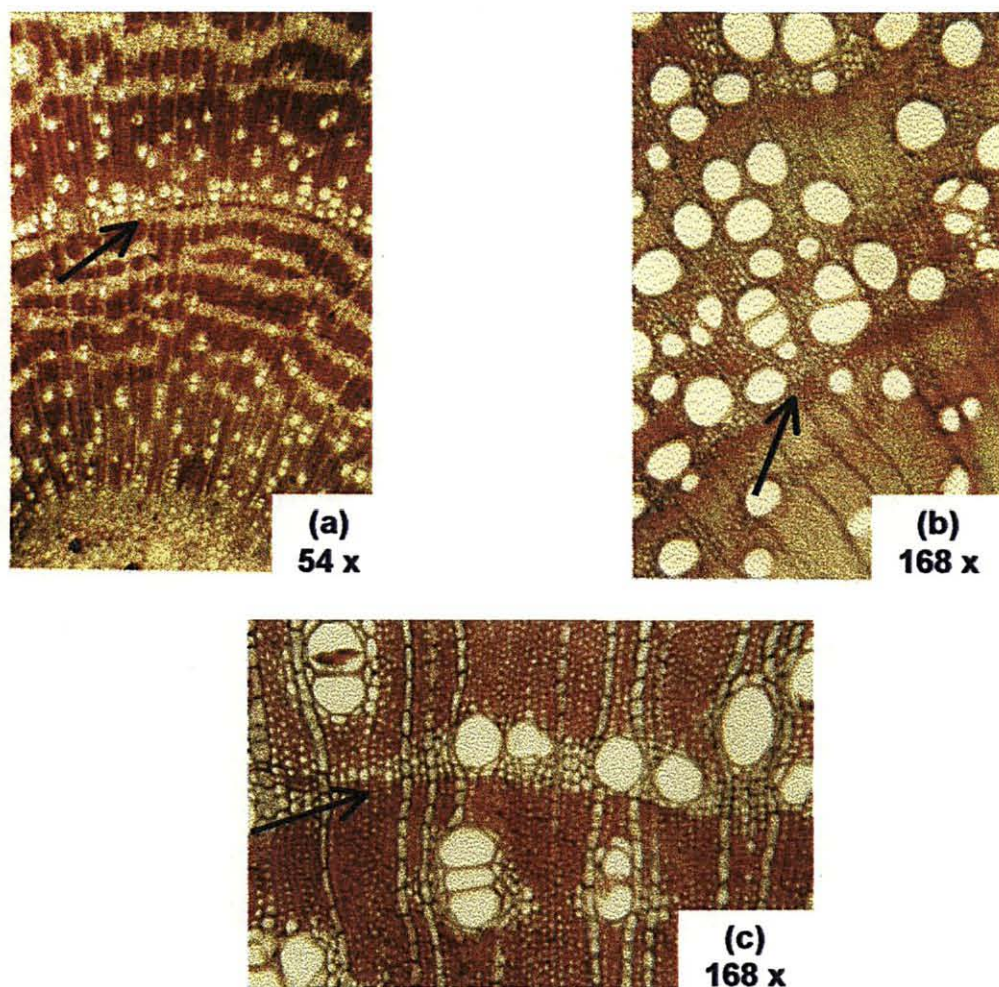


Fibras, Poros e Parênquima

Limites de anéis de crescimento demarcados por linha tangencial de fibras espessadas, concentração de poros e parênquima marginal foram observados em *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (FIGURA 11b), *Dipteryx alata*, *Fagara hassleriana* (FIGURA 11a), *Pterogyne nitens* e *Tabebuia aurea* (FIGURA 11c). Por apresentarem fibras de paredes muito espessadas em toda a área do corte em

Tabebuia heptaphylla e *Trichilia elegans* os limites dos anéis de crescimento foram evidenciados pela concentração de poros e pelo parênquima marginal.

FIGURA 11 – DETALHE DOS LIMITES DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DOS RAMOS DE *Fagara hassleriana* (a), *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (b) E *Tabebuia aurea* (c).



Foram relatados limites de anéis de crescimento semelhantes aos observados em *Tabebuia aurea* (MAINIERI; CHIMELO, 1989) e *Dipteryx alata* (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989), com exceção da concentração de poros. Anéis de crescimento delimitados por parênquima marginal foram ainda relatados para *Tabebuia aurea* (MAINIERI, 1983), *Anadenanthera colubrina* (PERNIA; LEON, 1993)

e *Pterogyne nitens* (MAINIERI, 1983; MAINIERI; CHIMELO, 1989). Não foram encontradas descrições de limites de anéis de crescimento para *Tabebuia heptaphylla*.

Com relação aos outros gêneros, em *Trichilia* os limites dos anéis de crescimento foram descritos como demarcados pelo parênquima marginal (BRASIL, 1981); e em *Fagara*, delimitado pelas fibras de paredes espessadas (PERNIA; LEON, 1993).

4.2 DETERMINAÇÃO DA IDADE E CRESCIMENTO DE *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e *Tabebuia impetiginosa*

A partir de investigações preliminares, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e *Tabebuia impetiginosa* foram selecionadas para exemplificar os cálculos de crescimento. Esta escolha foi feita por serem espécies de interesse econômico na região do Pantanal (POTT; POTT, 1994) e por apresentarem anéis de crescimento distintos. Apesar dos dados encontrados serem bons indicativos de crescimento dessas espécies, requer-se que seja utilizada maior amostragem por espécie para o desenvolvimento de um plano de manejo.

Anadenanthera colubrina

A idade média das oito árvores de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* foi de 20 anos, com mínima de 14 e máxima de 30 anos. A altura média das árvores foi de 11 m, com mínima de 8,5 e máxima de 16 m (TABELA 4).

A idade das árvores de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* em diferentes alturas encontra-se representada na FIGURA 12. O crescimento em altura até 6 m foi semelhante em seis indivíduos, atingindo esta altura com aproximadamente sete anos. Os indivíduos *Anadenanthera-6* e *Anadenanthera-2*, com crescimento inicial em altura bem lento, recuperaram o vigor após os dez anos, chegando *Anadenanthera-2* a 16 m com trinta anos, sem apresentar redução do crescimento em altura. Já *Anadenanthera-6* demonstra estabilização do crescimento em altura aos 10 m com 27 anos.

TABELA 4 - IDADE E ALTURA DAS ÁRVORES DE *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS

ÁRVORE	IDADE (anos)	ALTURA (m)
2	30	16,0
6	27	10,0
4	26	13,0
8	19	13,5
9	15	8,5
10	14	10,0
5	14	9,5
7	14	11,0

O crescimento em diâmetro na base do caule, nos cinco primeiros anos, foi lento (TABELA 5). O incremento médio anual em diâmetro foi 4,6 mm, com mínimo de 2,8 e máximo de 7,0. O mais lento (*Anadenanthera-9*) não correspondeu ao pior desenvolvimento em altura (FIGURA 12). O crescimento em altura inicial bem lento observado em *Anadenanthera-2* também foi observado no desenvolvimento do diâmetro (3,1mm). As árvores com incremento de diâmetro próximo ou superior à média foram as que apresentaram melhor desenvolvimento inicial em altura.

FIGURA 12 - EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM OITO ÁRVORES DE *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*.

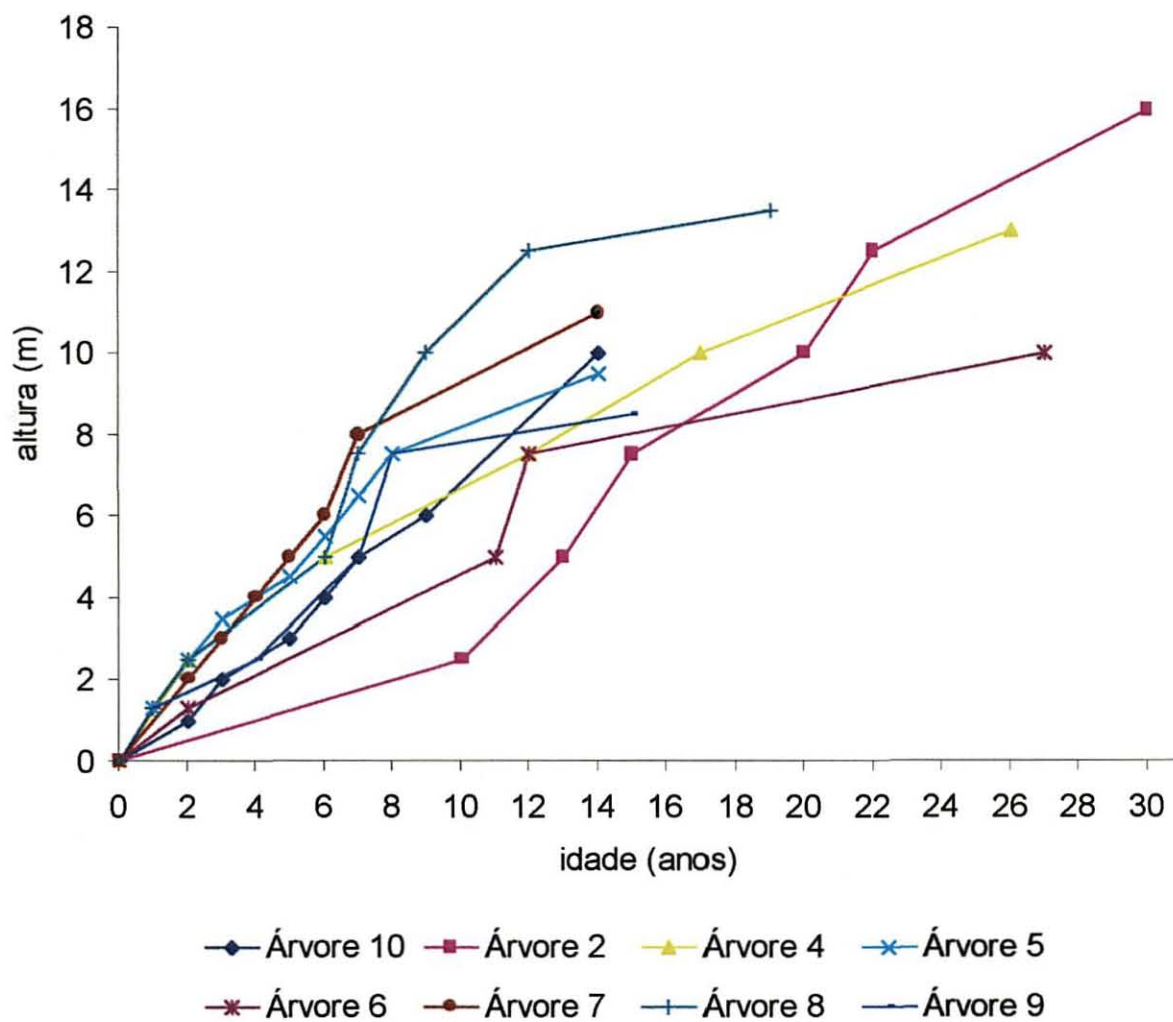


TABELA 5 - INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DE ÁRVORES DE *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ÁRVORE	Incremento médio anual do diâmetro (mm)
5	7,0
10	6,1
7	5,4
8	4,4
6	4,1
4	4,0
2	3,1
9	2,8

Nos discos a 1,3 m de altura, apesar da grande amplitude de idade (12 a 20 anos) e de diâmetros (8,4 a 16,7 cm), tem-se um incremento diamétrico médio de 6,5 mm, com mínimo de 5,4 e máximo de 8,0 (TABELA 6). *Anadenanthera-6*, cujo desenvolvimento em altura foi dos mais lentos, apresentou o menor incremento médio de diâmetro (5,4 mm). Ainda assim, o crescimento secundário a 1,3 m de altura começa a se diferenciar entre as árvores apenas a partir do quinto e do sétimo ano de idade, como se pode verificar pela área transversal das árvores (FIGURA 13). Observa-se, na figura, que a tendência do crescimento secundário de sete indivíduos é semelhante, tendo novamente *Anadenanthera-6* o incremento mais lento. Os dados da TABELA 6 indicam que *Anadenanthera-6* e *Anadenanthera-9* apresentaram incremento médio do diâmetro semelhantes, no entanto

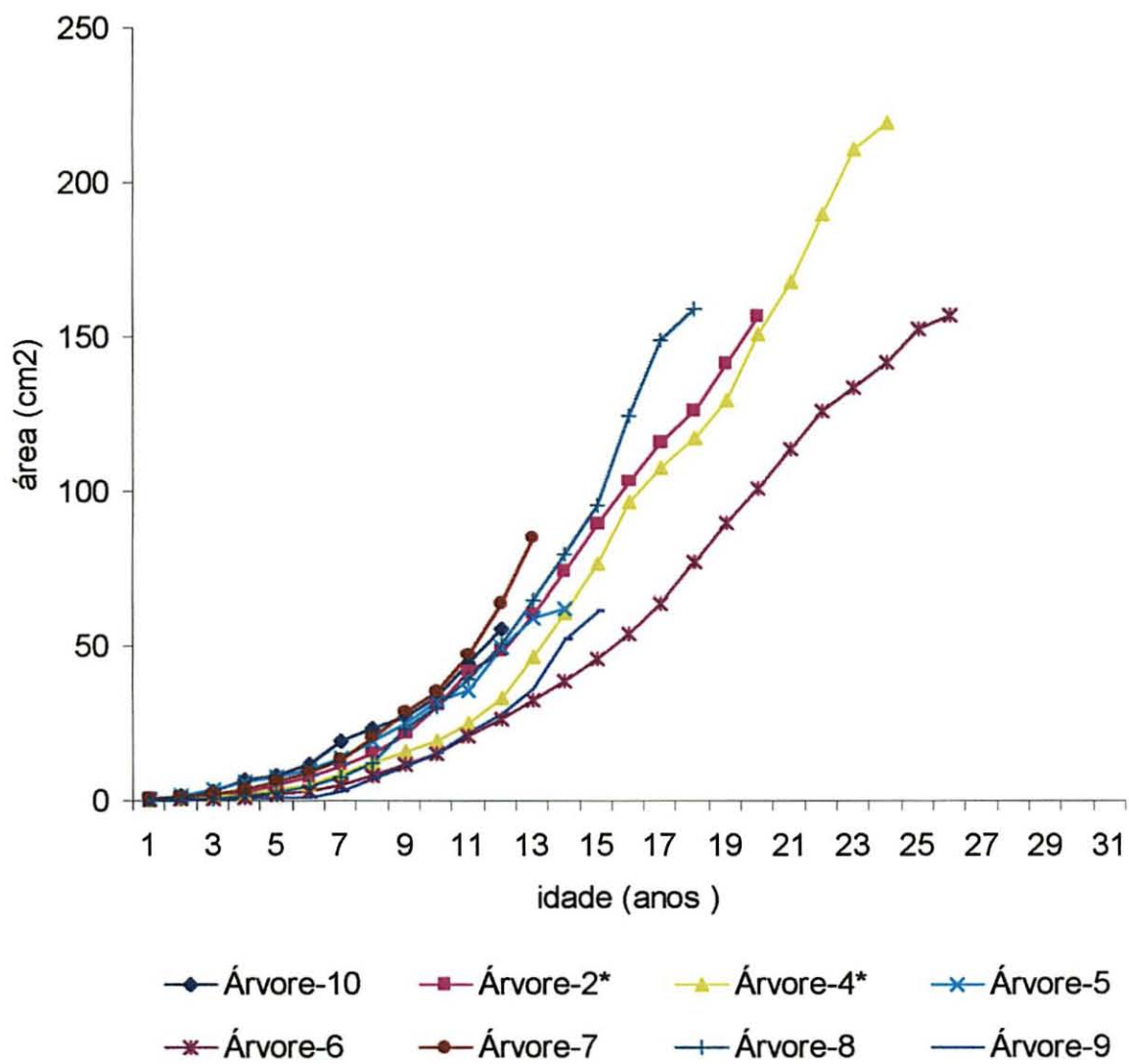
Anadenanthera-9 apresentou crescimento médio dos últimos cinco anos superior ao crescimento médio da população estudada.

TABELA 6 - IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DO DIÂMETRO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, A 1,3 m DE ALTURA DE *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ÁRVORE	Idade a 1,3 m (anos)	Diâmetro (cm)	INCREMENTO DIAMÉTRICO			
			Médio (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média cinco últimos anos (mm)
7	13	10,4	8,0	3,2	13,8	10,6
8	18	14,2	8,0	2,8	16,0	10,4
2	20	14,1	7,0	3,6	10,4	7,0
10	12	8,4	7,0	3,6	10,8	7,0
4	24	16,7	7,0	3,2	12,2	7,8
5	14	8,9	6,4	2,2	11,6	6,6
9	15	8,8	5,8	2,0	13,4	8,8
6	26	14,2	5,4	2,0	8,8	4,2

*Amostras retiradas a 2,5 m do solo.

FIGURA 13 - ÁREA TRANSVERSAL (cm²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DE *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*.



* Amostras retiradas a 2,5 m do solo.

Tabebuia impetiginosa

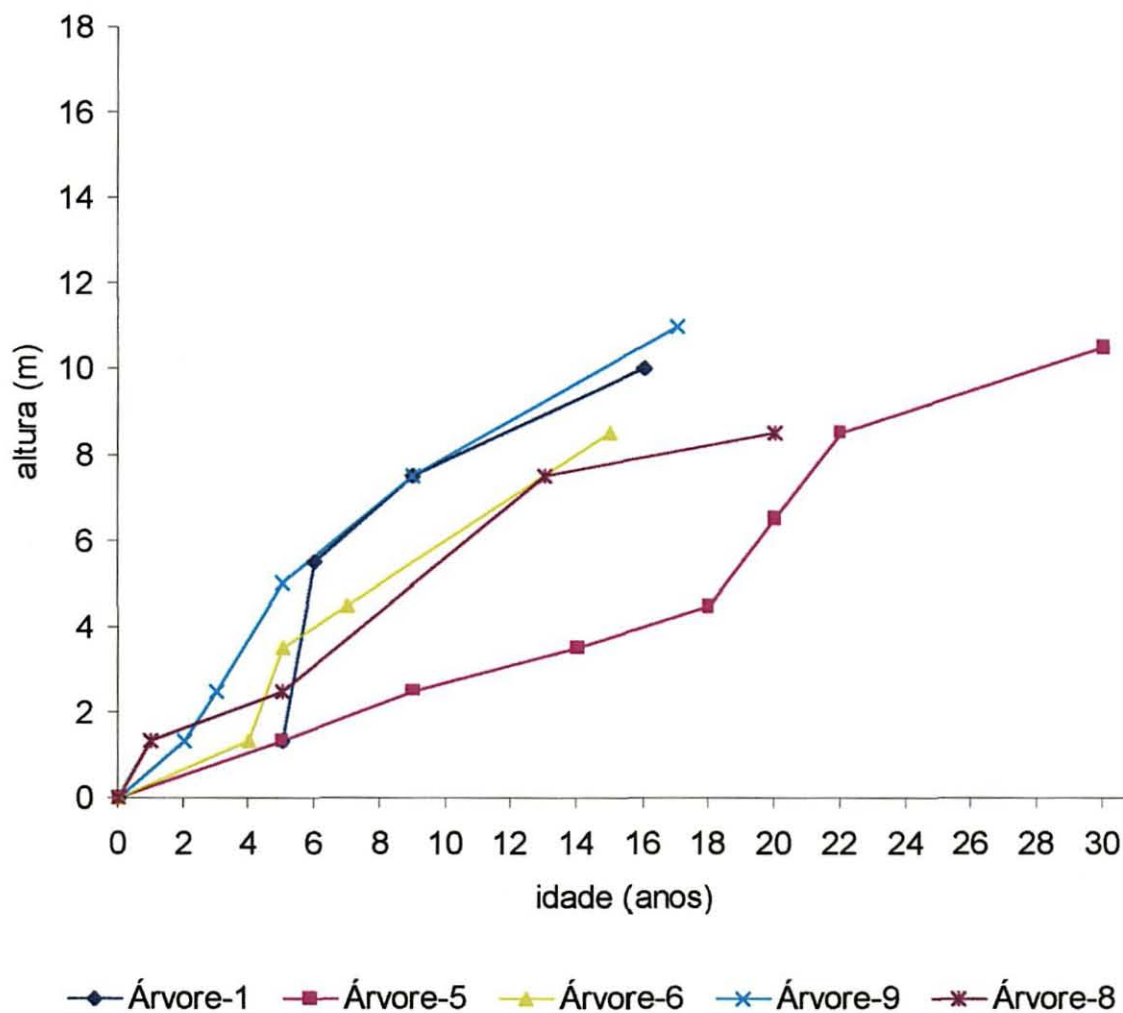
A idade média de cinco árvores de *Tabebuia impetiginosa* analisadas (TABELA 7) foi 20 anos, com mínima de 15 e máxima de 30 anos. A altura média das árvores foi de 10 m, com mínima de 8,5 e máxima de 11 m.

TABELA 7 - IDADE E ALTURA DAS ÁRVORES (m) DE *Tabebuia impetiginosa* COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ÁRVORE	IDADE (anos)	ALTURA (m)
5	30	10,5
8	20	9,0
9	17	11,0
1	16	10,0
6	15	8,5

A idade das árvores de *Tabebuia impetiginosa* em diferentes alturas encontra-se representada na FIGURA 14. Apesar de seis árvores desta espécie terem sido coletadas, foram consideradas apenas cinco para a discussão de incremento de altura comparado com a idade, pois a estimativa da idade da árvore número 7 foi prejudicada devido à danos presentes no disco da base. Quatro indivíduos atingiram quatro metros de altura em até sete anos. No entanto, *T. impetiginosa*-5, com crescimento inicial em altura bem lento, só atingiu os 4 m de altura depois dos 15 anos, aumentando a taxa de crescimento após esta idade.

FIGURA 14 - EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM CINCO ÁRVORES DE *Tabebuia impetiginosa*.



O incremento médio anual em diâmetro na base do tronco, nos cinco primeiros anos, está representado na TABELA 8. O incremento médio foi de 5,5 mm por ano, com mínimo de 2,9 e máximo de 9,5. O mais lento (*T. impetiginosa*-6) não correspondeu ao menor desenvolvimento inicial em altura (*T. impetiginosa*-5), apresentado na FIGURA 14 (*T. impetiginosa*-5, com 3,9mm).

TABELA 8 - INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO (mm) DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE, DE ÁRVORES DE *Tabebuia impetiginosa* COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

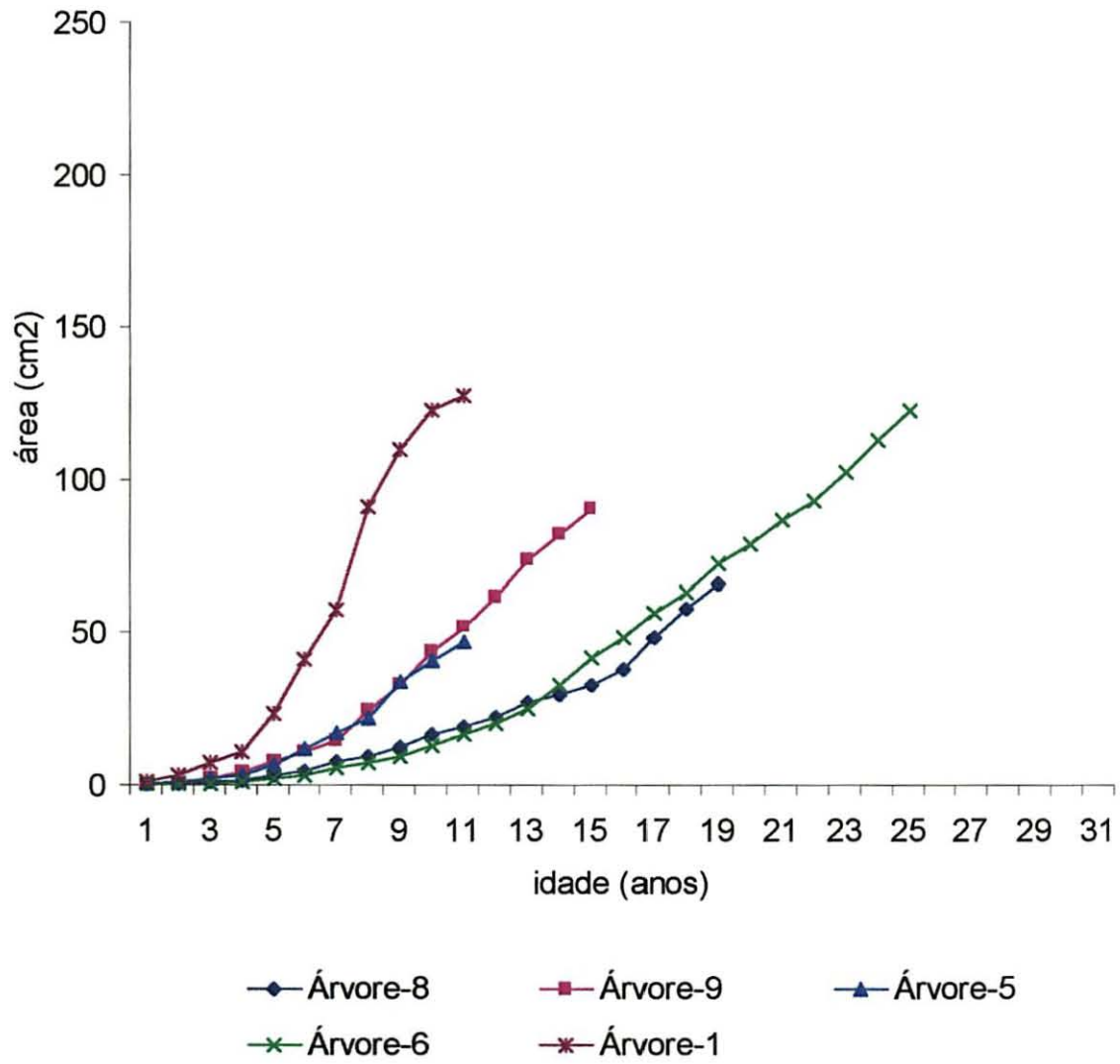
ÁRVORE	Incremento médio do diâmetro (mm)
1	9,5
9	7,0
8	4,3
5	3,9
6	2,9

Houve grande variação do incremento anual médio em diâmetro a 1,3 m de altura para esta espécie, sendo 6,8 mm a média entre as árvores, com mínimo de 4,8 e máximo de 11,6 mm (TABELA 9). A árvore com maior crescimento secundário foi *T. impetiginosa-1*, a mesma que apresentou o maior crescimento inicial em diâmetro e que está entre as melhores com relação ao crescimento em altura. A área transversal acumulada a 1,3 m já começa a se diferenciar a partir do segundo ano, com *T. impetiginosa-1* apresentando o melhor desenvolvimento (FIGURA 15). Os incrementos em área transversal das árvores *T. impetiginosa-7*, 8 e 6 são menores, com ritmo de crescimento mais lento, aumentando a partir dos 15 anos, ficando as demais com crescimento intermediário (*T. impetiginosa-5* e 9). Isto pode ser visualizado na TABELA 9, onde são destacados os valores médios mínimo e máximo de crescimento diamétrico, e a média de incremento dos últimos cinco anos. Apenas *T. impetiginosa-1* apresenta incremento médio dos últimos anos diferenciado (11,0 mm); os demais ficam entre 6,0 e 7,6 mm de incremento médio de diâmetro nos últimos cinco anos.

TABELA 9 - IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DO RAIOS DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, A 1,3 m DE ALTURA, DE *Tabebuia impetiginosa*, SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ÁRVORE	Idade a 1,3 m (anos)	Diâmetro (cm)	INCREMENTO DIAMÉTRICO			
			Médio (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média dos 5 últimos anos (mm)
1	11	12,7	11,6	2,4	21,8	11,0
9	15	10,7	7,2	4,4	12,6	6,6
5	11	7,7	7,0	3,8	13,2	7,6
6	25	12,5	5,0	2,2	8,0	6,0
7	22	10,8	5,0	1,6	11,0	6,0
8	19	9,2	4,8	2,2	9,2	6,2

FIGURA 15 - ÁREA TRANSVERSAL (cm²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DE *Tabebuia impetiginosa*.



4.3 IDADE E CRESCIMENTO DAS OUTRAS ESPÉCIES COLETADAS

Todos os relatos deste item são provenientes de apenas um indivíduo por espécie, não devendo ser generalizados, servindo apenas para o direcionamento de pesquisas futuras. Devido a problemas nos discos, só foi possível trabalhar 20 espécies daquelas coletadas, que serão apresentadas a seguir.

A contagem dos anéis de crescimento no disco basal das árvores coletadas mostrou que essas apresentavam de dez anos de idade (*Pterogyne nitens*) a 31 anos (*Albizia niopioides*), sendo que dez indivíduos encontravam-se entre 10 e 14 anos (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, *Protium heptaphyllum*, *Fagara hassleriana*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Qualea grandiflora*, *Sterculia apetala*, *Casearia gossipiosperma* e *Pterogyne nitens*) (TABELAS 4 e 10). A altura média de todas as árvores coletadas foi aproximadamente 10 m e a idade média de 18 anos.

Das 32 árvores analisadas (TABELAS 4, 7 e 10), cinco estavam com menos de 50% da altura estimada por POTT; POTT (1994) para a espécie naquele ambiente (*Vitex cymosa* e *Hymenaea stigonocarpa*, uma árvore de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e duas de *Tabebuia impetiginosa*). A altura de uma árvore não é uma informação por si só conclusiva, já que pode variar devido a diferenças de ambiente (solo, umidade, temperatura, entre outros fatores), características genéticas, competição ou incidência de predadores.

Para facilitar a exposição dos dados de crescimento, as árvores foram distribuídas em três grupos por classes de idade, como será apresentado a seguir.

TABELA 10 - IDADE E ALTURA DAS ÁRVORES (m) COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

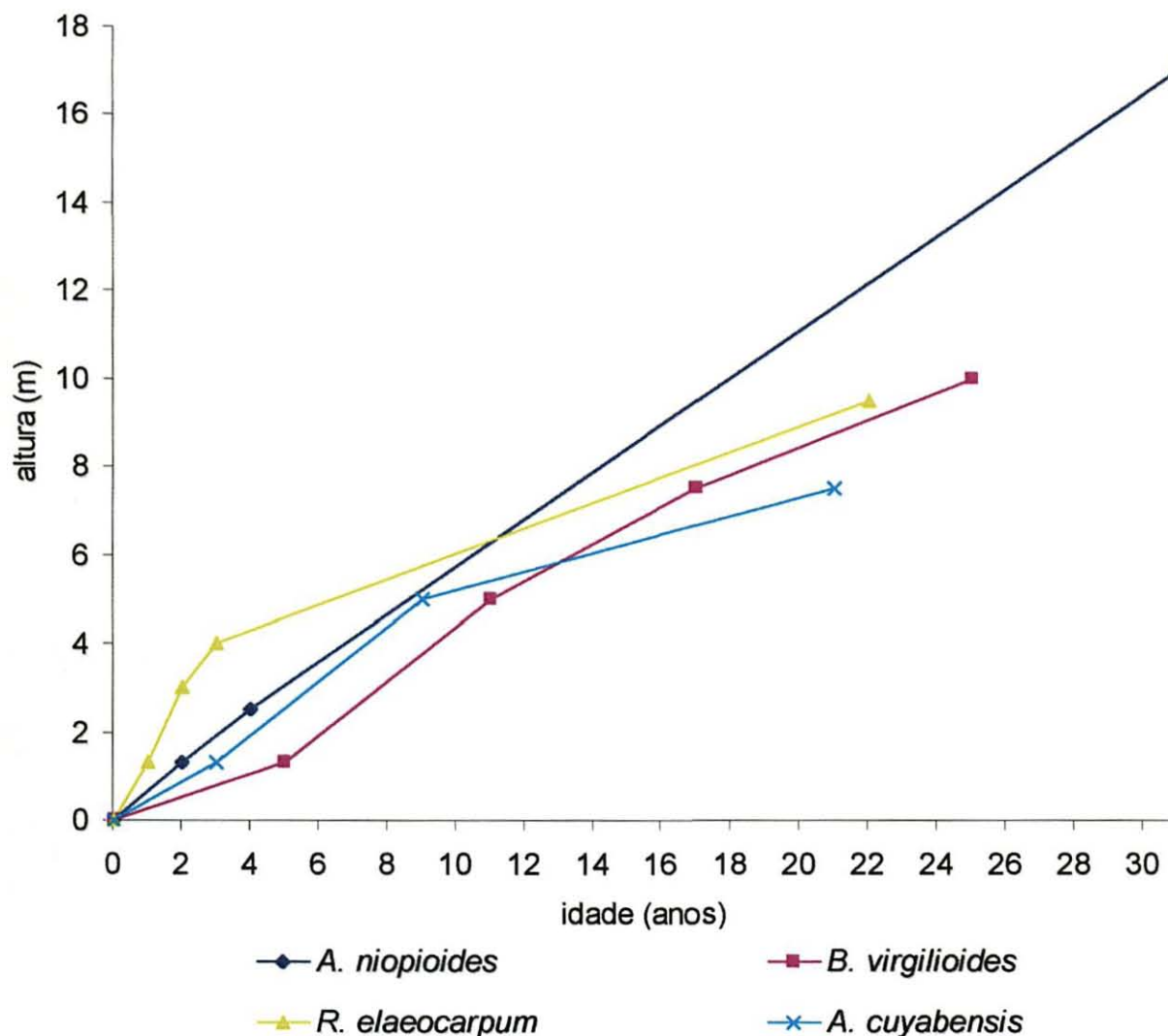
ESPÉCIES	IDADE (anos)	ALTURA (m)	ALTURA ESTIMADA ¹
<i>Albizia niopoides</i>	31	17,0	20
<i>Bowdichia virgilioides</i>	25	10,0	12
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	24	12,0	15
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	22	9,5	12
<i>Andira cuyabensis</i>	21	7,5	12
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	30	16,0	20
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	30	10,5	20
<i>Trichilia elegans</i>	19	5,0	6
<i>Vitex cymosa</i>	19	6,5	20
<i>Terminalia argentea</i>	17	9,5	15
<i>Pouteria ramiflora</i>	16	6,5	10
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	16	12,0	>20
<i>Sclerolobium aureum</i>	15	10,5	12
<i>Protium heptaphyllum</i>	13	7,5	10
<i>Fagara hassleriana</i>	12	8,0	10
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	12	4,5	20
<i>Qualea grandiflora</i>	12	10,5	15
<i>Sterculia apetala</i>	12	12,0	20
<i>Casearia gossipiosperma</i>	12	5,0	10
<i>Pterogyne nitens</i>	10	10,0	20

¹ Altura estimada para as espécies no Pantanal (POTT; POTT, 1994)

Crescimento das árvores com mais de 20 anos

Todas as espécies com mais de 20 anos apresentaram distribuição semelhante de crescimento em altura em função da idade (FIGURA 16). *Albizia niopoides* se destaca por ser a mais alta, apresentando 17 m de altura, com 30 anos de idade.

FIGURA 16 - EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE DAS ÁRVORES COM MAIS DE 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.



O crescimento inicial dos cinco primeiros anos variou muito entre espécies (TABELA 11), sendo o menor de *D. bipinnatum* (2,8 mm médios de diâmetro por ano), e o maior de *B. virgilioides*, com 8,9 mm. As demais espécies tiveram incremento médio em diâmetro entre 4,6 e 5,5 mm.

TABELA 11 - INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DAS ÁRVORES COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

Espécie	Incremento médio do diâmetro (mm)
<i>Bowdichia virgilioides</i>	8,9
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	5,5
<i>Albizia niopoides</i>	5,3
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	5,1
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	4,6
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	2,8

A. niopoides e *B. virgilioides* apresentam os maiores incrementos médios em diâmetro a 1,3 m do solo (11,2 e 10,2 mm, respectivamente) e *R. elaeocarpum* o menor (4,2) (TABELA 12).

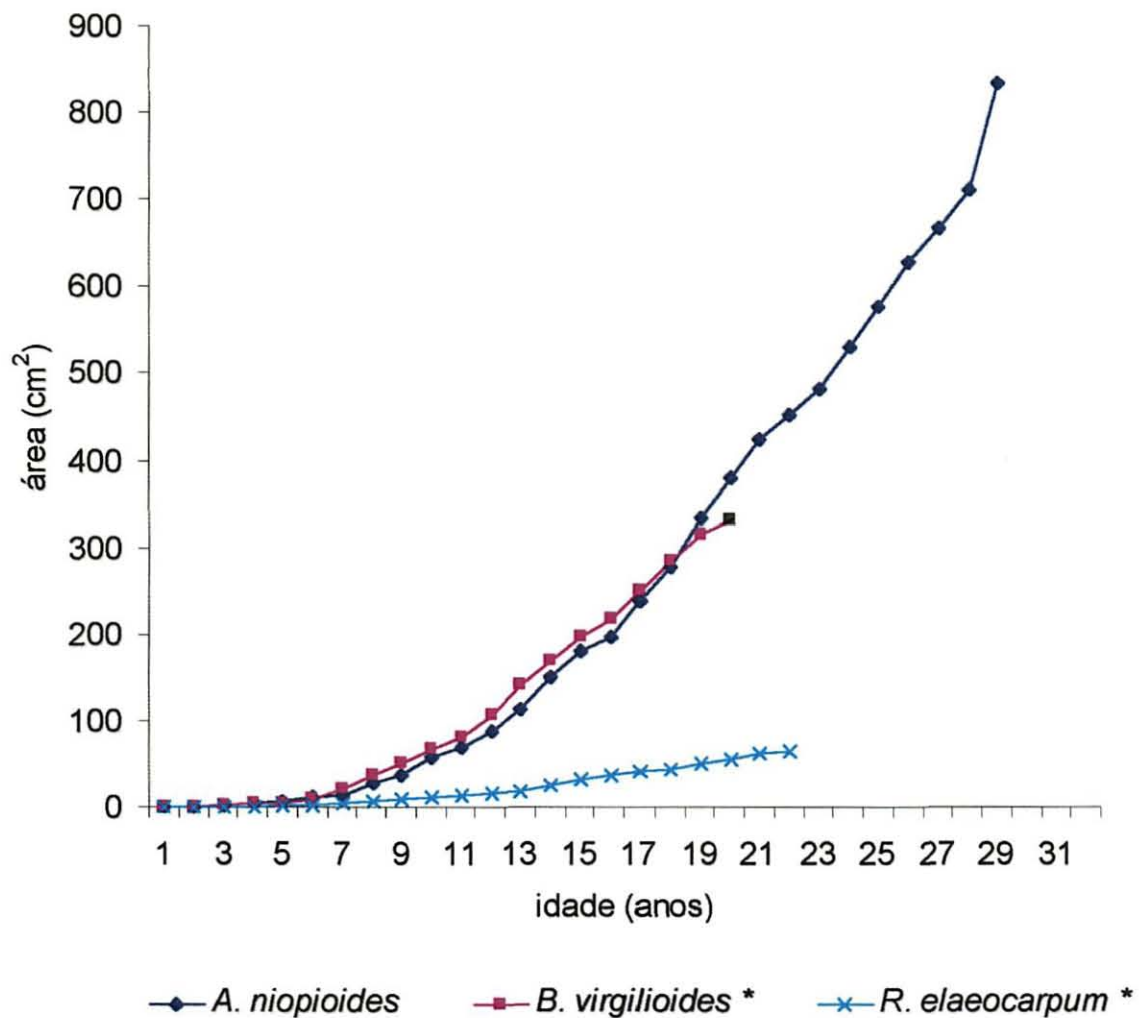
Os valores de incremento em diâmetro médio, mínimo e máximo, apresentados na TABELA 12, ressaltam a amplitude dos incrementos anuais. É possível detectar diferenças no crescimento secundário a 1,3 m de altura entre as espécies apenas a partir do oitavo ano de idade (FIGURA 17), quando se percebe dois grupos: *A. niopoides* e *B. virgilioides*, com crescimento mais rápido que *R. elaeocarpum*.

TABELA 12 - IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO EM DIÂMETRO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO, A 1,3 m DO SOLO DAS ÁRVORES COM MAIS DE 20 ANOS COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ESPÉCIE	Idade a 1,3 m (anos)	Diâmetro (cm)	INCREMENTO DIAMÉTRICO			
			Médio (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média cinco últimos anos (mm)
<i>A. niopoides</i>	29	32,6	11,2	3,2	25,2	13,2
<i>B. virgilioides</i> *	20	20,6	10,2	4,2	17,6	9,4
<i>R. elaeocarpum</i> *	22	9,1	4,2	1,8	7,6	3,6

* Amostras retiradas a 2,5 m do solo.

FIGURA 17 - ÁREA TRANSVERSAL (cm²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 M DE ALTURA DAS ÁRVORES COM MAIS DE 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

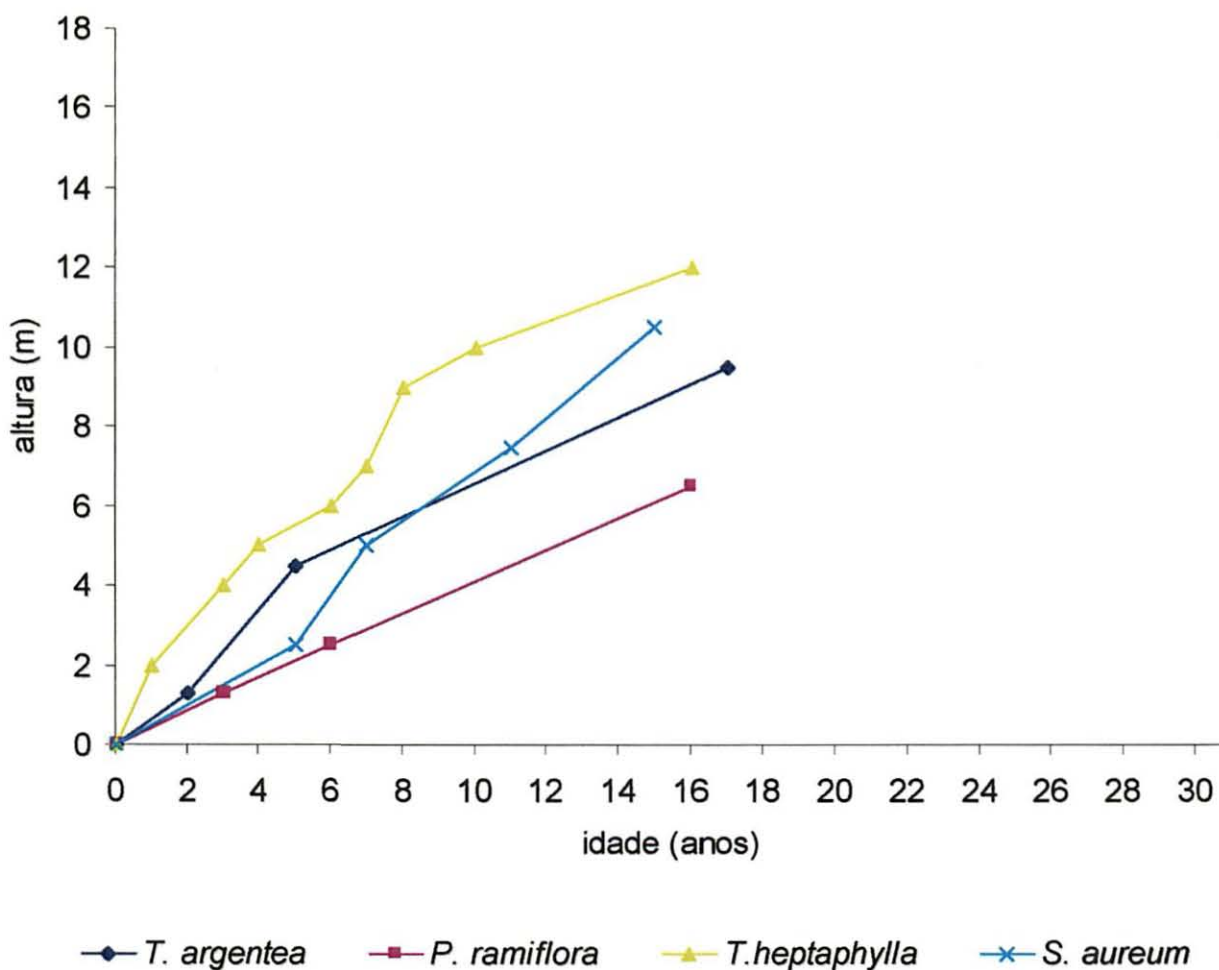


* Amostras retiradas a 2,5 m do solo.

Crescimento das árvores entre 15 e 20 anos

A idade em diferentes alturas das árvores com 15 a 20 anos encontra-se representada na FIGURA 18. A espécie que apresentou crescimento mais rápido em altura foi *T. heptaphylla* e a mais lenta foi *P. ramiflora*. *S. aureum* e *T. argentea* apresentaram crescimento em altura semelhante.

FIGURA 18 - EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM ÁRVORES ENTRE 15 E 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.



O crescimento inicial em diâmetro na base nos cinco primeiros anos variou de 11,0 mm (*T. argentea*) a 4,4 mm de diâmetro por ano (*P. ramiflora*) (TABELA 13).

TABELA 13 - INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DAS ÁRVORES ENTRE 15 E 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

Espécie	Incremento médio em diâmetro (mm)
<i>Terminalia argentea</i>	11,0
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	8,9
<i>Sclerolobium aureum</i>	8,5
<i>Vitex cymosa</i>	7,3
<i>Trichilia elegans</i>	5,2
<i>Pouteria ramiflora</i>	4,4

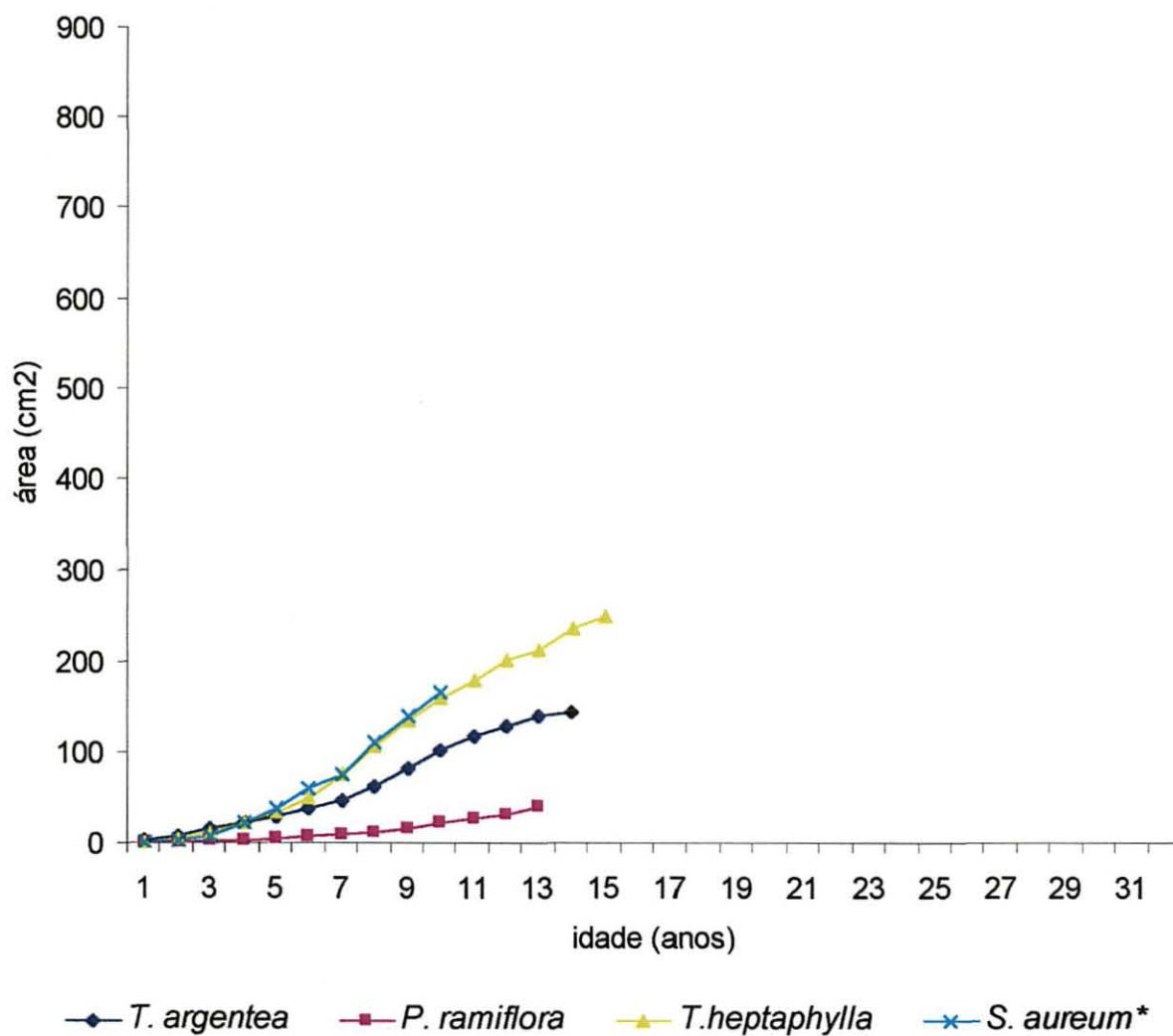
Considerando-se o disco tomado a 1,3 m, *S. aureum* apresentou o maior incremento em diâmetro neste grupo (14,6 mm), seguido de *T. heptaphylla* (11,9 mm), *T. argentea* (9,7 mm). *P. ramiflora* (5,4 mm), apresentou o menor incremento diamétrico médio (TABELA 14).

Os valores de incremento diamétrico médio, mínimo e máximo apresentados na TABELA 14 ressaltam a amplitude dos incrementos anuais. É possível detectar diferença no crescimento secundário a 1,3 m de altura entre as espécies a partir do quinto ano de idade (FIGURA 19). *S. aureum* e *T. heptaphylla* apresentam o incremento secundário mais rápido, seguido por *T. argentea*. *P. ramiflora* apresenta o crescimento em área mais lento.

TABELA 14 - INCREMENTO MÉDIO EM DIÂMETRO, INCREMENTO MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DIAMÉTRICO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO (mm), A 1,3 m DO SOLO DE ESPÉCIES NATIVAS DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ESPÉCIE	Idade a 1,3 m (anos)	Diâmetro (cm)	INCREMENTO DIAMÉTRICO			
			Médio (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média cinco últimos anos (mm)
<i>T. argentea</i>	15	17,8	9,6	2,2	16,6	6,8
<i>T. heptaphylla</i>	14	13,6	11,8	4,2	18,8	7,2
<i>S. aureum</i>	13	7,0	14,6	9,6	24,2	15,4
<i>P. ramiflora</i>	10	14,6	5,4	2,4	7,6	6,4

FIGURA 19 - ÁREA TRANSVERSAL (cm²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DAS ÁRVORES ENTRE 15 E 20 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

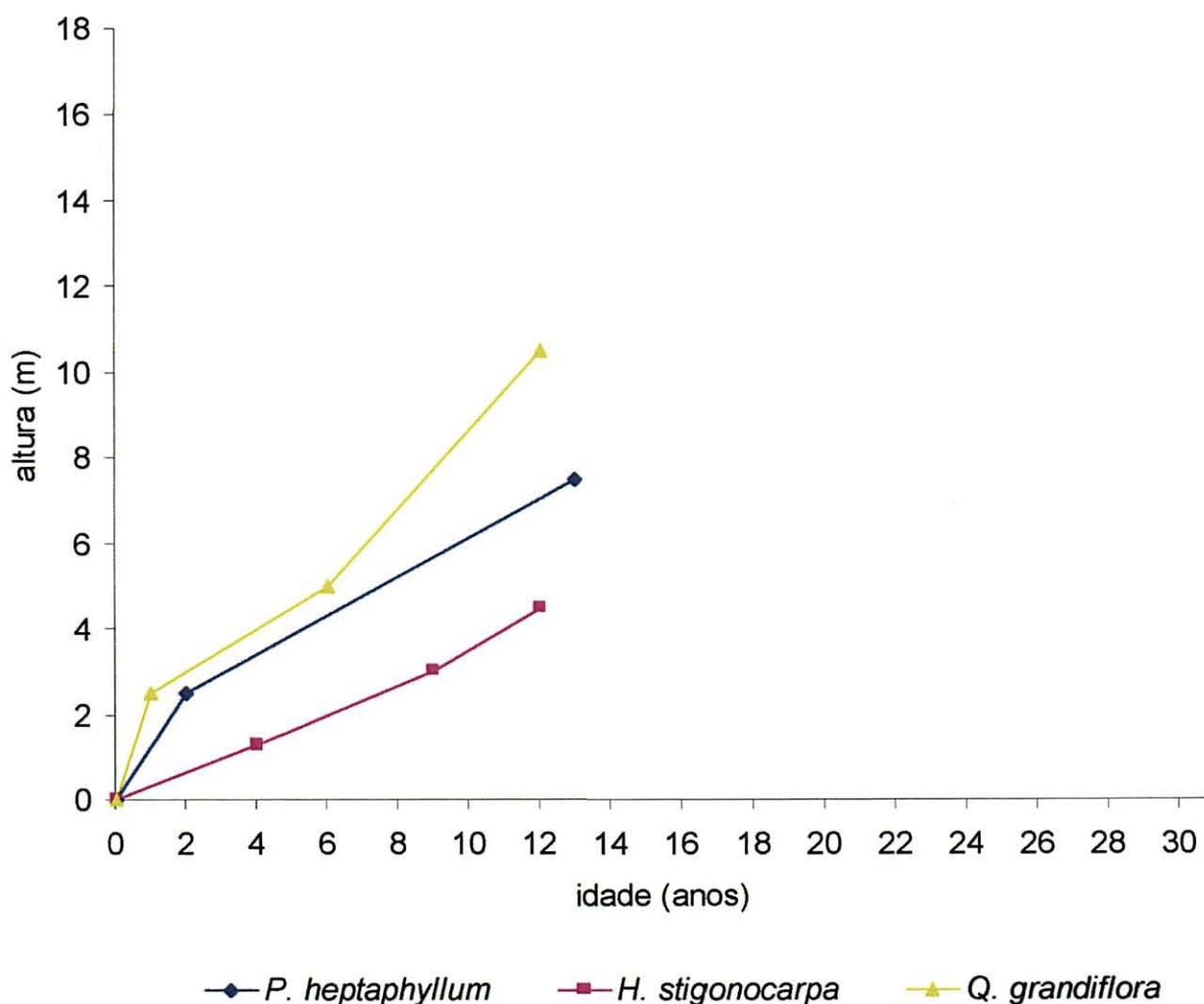


* Amostras retiradas a 2,5 m do solo.

Crescimento das árvores com menos de 15 anos

A idade em diferentes alturas das árvores com menos de 15 anos encontra-se representada na FIGURA 20. A espécie que apresentou crescimento mais rápido em altura foi *Q. grandiflora*, seguida por *P. heptaphyllum*, sendo a mais lenta *H. stigonocarpa*. As espécies *P. nitens*, *C. gossipiosperma* e *F. hassleriana* foram excluídas da análise pois não foram coletados discos a 1,3 ou 2,5 m.

FIGURA 20 - EVOLUÇÃO DA ALTURA DE ACORDO COM A IDADE EM ÁRVORES COM MENOS DE 15 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.



O crescimento inicial nos cinco primeiros anos variou de 3,4 mm de diâmetro por ano apresentado por *H. stigonocarpa*, a 14,6 mm evidenciado em *P. nitens* (TABELA 15). *S. apetala* não foi incluída nesta relação porque não foi possível coletar o disco da base da árvore; no entanto, esta espécie apresentou o maior incremento em diâmetro a 1,3 m do solo neste grupo (18,7 mm) e *H. stigonocarpa* o menor (4,3 mm). *Q. grandiflora*, e *P. heptaphylla* apresentaram crescimento intermediário (TABELA 16).

TABELA 15 - INCREMENTO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO DOS CINCO PRIMEIROS ANOS DE CRESCIMENTO DO DISCO DA BASE (mm), DAS ÁRVORES COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

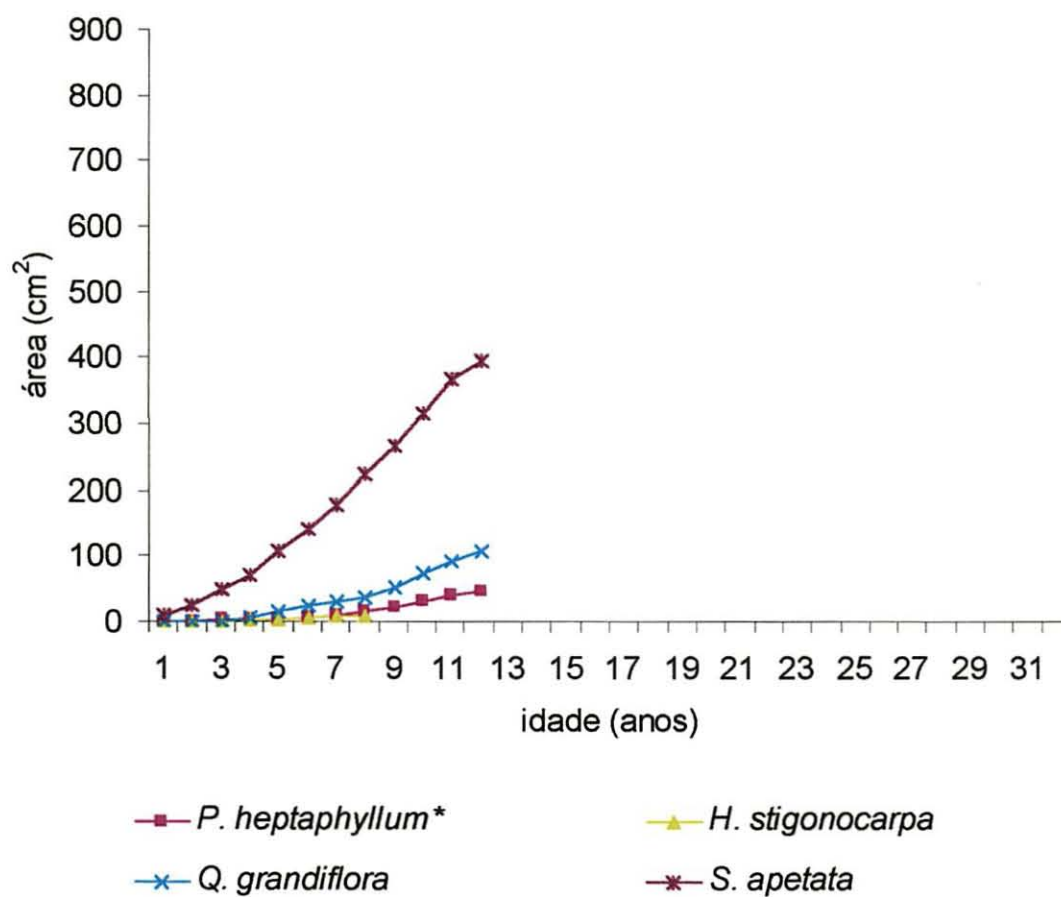
Espécie	Incremento médio do diâmetro (mm)
<i>Pterogyne nitens</i>	14,6
<i>Protium heptaphylla</i>	9,1
<i>Casearia gossipiosperma</i>	5,1
<i>Qualea grandiflora</i>	4,9
<i>Fagara hassleriana</i>	4,0
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	3,4

Os valores de incremento em diâmetro médio, mínimo e máximo apresentados na TABELA 16 ressaltam a amplitude dos incrementos anuais. É possível detectar diferença no crescimento secundário a 1,3 m de altura entre as espécies a partir do segundo ano de idade (FIGURA 21). *S. apetala* apresenta um crescimento bem maior que as demais espécies, as quais formam um grupo muito semelhante.

TABELA 16 - IDADE, DIÂMETRO E INCREMENTO DIAMÉTRICO MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO E MÉDIA DO INCREMENTO DIAMÉTRICO DOS CINCO ÚLTIMOS ANÉIS DE CRESCIMENTO (mm), A 1,3 m DE ALTURA DE ESPÉCIES NATIVAS DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ESPÉCIE	Idade a 1,3 m (anos)	Diâmetro (cm)	INCREMENTO DIAMÉTRICO			
			Médio (mm)	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média cinco últimos anos (mm)
<i>S. apetala</i>	12	22,5	18,8	8,4	33,2	14,8
<i>Q. grandiflora</i>	12	11,7	9,8	3,6	15,4	11,2
<i>P. heptaphyllum</i>	12	7,7	6,4	2,0	12,2	8,8
<i>H. stigonocarpa</i>	8	3,4	4,2	2,4	7,4	4,8

FIGURA 21 - ÁREA TRANSVERSAL (cm²), EM DISCOS RETIRADOS A 1,3 m DE ALTURA DAS ÁRVORES COM MENOS DE 15 ANOS, COLETADAS NA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.



* Amostras retiradas a 2,5 m do solo.

4.4 RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E INCREMENTO RADIAL

A qualidade de estudos dendroclimatológicos depende da seleção adequada das amostras, de acordo com certos critérios biológicos e ecológicos. O objetivo do trabalho irá determinar os critérios para a seleção das árvores, locais de coleta e métodos utilizados (SCHWEINGRUBER; KAIRIUKSTIS; SHIYATOV, 1992). Deve-se trabalhar com espécies com anéis de crescimento claramente distintos. Para tanto, deve-se tomar discos de 2 ou 3 árvores de cada espécie, porque a visibilidade dos limites dos anéis pode variar entre indivíduos da mesma espécie. A partir daí, determina-se então a periodicidade dos anéis de crescimento e a idade da árvore (WORBES, 1992b). Não existe um número mínimo de anéis para se trabalhar com datação cruzada, mas recomendam-se seqüências de pelo menos 40 anos (PILCHER, 1992). Por não ser o objetivo deste trabalho, as árvores coletadas não se enquadram nessas exigências, pois são muito jovens e, para a maioria das espécies, dispunha-se de apenas uma árvore. Ainda assim, devido à expectativa de haver correlação entre a precipitação anual e o crescimento radial, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre essas variáveis.

A espécie que apresentou os melhores resultados foi *Tabebuia heptaphylla* (TABELA 17). As correlações entre o crescimento radial e a precipitação encontradas entre os discos de 1 a 5 m de altura foram significativas a 5%. Acima dessa altura, apesar de se obter correlação de até 71% (disco a 10 m), esta não foi estatisticamente significativa, devido ao menor número de anos comparados (pares testados). Em alguns discos (base, 6 m, 8 m e 9 m) a correlação entre a precipitação

e o crescimento radial foi muito baixa. Essa distorção observada nos resultados de correlações deve-se, provavelmente, a falhas na identificação dos anéis durante a medição e contagem, existência de outro fator mais limitante ao crescimento que a precipitação, ou outras interferências que possam acarretar variações de crescimento na fase jovem da árvore. No disco da base também podem ter ocorrido distorções devido à interferência do crescimento das raízes, que provocam aumento maior dos anéis nessa região.

TABELA 17 - CORRELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E INCREMENTO ANUAL DO RAIOS (mm), EM DIVERSAS ALTURAS DE *Tabebuia heptaphylla* DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ANO	PREC. (mm)	Altura da árvore (m)											
		base	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
78	1.146,0												
79	1.261,8												
80	1.086,0												
81	1.279,0	3,8											
82	848,0	4,1	5,8	2,0									
83	1.116,8	3,6	5,8	3,4									
84	984,0	4,4	6,9	5,7	3,2	2,9							
85	1.178,7	6,2	7,8	9,6	10,6	4,8	4,5						
86	1.039,8	7,5	6,6	7,1	8,2	9,0	7,7						
87	1.346,4	7,2	6,6	6,7	7,4	8,5	7,9	3,9					
88	1.567,6	8,1	9,4	9,7	9,9	9,7	9,3	8,3	6,2	2,4			
89	1.355,1	10,1	8,8	8,2	8,6	7,7	5,7	9,7	8,0	4,2			
90	930,6	9,6	7,4	7,4	7,2	6,5	5,6	6,0	5,2	2,7	1,3		
91	959,9	9,5	6,0	6,3	5,9	5,3	5,1	6,2	6,3	4,4	1,0		
92	1.135,0	6,5	4,4	5,3	5,0	5,7	5,8	4,9	6,4	4,3	2,5		
93	1.171,4	8,2	4,2	4,3	4,4	4,1	4,1	6,3	4,5	4,1	5,2	4,8	
94	688,3	9,2	2,1	2,9	2,7	2,5	1,9	6,3	5,0	5,8	6,2	5,4	
95	1.204,8	7,1	4,6	4,6	3,9	4,3	3,9	3,6	2,3	1,2	0,6	1,0	
96	1.051,1	4,6	2,5	3,0	2,3	2,8	2,8	2,1	6,3	3,5	3,6	1,7	2,6
									2,5	2,7	2,3	2,6	
Correlação		0,03	0,62	0,61	0,59	0,69	0,72	0,36	0,59	0,08	0,25	0,71	
Nível de significância		0,887	0,014	0,016	0,035	0,010	0,008	0,307	0,092	0,821	0,533	0,113	
Número de pares		16	15	15	13	13	12	10	9	10	8	6	

Os dados do incremento anual dos discos com correlação significativa foram apresentados graficamente, para comparação visual (FIGURA 22). Pode-se perceber grande semelhança de crescimento radial entre os diferentes discos a partir de 1987, confirmando tratarem-se de anéis do mesmo ano. Anéis anuais de crescimento também foram confirmados por TOMAZELLO; LISI, LEMOS (1998), em *T. heptaphylla* e *T. impetiginosa* através da contagem dos anéis de crescimento em discos de árvores com idade conhecida.

O crescimento radial dos discos foi pequeno em 1994, ano em que a precipitação pluviométrica foi muito baixa (846,6 mm), ilustrando a relação existente entre baixo crescimento e deficiência de água (FIGURA 22). Isso também pode ser visualizado na série de dados de crescimento de *Anadenanthera colubrina-5*. Apesar de não haver correlação significativa a 5% entre precipitação anual e crescimento radial, crescimento muito baixo relativo a 1994 foi detectado em todos os discos (TABELA 18). Crescimento radial correlacionado com a disponibilidade de água durante o ano também foram relatados por (ALVIM; ALVIM, 1978; BOTOSSO; VETTER, 1991; GOURLAY, 1995; JACOBY; D'ARRIGO, 1990; WORBES, 1992a; 1995).

FIGURA 22 - PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E INCREMENTO ANUAL DO RAIO (mm), EM DISCOS DE DIFERENTES ALTURAS DE *Tabebuia heptaphylla* DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

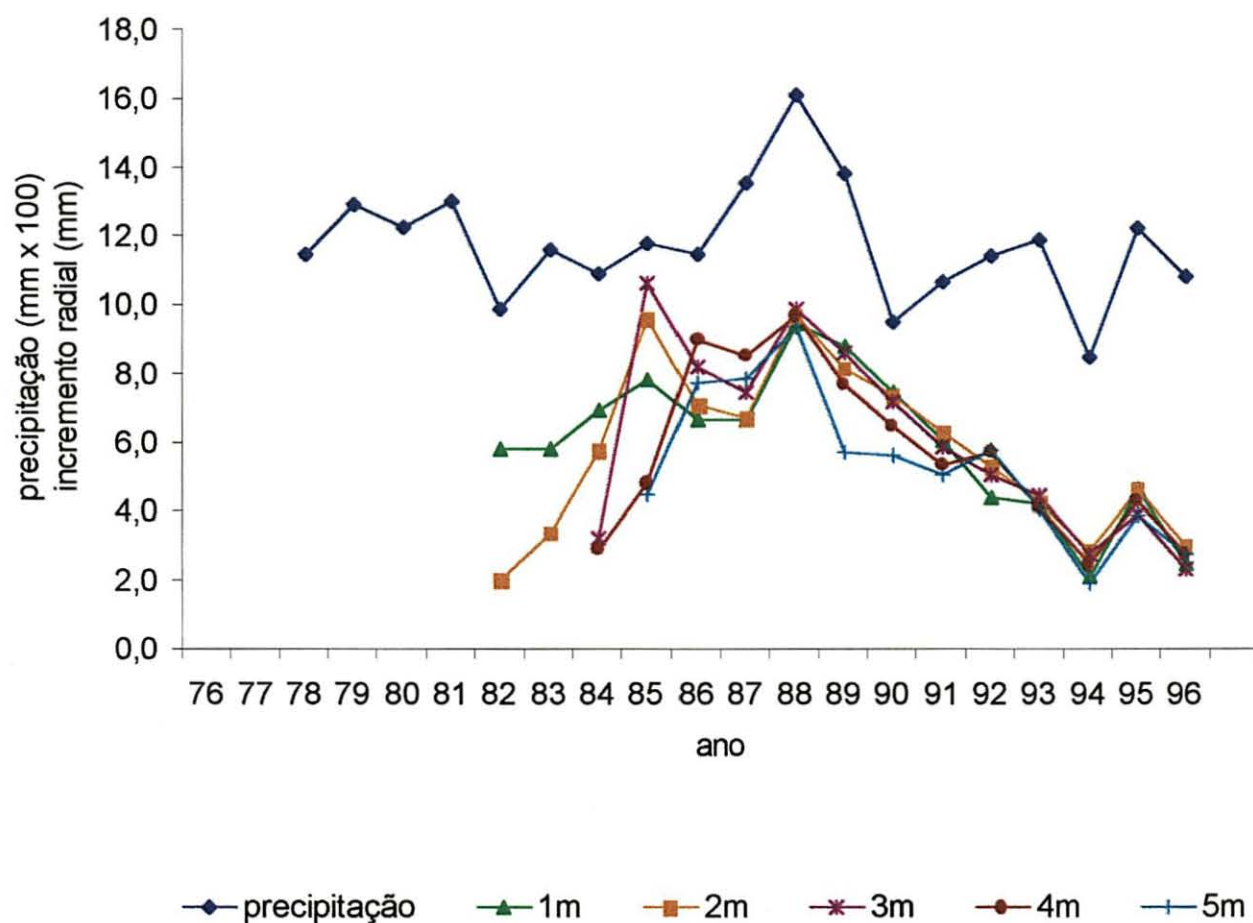


TABELA 18 - CORRELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) E INCREMENTO ANUAL DO RAIO (mm), EM DIVERSAS ALTURAS DE *Anadenanthera colubrina*-5 DA SUB-REGIÃO DA NHECOLÂNDIA, MS.

ANO	PREC. (mm)	Altura da árvore (m)							
		base	1,3	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
78	1.146,0								
79	1.261,8								
80	1.086,0								
81	1.279,0								
82	848,0								
83	1.116,8								
84	984,0	5,1	3,6						
85	1.178,7	0,7	3,2						
86	1.039,8	2,9	4,1	1,9					
87	1.346,4	5,0	2,9	3,8	2,4				
88	1.567,6	3,7	1,8	5,0	3,9	2,7			
89	1.355,1	3,9	2,3	4,8	5,0	5,3	5,3		
90	930,6	2,8	3,0	3,4	5,1	5,0	5,7	2,6	
91	959,9	4,8	4,1	3,8	3,8	3,1	3,3	2,3	2,3
92	1.135,0	4,5	3,1	3,2	3,3	3,2	4,4	4,3	2,4
93	1.171,4	4,2	4,0	4,3	4,1	4,6	5,4	4,0	3,9
94	688,3	1,8	1,7	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	2,3
95	1.204,8	6,3	5,8	5,6	6,4	5,4	5,2	4,1	4,0
96	1.051,1	7,2	6,0	6,9	5,9	4,8	5,1	5,1	5,7
Correlação		0,16	-0,19	0,43	0,10	0,14	0,60	0,72	0,37
Nível de significância		0,613	0,527	0,194	0,771	0,738	0,124	0,063	0,461
Número de pares		13	13	11	10	9	8	7	6

4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CRESCIMENTO DAS ESPÉCIES

Os incrementos radiais médios anuais das árvores estudadas apresentaram grande amplitude, variando de 0,21 a 0,94 cm, em árvores de 10 a 31 anos. WORBES (1989) também observou grande amplitude de incremento anual (0,11 a 0,82 cm) em espécies originárias da Amazônia Central, com idades variando de 12 a 110 anos. DÉTIENNE (1995) relata incremento em árvores originárias da Guiana com idades superiores a 39 anos, estando muitas com mais de cem anos, onde algumas árvores atingem mais de 2,5 cm por ano, representando incrementos anuais muito superiores à média encontrada no Pantanal, de 0,42 cm por ano para 27 árvores.

A variação de incremento anual do diâmetro encontrada entre indivíduos de uma mesma espécie como em *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (0,54 a 0,80 cm) e *Tabebuia impetiginosa* (0,48 a 1,16 cm) foi semelhante àquela relatada por WORBES (1989) para *Tabebuia barbata* (E.Mey.) Sandwith, que variou de 0,20 a 0,94 cm anuais, em árvores de 18 a 94 anos de idade.

A partir do incremento médio dos últimos cinco anos, foi feita uma projeção para estimar a idade para que cada árvore de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* atinja 40 cm de diâmetro a 1,3 cm do solo, caso mantenha a mesma tendência de incremento. Com exceção de *Anadenanthera*-6, cujo desenvolvimento é visivelmente mais lento, as árvores desta espécie levariam em média 55 anos, com variação de 44 a 63 anos. O mesmo exercício foi feito para *Tabebuia impetiginosa*, onde foi verificada a mesma média (55 anos), sendo que *T. impetiginosa*-1 atingiria os 40 cm mais rapidamente, em 36 anos, e as demais levariam desde 45 a 80 anos

(*T. impetiginosa*-5, 6, 8, 9). Isto permite estimar o tempo de rotação mínimo necessário para manejar estas espécies em florestas naturais, sem comprometer o uso contínuo desses recursos.

Apesar de muitos trabalhos focalizarem a existência de anéis de crescimento anuais em espécies nativas, informações sobre incremento anual em ambiente de florestas naturais são muito escassos. Dados de crescimento observados em cultivos de espécies nativas são mais freqüentes. Em experimentos de cultivo, em diferentes regiões do Brasil, foram observados crescimento em altura e diâmetro superiores aos das árvores amostradas na região do Pantanal para as seguintes espécies: *Anadenanthera colubrina* (CARVALHO, 1994; SILVA; TORRES, 1992; 1993) *Tabebuia impetiginosa* (CARVALHO, 1987; CARVALHO, 1994; GARRIDO; SOUZA, 1983; GARRIDO; DOMINGOS; GARRIDO, 1990; LIMA; SOUZA; DRUMOND, 1982; SANTARELLI, 1990; SILVA; TORRES, 1992; TOLEDO FILHO, 1988; TOLEDO FILHO; PARENTE, 1982); *Pterogyne nitens* (FONSECA; 1974; GURGEL FILHO; MORAES; MORAIS, 1982; SANTARELLI, 1990; SILVA; TORRES, 1992; SILVA et al, 1980); *Tabebuia heptaphylla* (CARVALHO, 1994; ETTORI et al, 1996; FONSECA, 1974; SILVA; TORRES, 1992; 1993); *Protium* sp. (CARVALHO, 1987); *Pouteria* sp. e *Hymenaea* sp. (FONSECA et al., 1974). No entanto, na maioria das vezes os dados diferem daqueles observados para a mesma espécie em condições de floresta natural (GOURLAY, 1995).

Informações genéricas sobre o crescimento de muitas destas espécies relatadas em LORENZI (1992) e POTT; POTT (1994) devem ser consideradas com cuidado, quando se pretende embasar um plano de manejo em florestas naturais,

pois são informações oriundas de testes de cultivo, ou relatam, provavelmente, o crescimento em altura das árvores.

Nas condições atuais da sub-região da Nhecolândia sugere-se período mínimo de 55 anos de rotação para a exploração de *Tabebuia impetiginosa* e *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, e a implementação de práticas silviculturais que propiciem melhor crescimento das árvores. Segundo RIZZINI (1970), o aumento da produtividade em regiões de Cerrado pode ser conseguido utilizando-se práticas silviculturais adequadas.

No entanto, a definição de um plano de manejo florestal para a região do Pantanal da Nhecolândia exige muita cautela, devido à falta de conhecimento e de experiência para a realização desta atividade. Segundo LAMPRECHT (1993), deve ser realizado um diagnóstico detalhado do ambiente, da composição, estrutura e dinâmica da mata, da demanda existente e o seu impacto na mata. As diferenças encontradas entre cada ambiente influenciarão as metas desejadas e os sistemas silviculturais escolhidos, pois não existem procedimentos ou receitas preestabelecidas para florestas tropicais.

5 CONCLUSÕES

- As condições ambientais da sub-região do Pantanal da Nhecolândia induzem a formação de camadas de crescimento distintas nas árvores.
- O limite do anel de crescimento é marcado principalmente por linha tangencial mais escura evidenciada pelo achatamento e espessamento da parede das fibras e/ou pelo parênquima marginal.
- É possível identificar os módulos de crescimento dos três últimos anos nos ramos das árvores, das espécies estudadas.
- O número de anéis de crescimento corresponde a idade pré-determinada do módulo de crescimento do ramo, indicando que o anel de crescimento é anual. Todas as espécies estudadas apresentaram anéis anuais de crescimento.
- As árvores de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* tinham de 14 a 30 anos, com crescimento anual médio em diâmetro do caule a 1,3 m do solo variando de 5,4 a 8,0 mm.
- As árvores de *Tabebuia impetiginosa* tinham de 15 a 30 anos, com crescimento anual médio em diâmetro do caule a 1,3 m do solo variando de 4,8 a 11,6 mm.
- O tempo médio para árvores de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e de *Tabebuia impetiginosa* produzir caule com 40 cm de diâmetro foi estimado em, no mínimo, 55 anos.
- Houve relação entre a precipitação pluviométrica anual e o incremento do raio em *Tabebuia heptaphylla* e *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*.

ANEXO

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO CAULE DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

ANACARDIACEAE

Astronium fraxinifolium

Anéis de crescimento: fracamente distintos através de linhas tangenciais sinuosas, irregularmente espaçadas, evidenciadas pelo maior espessamento das paredes das fibras.

Vasos: Solitários e múltiplos de 2 a 6 poros, radiais a racemiformes; porosidade difusa mais ou menos uniforme (às vezes, devido a pouca largura dos anéis de crescimento, parece haver uma tendência à porosidade em anel); 12-17-23/mm²; os solitários, arredondados a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 70-105-149 µm; comprimento dos elementos de vaso 211-411-557 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas (maioria) a transversais. Pontuações intervasculares alternas, irregularmente arredondadas, aberturas lenticulares, horizontais e inclusas. Tilos de paredes finas freqüentemente presentes.

Fibras: libriformes, mas também com pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes nas paredes radiais, 403-790-1152 µm de comprimento; septadas; com paredes medianamente espessas até espessas.

Parênquima axial: paratraqueal, desde escasso até vasicêntrico incompleto, com uma célula de largura (freqüentemente se confunde no corte transversal; as fibras de paredes mais finas com um parênquima axial mais abundante, sugerindo um tipo vasicêntrico com várias células de largura); séries de 2 a 4 células. Cristais e depósitos não observados.

Raios: 5-8-10/mm, heterogêneos, desde unisseriados a bi, tri, tetra (estes dois últimos mais freqüentes) raramente multisseriados (6 a 8 células de largura), compostos por células procumbentes e de uma até nove fileiras de células quadradas e de uma a, excepcionalmente, duas fileiras de células eretas; 36-56-72 µm de largura; 50-80-142 µm e 8-14-23 células de altura; pontuações raio-vasculares grandes, de formatos variados, desde arredondas, ovaladas, estendidas horizontal e verticalmente. Raios fusionados longitudinalmente com presença ocasional. Canais radiais presentes, mas não abundantes. Cristais de oxalato de cálcio, romboédricos, muito freqüentes nas células quadradas e eretas, às vezes em idioblastos.

BIGNONIACEAE*Tabebuia aurea*

Anéis de crescimento: Fracamente distintos, perceptíveis através de linhas tangenciais formadas pelo espessamento das paredes das fibras e também pelo parênquima axial marginal; eventual concentração de poros menores no limite dos anéis.

Vasos: solitários e múltiplos, de 2 a 5 (7) poros, radiais a tangenciais; difusos; 7-15-24/mm²; os solitários arredondados a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 14-24-34 µm; comprimento dos elementos de vaso 202-264-346 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas. Pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, freqüentemente coalescentes. Poros vazios; sempre em contato com os raios.

Fibras: libriformes, mas também com pontuações inconspicuamente areoladas, mais abundantes nas paredes radiais, 787-904-1104 µm de comprimento, com paredes espessas a muito espessas. Irregularmente estratificadas.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal aliforme com expansões lineares finas, confluindo tanto oblíqua como tangencialmente, formando faixas de comprimentos variáveis, que se confundem com o parênquima marginal estreito (1 célula de largura) também existente; também apotraqueal difuso; séries de 2 a 4 células, estratificadas. Cristais e depósitos não observados.

Raios: 6-9-10/mm, homogêneos, uni-, bi- e trisseriados, compostos somente por células procumbentes, 12-26-48 µm de largura; 58-159-235 µm e 2-7-11 células de altura, irregularmente estratificados; pontuações raio-vasculares pequenas, semelhantes às intervasculares. Raios fusionados longitudinalmente ocasionais. Cristais ausentes; corpos silicosos observados.

Tabebuia heptaphylla

Anéis de crescimento: pouco distintos, visualizáveis por linhas tangenciais formadas pelo espessamento e achatamento radial das paredes das fibras, somadas a zonas de confluência do parênquima paratraqueal que forma faixas interrompidas, sugerindo a existência de um parênquima marginal.

Vasos: solitários (maioria) e múltiplos de 2 a 5 poros, radiais e tangenciais, difusos, 21-37-63/mm², os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 43-55-72 µm; comprimento dos elementos de vaso 125-180-221µm, em estratificação com os raios de maior altura. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais. Pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, às vezes coalescentes. Poros vazios.

Fibras: libriformes,mas também com pontuações inconspicuamente areoladas, vistas nas paredes radiais; 432-896-1123 µm de comprimento, com paredes muito espessas.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal, desde aliforme losangular até aliforme confluyente, freqüentemente formando como que faixas tangenciais de largura variável, às vezes simulando um parênquima marginal, também presente parênquima apotraqueal difuso; séries de 2 células, estratificadas. Cristais e depósitos não observados.

Raios: 5-10-13/mm, homogêneos, uni-, bi- (mais comuns) até eventuais trisseriados, compostos de células procumbentes, 14-29-46 µm de largura; 79-109-120 µm e 2-6-8 células de altura, estratificados; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares. Cristais não observados.

Tabebuia impetiginosa

Anéis de crescimento: demarcados através do espessamento das paredes das fibras e parênquima marginal estreito.

Vasos: solitários e múltiplos de 2-4 poros, radiais (às vezes, oblíquos e tangenciais), sugerindo um arranjo diagonal, porosidade difusa, 21-25-31/mm², circulares a ovalados, diâmetro tangencial 60-77-94 µm, comprimento dos elementos de vaso.202-243-269 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas (às vezes, transversais). Pontuações intervasculares alternas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, às vezes, coalescentes. Poros vazios, freqüentemente em contato com os raios. Estratificação com o parenquima axial.

Fibras: libriformes, com pontuações mais freqüentes nas paredes radiais, 874-1201-1430 µm de comprimento, com paredes muito espessas.

Parênquima axial: paratraqueal, desde vasicêntrico até aliforme e aliforme confluyente, o que é mais freqüente, até marginal formado por uma única fileira de células; séries de 2 (mais comum) até 3 e, eventualmente 4 células, estratificadas. Cristais não observados.

Raios: 5-8-11/mm, homogêneos, uni-, bi- e trisseriados, compostos de células procumbentes, 10-23-34 µm de largura; 58-142-175 µm e 6-9-11 células de altura; irregularmente estratificados; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares. Cristais cúbicos, pequenos, presentes.

Tabebuia ochracea

Anéis de crescimento: distintos pelo parênquima axial marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 5 poros, radiais, porosidade difusa, 12-20-28./mm², os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 48-77-101 µm, comprimento dos elementos de vaso 182-214-240 µm. Placas de perfuração simples, de ligeiramente oblíquas a transversais. Pontuações intervasculares alternas, arredondadas, aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, algumas vezes coalescentes. Alguns poros com conteúdo de coloração parda.

Fibras: libriformes, mas também com pontuações inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais, 586-911-1162 µm de comprimento, com paredes muito espessas, estratificadas.

Parênquima axial: paratraqueal, desde vasicêntrico a aliforme e aliforme confluyente (mais freqüente), formando longas faixas de várias células. de largura; esporadicamente apotraqueal difuso e, parênquima apotraqueal marginal com uma só fileira de células; séries de 2 a 4 células; estratificado. Cristais não observados.

Raios: 5-9-11/mm; homogêneos, uni-, bi- (mais freqüentes) e, eventualmente, trisseriados, compostos por células procumbentes; 7-19-26 µm de largura; 41-133-175 µm e 2-7-9 células de altura; estratificados; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares.

BORAGINACEAE*Cordia glabrata*

Anéis de crescimento: distintos pelo parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 5 (6) poros, tangenciais, racemiformes e radiais; porosidade difusa, às vezes tendendo à porosidade em anel semi-circular; 4-8-12/mm²; os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 77-115-144 µm, comprimento dos elementos de vaso 154-257-326 µm. Placas de perfuração simples, horizontais a ligeiramente oblíquas. Pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, por vezes coalescentes. Tilos de paredes finas eventualmente presentes.

Fibras: libriformes, com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 624-1518-2400 µm de comprimento, com paredes espessas a muito espessas.

Parênquima axial: paratraqueal, desde vasicêntrico até irregularmente aliforme e confluyente até marginal, em linhas estreitas, por vezes irregulares; séries de 2 a 4 células.

Raios: 3-4-6/mm; heterogêneos, desde tri- a hexasseriados (eventualmente 7), compostos por células procumbentes, quadradas e eretas; 48-105-163 µm de largura; 422-781-1699 µm e 12-21-31 células de altura; células envolventes presentes; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; corpos silicosos presentes.

BURSERACEAE*Protium heptaphyllum*

Anéis de crescimento: distinto pelo espessamento das paredes das fibras e pelo parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2, (4), 6 poros, radiais até racemiformes; porosidade difusa uniforme; 11-15-19/mm², os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 163-340-422 µm; comprimento dos elementos de vaso 240-357-566 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas. Pontuações inter-vasculares alternas, em alguns trechos da parede parecem tender a escalariformes, poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, às vezes coalescentes. Óleo, resina e tilos presentes.

Fibras: libriformes, com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais, septadas; 499-907-1190 µm de comprimento; com paredes bastante espessas.

Parênquima axial: paratraqueal escasso a vasicêntrico, às vezes confluindo; séries de 3 a 6 células; óleo resina presente.

Raios: 7-11-14/mm; heterogêneos, unisseriados, compostos de células quadradas e eretas, até bi- e trisseriados compostos de células procumbentes, quadradas e eretas; 12-25-34 µm de largura; 125-244-461 µm e 1-14-27 células de altura; pontuações raio-vasculares grandes, arredondas, ovaladas, estendidas horizontal e verticalmente, às vezes, parecendo também unilateralmente compostas. Raios fusionados longitudinalmente, presentes. Óleo-resina abundante e, também, cristais romboédricos isolados, geralmente nas células marginais.

COMBRETACEAE*Terminalia argentea*

Anéis de crescimento: demarcados por linhas tangenciais mais escuras, resultante do maior espessamento e achatamento radial das paredes das fibras e pelo parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 5 (7, 8) poros, na maioria radiais, mas também alguns tangenciais e até racemiformes; porosidade difusa; 5-11-16/mm²; os solitários, ovalados e os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 67-99-154 µm; comprimento dos elementos de vaso 144-317-470 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas na maioria, algumas quase transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas; ornamentadas. Tilos ausentes; conteúdo (óleo-resina) raro. Poros freqüentemente em contato com os raios.

Fibras: librifomes, com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 144-317-470 µm de comprimento; com paredes espessas a muito espessas.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal em faixas onduladas, oblíquas, de largura variando de 1 a 14 células; aliforme e aliforme confluyente e apotraqueal difuso, eventualmente difuso em agregados; séries de 4 a 7 células; cristais romboédricos de vários tamanhos, em câmaras e em séries longas, freqüentes; óleo-resina presente.

Raios: 12-15-18/mm, predominantemente unisseriados, poucos bisseriados localmente; homogêneos, compostos somente de células procumbentes; 7-14-22 µm de largura; 67-225-683 µm e 3-13-34 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina presente; cristais, ausentes. Raios fusionados presentes; canais, não observados.

FLACOURTIACEAE

Casearia gossypiosperma

Anéis de crescimento: visíveis através de linha tangencial mais escura, formada pelo espessamento das paredes das fibras.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 5 (6) poros, preferentemente radiais; porosidade difusa uniforme; 78-104-125/mm²; os solitários com seção circular a ovalada; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 17-35-43 µm; comprimento dos elementos de vaso 422-674-854 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas. Pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas, às vezes coalescentes. Poros em sua maioria vazios; alguns poucos com goma ou gomo-resina.

Fibras: fibrotraqueóides, com pontuações mais freqüentes nas paredes radiais; 950-1273-1699 µm, com paredes espessas a muito espessas; septadas.

Parênquima axial: paratraqueal muito escasso.

Raios: 11-15-18/mm; uni-, bi-, tri- e tetra-, eventualmente pentasseriados; heterogêneos, compostos por células procumbentes, quadradas e eretas; 14-35-50 µm de largura; 106-702-1450 µm e 2-20-53 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; raios fusionados presentes; cristais romboédricos de oxalato de cálcio, isolados ou não, presentes nos três tipos de células, mas preferentemente nas quadradas e eretas; células perfuradas de raios, com placas simples, presentes.

LAURACEAE

Ocotea suaveolens

Anéis de crescimento: evidenciados através de linhas tangenciais levemente mais escuras, devido a um maior achatamento radial das paredes das fibras.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 6 poros; porosidade difusa; 11-16-20/mm²; os solitários com seção circular a ovalada; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 211-348-432 µm; comprimento dos elementos de vaso 336-513-614 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas inclusas, horizontais, às vezes coalescentes. Tilos de paredes finas presentes.

Fibras: libriformes, com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 538-1031-1363 µm de comprimento; com paredes medianamente espessas; septadas. Células oleíferas presentes entre fibras.

Parênquima axial: paratraqueal, desde escasso a vasicêntrico e vasicêntrico confluyente devido a proximidade dos poros; séries de 2 a 6 células; óleo-resina por vezes presente; poucas células oleíferas presentes.

Raios: 6-7-12/mm; unisseriados, poucos, bisseriados, tri- até tetrasseriados; heterogêneos, compostos de células procumbentes, quadradas e eretas; 14-36-60 µm de largura; 125-362-883 µm e 4-14-44 células de altura; pontuações raio-vasculares grandes, com aréolas muito reduzidas a aparentemente simples, arredondadas, estendidas horizontal e verticalmente; óleo-resina presente; ausência de cristais e de células oleíferas associadas às células radiais. Raios fusionados ocasionalmente presentes.

LEGUMINOSAE (CAESALPINIOIDEAE)*Hymenaea stigonocarpa*

Anéis de crescimento: distintos, demarcados pelo parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 8 (12) poros, preferencialmente radiais, às vezes também racemiformes; porosidade difusa; 2-7-16/mm²; os solitários, arredondados a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 67-92-125 µm; comprimento dos elementos de vasos 192-388-528 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas na maioria; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, às vezes ocorrendo coalescência; não ornamentadas. Óleo-resina presente.

Fibras: com pontuações areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 730-1100-1622 µm de comprimento; com paredes na maioria espessas a muito espessas, existindo porém, algumas camadas de fibras com paredes mais estreitas, que podem ser confundidas com o parênquima axial. Óleo -resina ocasionalmente presente.

Parênquima axial: em faixas paratraqueais com mais de 3 células de largura (até 18-20 células), onduladas, contínuas, muitas vezes diagonais, sempre englobando os poros, e também faixas marginais; séries de 2-8 células; cristais romboédricos em câmaras, em séries longas, freqüentes.

Raios: 7-10-13./mm, uni-, bi- e trissenados; homogêneos, compostos somente por células procumbentes; 10-27-41 µm de largura; 26-76-139 µm e 3-13-21 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares. Raios fusionados longitudinalmente, ocasionalmente presentes.

Pterogyne nitens

Anéis de crescimento: distintos, demarcados pelo parênquima marginal e por um maior espessamento das paredes das fibras.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 10 poros, predominantemente radiais, mas também racemiformes; porosidade difusa; 16-27-39/mm²; os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 46-67-89 µm; comprimento dos elementos de vasos 192-225-269 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais, na maioria das vezes inclusas, mas podendo haver coalescência; ornamentadas. Óleo-resina, presente.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal aliforme e aliforme confluyente, freqüentemente formando faixas estreitas, onduladas, oblíquas, de comprimento variável e, também, parênquima apotraqueal marginal com 2 a 5 células. de largura. Séries de 2 células, estratificadas.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 643-846-1046 µm comprimento; com paredes estreitas a medianamente espessas.

Raios: 5-11-15/mm; uni- e bisseriados; homogêneos, compostos de células. procumbentes; 5-14-24 µm de largura; 72-113-180 µm e 3-6-9 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; cristais romboédricos freqüentemente presentes, preferencialmente nas células mais externas; óleo-resina, presente. Estratificação presente.

Listrado de Estratificação: distinto, visível a olho nu, com 3-4 listras por mm.

Sclerobium aureum

Anéis de crescimento: distintos por linhas tangenciais irregulares, mais escuras, formadas pela compactação do tecido fibroso.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 8 poros, radiais a racemiformes; porosidade difusa; 6-16-34/mm²; os solitários, ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 48-105-151 µm; comprimento dos elementos de vasos 144-314-451 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas em sua maioria, mas também horizontais; pontuações intervasculares alternas, em geral arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas, às vezes coalescentes; ornamentadas. Poros sempre em contato com os raios e na maioria vazios. Óleo-resina, as vezes presente.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, muito pequenas, difíceis de visualizar; mais freqüentes nas paredes radiais; 643-1093-1488 µm de comprimento; com paredes de medianamente espessas a espessas.

Parênquima axial: paratraqueal aliforme e aliforme confluyente, formando, por vezes, curtas expansões laterais onduladas a oblíquas, que não chegam a formar faixas, mas interligam vários conjuntos de poros; séries de 2 a 8 células; óleo-resina, presente.

Raios: 7-9-11/mm; unisseriados e bisseriados (maioria), muito raramente trisseriados, homogêneos, constituídos por células procumbentes; 12-22-31 µm de largura; 55-192-307 µm e 4-10-16 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina abundantemente presente. Raios fusionados verticalmente, presentes.

LEGUMINOSAE (FABOIDEAE)*Andira cuyabensis*

Anéis de crescimento: distintos por fibras de paredes radialmente achatadas, formando faixas fibrosas tangenciais contínuas

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 6 (7, 8, 10) poros, radiais; porosidade difusa; 1-5-11/mm²; os solitários, arredondados a ovalados; os múltiplos; poligonados; diâmetro tangencial 22-41-58 µm; comprimento dos elementos de vasos 173-258-355 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais; pontuações intervasculares alternas, poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, eventualmente coalescentes; ornamentadas. Óleo-resina presente.

Parênquima axial: muito abundante, em forte contraste com as fibras de paredes muito espessas, paratraqueal aliforme confluyente que, ora forma faixas curtas, onduladas, oblíquas, ligando alguns poros e ora forma extensas faixas contínuas, onduladas ou não, com até 20-25 células de largura. Eventualmente algumas células esparsas, denotando um parênquima apotraqueal difuso; séries de 2 a 6 células; séries de cristais romboédricos ocasionalmente presentes, as vezes em câmaras.

Fibras: com pontuações muito pequenas, mais freqüentes nas paredes radiais, inconspicuamente areoladas a simples; 470-939-1507 µm de comprimento; com paredes extremamente espessas.

Raios: 4-6-9/mm; uni-, bi- e trisseriados; na maioria homogêneos, constituídos por células procumbentes, mas existindo também raios que possuem algumas células quadradas sugerindo porções heterogêneas; 10-25-48 µm de largura: 86-259-470 µm e 3-11-26 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina por vezes presente; raios fusionados verticalmente, presentes.

Bowdichia virgilioides

Anéis de crescimento: distintos através de parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 10 poros; porosidade difusa; 2-6-12/mm²; os solitários circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 24-39-48 µm; comprimento dos elementos 259-314-422 µm. Placas de perfuração simples, horizontais a levemente oblíquas; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a ovaladas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas, às vezes coalescentes; ornamentadas. Óleo-resina presente.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal aliforme e aliforme confluyente, formando extensões laterais irregulares, onduladas e oblíquas ligando vários poros; parênquima apotraqueal difuso e também marginal não muito definido; séries de 2 a 4 células, levemente estratificadas; cristais romboédricos em séries e em câmaras, presentes.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 787-1190-1536 µm de comprimento; com paredes espessas a muito espessas.

Raios: 4-7-8/mm; uni-, bi-, tri- e tetrasseriados (menos freqüentes), homogêneos, constituídos por células procumbentes, mas também alguns parcialmente heterogêneos, constituídos de células procumbentes e uma fileira incompleta de células quadradas; 24-39-65 µm de largura; 22-96-180 µm e 2-13-39 células de altura. Pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; irregularmente estratificados.

Listrado de estratificação: muito irregular, sendo que os raios mais baixos, as séries de parênquima e os elementos de vaso parecem constituir um estrato.

Dipteryx alata

Anéis de crescimento: distintos pelo parênquima marginal e por fibras de paredes mais espessas.

Vasos: solitários (poucos), circulares a ovalados, e múltiplos, poligonados, de 2 a 7 poros, radiais (maioria) a racemiformes; porosidade difusa; 12-18-29/mm²; diâmetro tangencial 36-72-108 µm; comprimento dos elementos de vasos 230-260-288 µm. Placas de perfuração simples, de oblíquas a horizontais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas, às vezes coalescentes; ornamentadas. Óleo-resina freqüentemente presente.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal desde escasso a vasicêntrico até aliforme e aliforme confluyente, ligando vários poros através de expansões laterais onduladas e oblíquas; também parênquima apotraqueal difuso e marginal; séries de 2 (mais comum) a 4 células, estratificadas; cristais romboédricos, em câmaras e em séries longas, presentes.

Fibras: com pontuações simples, mais freqüentes nas paredes radiais; 672-885-1152 µm de comprimento; com paredes muito espessas. Fibras gelatinosas, presentes.

Raios: 8-15-19/mm; na maioria unisseriados, poucos bisseriados; homogêneos, constituídos somente por células procumbentes; 7-16-29 µm de largura; 4-14-37 µm e 74-218-626 células de altura. Pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina, presente; estratificados. Raios fusionados verticalmente, presentes.

Listrado de estratificação: presente, resultante da estratificação de todos os elementos.

LEGUMINOSAE (MIMOSOIDEAE)*Albizia niopiooides*

Anéis de crescimento: distintos através de linhas tangenciais, onduladas, mais escuras devido a um maior espessamento das paredes das fibras.

Vasos: solitários, circulares a ovalados, e múltiplos, com formato poligonado, de 2 a 7 poros, radiais (maioria), tangenciais e racemiformes; porosidade difusa; 6-10-16/mm²; diâmetro tangencial 58-95-154 µm; comprimento dos elementos de vasos 134-300-413 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas, por vezes coalescendo; ornamentadas. Tilos e conteúdo, ausentes.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal, desde vasicêntrico até aliforme, quase que sempre confluindo, formando faixas irregulares e oblíquas; séries de 2 a eventualmente 4 células; cristais romboédricos seriados e em câmaras, presentes.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 470-719-912 µm de comprimento; com paredes medianas até espessas; septadas.

Raios: 6-8-10/mm; uni-, bi- e trisseriados; homogêneos, constituídos de células procumbentes. 7-17-26 µm de largura; 31-183-305 µm e 3-14-22 células de altura. Pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares. Raios fusionados verticalmente, presentes.

Anadenanthera colubrina var. *cebil*

Anéis de crescimento: evidenciados pelo parênquima marginal, que forma linhas tangenciais estreitas e pela tendência a porosidade em anel semi-circular.

Vasos: solitários, arredondados, e múltiplos, de formato poligonado, de 2 a 4 poros, radiais; porosidade difusa, às vezes sugerindo uma tendência a porosidade em anel semi-circular; 16-20-25/mm²; diâmetro tangencial 43-88-125 µm; comprimento dos elementos de vasos 182-252-326 µm. Placas de perfuração simples, levemente oblíquas a quase transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas. Óleo-resina escura, freqüente.

Parênquima axial: paratraqueal desde vasicêntrico a aliforme e aliforme confluyente e, apotraqueal marginal; séries de 2 a 4 células; séries longas e muito abundantes de cristais romboédricos em câmaras.

Fibras: com pontuações simples, difíceis de serem visualizadas, tanto nas paredes radiais como tangenciais; 586-859-1104 µm de comprimento; com paredes muito espessas.

Raios: 4-6-8/mm; uni-, bi-, tri- e, eventualmente, tetrasseriados; homogêneos, constituídos por células procumbentes; 5-21-31 µm de largura; 58-152-331 µm e 4-11-17 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina, presente; cristais, ausentes.

Stryphnodendron obovatum

Anéis de crescimento: distintos através de linhas tangenciais evidenciadas pelo maior espessamento e achatamento radial das paredes das fibras.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 14 poros, radiais a racemiformes; porosidade difusa; 3-6-11/mm²; os solitários circulares a ovalados, os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 17-32-41 µm; comprimento dos elementos de vasos 125-271-422 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais; pontuações intervasculares alternas, poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas; coalescência freqüente; ornamentadas. Tilos e conteúdo, ausentes.

Fibras: libriformes, com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 461-651-835 µm de comprimento, com paredes estreitas a medianamente espessas.

Parênquima axial: paratraqueal escasso a vasicêntrico; séries de 2 a 4 células; óleo-resina abundante.

Raios: 5-8-12/mm; uniseriados, bisseriados (total e localmente) e, em menor quantidade, trisseriados; homogêneos, constituídos por células procumbentes; 12-17-24 µm de largura; 38-157-350 µm e 2-10-17 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina abundante.

MELIACEAE*Trichilia elegans*

Anéis de crescimento: distintos através de linhas tangenciais mais escuras formadas pelo espessamento e pelo achatamento radial das paredes das fibras e pelo parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 8 (10) poros, radiais a racemiformes; porosidade difusa; 21-30-40/mm²; os solitários com seção ovalada e os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 31-53-72 µm; comprimento dos elementos de vasos 182-335-394 µm. Placas de perfuração simples, na maioria oblíquas; poucas transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a poligonadas, com aberturas horizontais, inclusas, às vezes coalescentes. Conteúdo escuro tipo óleo-resina presente; tilos ausentes. É característico a visualização das placas de perfuração simples com abas largas no corte transversal, onde elas aparecem com diâmetro menor do que os poros.

Fibras: com pontuações areoladas pequenas, mais freqüentes nas paredes radiais; 413-719-1018 µm de comprimento; com paredes medianamente espessas.

Parênquima axial: predominantemente paratraqueal desde escasso a vasicêntrico até aliforme, às vezes confluyente; apotraqueal difuso e também em faixas de 2 a 6 células, contínuas, levemente onduladas; séries de 2 a 4 células.

Raios: 8-13-17/mm; predominantemente unisseriados, mas também bisseriados; na maioria homogêneos, constituídos por células procumbentes mas também alguns heterogêneos, compostos por células procumbentes e uma a duas fileiras marginais de células quadradas e eretas; 7-14-19 µm de largura; 38-157-312 µm e 2-9-17 células de altura. Pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; cristais romboédricos, isolados, presentes; óleo-resina, em forma de pequenas gotas, presente; raios fusionados presentes.

RHAMNACEAE*Rhamnidium elaeocarpum*

Anéis de crescimento: demarcados por zonas fibrosas mais escuras, devidas ao achatamento das fibras e pelo parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 6 (8) poros, radiais; porosidade difusa; 36-53-63/mm²; os solitários com seção circular a ovalada; os múltiplos poligonados; diâmetro tangencial 36-57-77 µm; comprimento dos elementos de vasos 307-357-403 µm. Placas de perfuração simples, na maioria oblíquas, mas também algumas transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, com aberturas inclusas, horizontais, ocasionalmente coalescendo. Conteúdo de coloração escura, tipo goma ou goma-resina, freqüente.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, muito difíceis de serem visualizadas por serem as fibras preenchidas por substância escura; 701-879-1085 µm de comprimento; com paredes espessas a muito espessas.

Parênquima axial: paratraqueal escasso e apotraqueal marginal; séries de 5 a 8 células, todas preenchidas com óleo-resina.

Raios: 8-12-19/mm; unisseriados, bi- e trisseriados (ambos mais comuns) e, menos freqüentemente, tetrasseriados; heterogêneos, compostos por células procumbentes e de 1 até 8 fileiras de células quadradas e eretas; 12-31-43 µm de largura; 103-233-427 µm e 4-11-19 células de altura; pontuações raio vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina abundante; cristais romboédricos grandes e isolados, muito freqüentes preferencialmente nas células marginais. Raios fusionados verticalmente, presentes.

RUTACEAE*Fagara hassleriana*

Anéis de crescimento: distintos através da frequência decrescente das faixas de parênquima axial em direção ao lenho tardio, resultando em zonas fibrosas distintas.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 4 poros, predominantemente radiais, mas também tangenciais e racemiformes; porosidade difusa; 7-13-19/mm²; os solitários circulares a ovalados e os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 36-75-103 µm; comprimento dos elementos de vasos 221-316-422 µm. Placas de perfuração simples, na maioria oblíquas mas também transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a poligonadas, com aberturas horizontais e inclusas. Tilos e conteúdo, ausentes.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 605-1113-1421 µm de comprimento; paredes medianamente espessas a espessas.

Parênquima axial: predominantemente em faixas onduladas e contínuas, com largura variando de 3 (4) até 12 células, mas também paratraqueal escasso a vasicêntrico, às vezes aliforme; séries de 2 a 4 (5) células.

Raios: 4-7-9/mm; 1, 2, 3, 4, 5 (6) seriados; homogêneos, compostos somente de células procumbentes, mas também alguns em parte heterogêneos, compostos de células procumbentes e de uma, duas até três fileiras de células quadradas e eretas; 17-44-72 µm de largura; 77-357-672 µm e 2-13-25 células de altura; pontuações raio - vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina freqüente; raios fusionados longitudinalmente, presentes.

Canais intercelulares axiais traumáticos, dispostos de maneira concêntrica, presentes.

Máculas medulares presentes.

SAPINDACEAE*Dilodendron bipinnatum*

Anéis de crescimento: distintos através de linhas tangenciais mais escuras formadas pelo maior espessamento das paredes das fibras e por faixas de parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 6 poros, radiais; porosidade difusa; 4-7-12/mm²; os solitários com secção circular a ovalada; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 77-131-163 µm; comprimento dos elementos de vasos 192-283-394 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais; pontuações intervasculares alternas, poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas; coalescentes; ornamentadas. Tilos e conteúdo ausentes.

Fibras: com pontuações areoladas, grandes, mais freqüentes nas paredes radiais; 672-982-1344 µm de comprimento, com paredes desde estreitas até espessas. Fibras gelatinosas freqüentes.

Parênquima axial: desde paratraqueal escasso a vasicêntrico, mas também aliforme e aliforme confluyente, muitas vezes formando faixas, ora regularmente horizontais, ora diagonais irregulares e, ainda, apotraqueal marginal; séries de 2 a 4 células; cristais romboédricos, em câmaras e em séries por vezes longas, bastante freqüentes.

Raios: 3-6-8/mm; desde unisseriados até multisseriados com até 6 células de largura; os multisseriados, homogêneos, compostos por células procumbentes; os uni e bisseriados, compostos por células quadradas e eretas; 10-40-70 µm de largura; 163-342-634 µm e 3-15-30 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares. Raios fusionados verticalmente presentes.

SAPOTACEAE*Pouteria ramiflora*

Anéis de crescimento: fracamente demarcados por zonas de tecido fibroso mais escuras.

Vasos: solitários (poucos) e múltiplos de 2 a 4 (eventualmente até 6), radiais; 7-9-16/m²; os solitários, arredondados a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 38-59-84 µm; comprimento dos elementos de vasos 230-359-509 µm. Placas de perfuração simples (eventualmente em vasos de diâmetros menores, observam-se placas múltiplas escalariformes irregulares), oblíquas; pontuações intervasculares alternas, poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas, às vezes, coalescentes. Tilos presentes. Traqueóides vasculares, presentes.

Fibras: libriformes, com pontuações simples mais comuns nas paredes radiais; 739-919-1056 µm de comprimento; com paredes muito espessas.

Parênquima axial: apotraqueal em faixas contínuas, irregulares e onduladas, com largura variando de 1 até 6-7 células; séries de 2 a 4 células; óleo-resina escasso.

Raios: 11-14-18/mm; desde unisseriados até trisseriados; heterogêneos, constituídos por células procumbentes e por uma a duas fileiras de células quadradas e eretas; 22-36-50 µm de largura; 103-290-662 µm e 4-12-25 células de altura; pontuações raio-vasculares bem variadas, grandes, unilateralmente compostas; óleo-resina abundante; sílica bastante freqüente; raios fusionados verticalmente, comuns. Células perfuradas de raio, presentes.

STERCULIACEAE*Sterculia apetala*

Anéis de crescimento: muito fracamente distintos através do sutil espessamento e achatamento radial das paredes das fibras.

Vasos: solitários (maioria) e múltiplos de 2 a 4, radiais e tangenciais; porosidade difusa; 2-4-8/mm²; os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 96-145-211µm; comprimento dos elementos de vasos 250-330-403 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas a transversais; pontuações intervasculares alternas, arredondadas, ovaladas a poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas. Tilos e conteúdo, ausentes.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 1219-1752-2458 µm de comprimento; com paredes muito espessas.

Parênquima axial: paratraqueal vasicêntrico, que devido a grande largura e proximidade dos raios, forma como que faixas mais ou menos concêntricas, irregulares, com mais de três células de largura e espaçamento desigual; mas também apotraqueal difuso e difuso e difuso em agregados; séries de 2 a 4 (5) células; cristais romboédricos isolados presentes.

Raios: 1-2-3/mm; unisseriados, poucos; multisseriados com mais de dez células de largura; heterogêneos, com células procumbentes, quadradas e eretas; células envolventes presentes, assim como células baldosas; raios agregados também presentes; cristais prismáticos, isolados, presentes nas células quadradas e eretas; 182-314-442 µm de largura; 730-1102-2083 µm e 34-39-49 células de altura; pontuações raio-vasculares desde pequenas e ovais a lenticulares, às vezes bastante grandes e alongadas (por vezes também semelhantes às intervasculares).

TILIACEAE*Luehea paniculata*

Anéis de crescimento: pouco demarcados através do espessamento e achatamento radial das paredes das fibras em conjunto com faixa estreita de parênquima axial.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 8 (10), radiais; porosidade difusa; 3-11-22/mm²; os solitários, ovalados e os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 60-96-134 µm; comprimento dos elementos de vasos 182-334-451 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas, mas freqüentemente coalescendo; vazios.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, muito freqüentes nas paredes radiais; 931-1335-1642 µm de comprimento; com paredes espessas.

Parênquima axial: paratraqueal escasso e apotraqueal difuso e difuso em agregados, por vezes simulando um parênquima reticulado; séries de 2 a 4 células; cristais prismáticos, isolados, escassamente presentes; óleo-resina, presente.

Raios: 9-11-14/mm; uni - a tetrasseriados; heterogêneos, compostos de células procumbentes, quadradas e eretas; células baldosas presentes; raios fusionados longitudinalmente, comuns; cristais romboédricos, isolados, muito abundantes; óleo-resina comum; células perfuradas de raio, freqüentes; 22-51-84 µm de largura; 163-548-1546 µm e 1-14-59 células de altura; os de menor altura, estratificados; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares.

VERBENACEAE*Vitex cymosa*

Anéis de crescimento: demarcados através do espessamento e achatamento radial das paredes das fibras, da porosidade em anel semi-circular e do parênquima marginal.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 4, tangenciais a racemiformes; porosidade em anel semicircular; 16-20-34/mm²; os solitários, circulares a ovalados; os múltiplos, poligonados; diâmetro tangencial 55-88-125 µm; comprimento dos elementos de vasos 202-389-547 µm. Placas de perfuração simples, oblíquas; pontuações intervasculares alternas, poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais e inclusas. Tilos presentes.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais comuns nas paredes radiais; 643-898-1210 µm de comprimento; com paredes estreitas a medianamente espessas; septadas.

Parênquima axial: paratraqueal escasso a vasicêntrico e vasicêntrico confluyente e apotraqueal marginal; séries de 5 a 8 células.

Raios: 4-5-7/mm; unisseriados (poucos) e multisseriados de 2 a 6 (eventualmente 7); heterogêneos, compostos de células procumbentes, quadradas e eretas; 12-60-84 µm de largura; 77-397-758 µm e 2-16-47 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares, mas também estendidas horizontalmente, oblíqua e unilateralmente compostas; pequenos cristais cúbicos freqüentes nas células procumbentes; ocorrência de células perfuradas de raio; raios fusionados verticalmente, presentes; óleo-resina comum.

VOCHYSIACEAE*Qualea parvifolia*

Anéis de crescimento: distintos através da diminuição da frequência das faixas de parênquima axial em direção ao lenho tardio, resultando em zonas fibrosas distintas.

Vasos: solitários e múltiplos de 2 a 5 poros, radiais a racemiformes; porosidade difusa; 8-15-25/mm²; os solitários com secção circular a ovalada; os múltiplos, poligonados diâmetro tangencial 36-101-134 µm; comprimento dos elementos de vasos 250-345-442 µm. Placas de perfuração simples, na maioria oblíquas; pontuações intervasculares alternas, arredondadas a poligonadas, com aberturas lenticulares, horizontais, inclusas e exclusas, coalescentes; ornamentadas. Tilos e conteúdo tipo goma-resina, presentes.

Fibras: com pontuações simples a inconspicuamente areoladas, mais freqüentes nas paredes radiais; 566-805-1085 µm de comprimento; com paredes espessas a muito espessas.

Parênquima axial: paratraqueal, desde vasicêntrico até aliforme losangular, sendo que o predominante são as faixas irregulares resultantes da confluência daqueles dois tipos de parênquima; séries de 2 a 5 células; óleo-resina presente.

Raios: 4-5-8/mm; uni, bi até pentasseriados; heterogêneos, compostos de células procumbentes e de uma a duas fileiras de células quadradas e eretas; 19-55-96 µm de largura; 22-119-240 µm e 2-16-28 células de altura; pontuações raio-vasculares semelhantes às intervasculares; óleo-resina muito abundante nas células; raios fusionados longitudinalmente muito freqüentes. Em certos trechos, no corte tangencial, pode-se observar raios aparentemente mais largos que o usual, sugerindo a presença de raios agregados.

Canais intercelulares axiais concentricos, presentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, M. de M.; SILVA, J. dos S. V.; POTT, V., et al. Utilização de dados analógicos do LANDSAT-TM na discriminação da vegetação de parte da sub-região da Nhecolândia no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, no prelo.
- AKACHUKU, A. E. The effects of some internal and external factors on growth rate of *Lovoa trichilioides* deduced from its wood anatomy. **IAWA Journal**, Utrecht, v.5, n.1, p.75-80, 1984.
- ALVIM, P. de T. Tree growth periodicity in tropical climates. In: ZIMMERMANN, M.H., ed. **Formation of wood forest trees**. New York: Academic Press, 1964. p.479-495.
- ALVIM, P. de T.; MACHADO, A.D.; VELLO, F. Physiological responses of cacao to environmental factors. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE (4.: 1972: Trinidad Tobago). **International...** (S.l.:s.n.), 1972. p.210-225.
- ALVIM, P. de T.; ALVIM, R. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M. H. **Tropical trees as living systems**. New York: Cambridge University Press, 1978. p.445-464.
- AMOBI, C.C. Periodicity of wood formation in some trees of lowland rainforest in Nigeria. **Annals of Botany**, London, v.37, p.211-18, 1973.
- AMOBI, C.C. Periodicity of wood formation in twigs of some tropical trees in Nigeria. **Annals of Botany**, London, v.38, p.931-936, 1974.
- ASH, J. Tree rings in tropical *Callitris macleayana* F. Muell. **Australian Journal of Botany**, Victoria, v.31, p.277-281, 1983.
- BANKS, J.C.G. A review of the use of tree rings for the quantification of forest disturbances. In: BARTHOLIN, J.S.; BERGLUND, B.E.; ECKSTEIN, D; et al. **Tree Rings And Environment: proceedings of the International Dendrochronological Symposium**, Ystad, 1990. Lund: Lund University, 1992. p.3-13.
- BARAJAS-MORALES, J. Wood structural differences between trees of two tropical forests in Mexico. **IAWA Journal**, Utrecht, v.6, n.4, p.355-364, 1984.
- BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B. Processo nítrico-acético para maceração de madeira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (4.: 1982: Belo Horizonte). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p.732-733.

- BONINSEGNA, J. A.; VILLALBA, R.; AMARILLA, L.; OCAMPO, J. Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. **IAWA Journal**, Utrecht, v.10, n.2, p.161-169, 1989.
- BORCHERT, R. Computer simulation of tree growth periodicity and climatic hydroperiodicity in tropical forests. **Biotropica**, Washington, v.24, n.3, p.385-395, 1992.
- BORCHERT, R. Feedback control and age-related changes of shoot growth in seasonal and nonseasonal climates. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H. **Tropical trees as living systems**. New York: Cambridge University Press, 1978. p.497-515.
- BORCHERT, R. Growth periodicity and dormancy. RAGHAVENDRA, A.S. **Physiology of trees**. New York: J. Wiley & Sons, 1991. p.221-245.
- BORCHERT, R. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, Durham, v.61, n.5, p.1065-1074, 1980.
- BORCHERT, R. Phenology and flowering periodicity of Neotropical dry forest species: evidence from herbarium collections. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v.12, p.65-80, 1996.
- BORCHERT, R. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. **Ecology**, Durham, v.75, n.5, p.1437-1449, 1994.
- BOTOSSO, P.C.; VETTER, R.E. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em 8 espécies arbóreas tropicais de floresta de terra firme (Amazônia). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.3, n.2, p.163-180, 1991.
- BRASIL. SUDAM. **Madeiras da reserva florestal de Curuá-Una estado do Pará. Caracterização anatômica, propriedades gerais e aplicações**. Belém: Ministério do Interior, 1981. 118p.
- BROWN, C.L. Secondary growth. In: ZIMMERMANN, M.H.; BROWN, C.L. **Trees structure and function**. New York: Springer-Verlag, 1974. p.67-123.
- CADAVID GARCIA, E.A. **O clima no Pantanal Mato-grossense**. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1984. 39p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Circular técnica, 14).
- CALLADO, C.H.; COSTA, C.G.; SCARANO, F.R. Anéis de crescimento em espécies da Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (49.: 1998: Salvador). **Anais**. Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998, p.35.

- CARVALHO, P.E.R. **Especies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 639p.
- CARVALHO, R.F. de. Desenvolvimento de algumas das espécies florestais, nativas e exóticas, plantadas na estação florestal de experimentação de Saltinho. **Brasil Florestal**, Brasília, v.11, n.34, p.51-56, 1987.
- COSTER, Ch. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen – und Jahresringbildung in den Tropen. **Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg**, Buitenzorg, v.37, p.49-160; v.38, p.1-114, 1927/1928.
- CUNHA, N.G. **Considerações sobre os solos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense.** Corumbá: EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1980. 45p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Circular técnica, 1).
- CUNHA, N.G. **Dinâmica de nutrientes em solos arenosos no Pantanal Mato-grossense.** Corumbá: EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1985. 70p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Circular técnica, 17).
- DÉTIENNE, P. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. **IAWA Journal**, Utrecht, v.10, n.2, p.123-132, 1989.
- DETIENNE, P. Nature et périodicité des cernes dans quelques bois guyanais. **Bois et Forêts des Tropiques**, Nogent sur Marne, n.243, p.65-75, 1995.
- DICKSON, R.E.; ISEBRANDS, J.G. Leaves as regulators of stress response. In: MOONEY, H.A.; WINNER, W.E.; PELL, E.J., et al. **Response of plants to tiple stresses.** San Diego: Academic Press, 1991. p.3-34.
- EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. **Boletim Agrometeorológico: cinco anos de observações meteorológicas.** Corumbá, MS. 1977-1981. Corumbá, 1984. 52p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Boletim Agrometeorológico, 1).
- EMBRAPA-CPAP. **Boletim Agrometeorológico: 1986-1996 (Fazenda Nhumirim).** Corumbá, 1997. 81p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim Agrometeorológico, 3).
- ETTORI, L. de C.; SIQUEIRA, A.C. M. de F.O.; SATO, A.S., et al. Variabilidade genética em populações de ipê-roxo – *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. – para conservação “ex situ”. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.8, n.1, p.61-70, 1996.
- FAÏ, E. de. Vegetative development, primary and secondary growth of the shoot system of young *Terminalia superba* tropical trees, in a natural environment. I. Spatial variation in structure and size of axes. **Annales des Sciences Forestieres**, v.49, p.389-402, 1992.

- FAHN, A. Secondary xylem. In: FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1990. p. 332-373.
- FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P.Y.; ÁRBOEZ, G. de F., et al. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no estado de São Paulo. **Florestar Estatístico**, São Paulo, v.3, n.7, p.73-77, 1995.
- FERRI, M.G. **Plantas do Brasil: Espécies do Cerrado**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1969. 239p.
- FONSECA, J.M.M.A. Comportamento florestal de essências nativas e exóticas em condições de arboreto. **Científica**, Jaboticabal, v.2, n.2, p.198-207, 1974.
- GARRIDO, M. A. de O.; DOMINGOS, P.R.; GARRIDO, L.M. do A., et al. Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990: Campos de Jordão). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991, v.3, p.602-610.
- GARRIDO, M. de O.; SOUZA, A.C. de. Manejo científico de povoamentos florestais de espécies indígenas. **Silvicultura**, São Paulo, n.28, p.60-63, 1983.
- GOMES, A.V.; BOLZON DE MUNIZ, G.I. Wood structure and ultrastructure of *Prosopis caldenia*, *P. chilensis* and *P. juliflora* and influence of ecological factors. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON *Prosopis*. (2.: 1988: Recife). **The current state of knowledge on *Prosopis juliflora***. Recife: FAO, 1988, p.195-216.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Editora Livraria Nobel, 1987. 467p.
- GOURLAY, I.D. Growth ring characteristics of some African *Acacia* species. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v.11, p.121-140, 1995.
- GREATHOUSE, D.C.; LAETSCH, W.M.; PHINNEY, B.O. The shoot growth rhythm of a tropical tree, *Theobroma cacao*. **American Journal and Botany**, Bronx, v.58, n.4, p.281-286, 1971.
- GURGEL FILHO, O.A.; MORAES, J.L. de; MORAIS, E. Caracteres silviculturais e competição entre espécies folhosas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (1: 1982: Campos de Jordão). **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1982. p.895-900. Publicado na *Silvicultura em São Paulo*, v.16A, pt. 2.
- HALLÉ, F.; MARTIN, R. Étude de la croissance rythmique chez l'hevea (*Hevea brasiliensis* Müll.-Arg. Euphorbiacées-Crotonoidées). **Adansonia**, ser. 2, v.8, n.4, p.475-503, 1968.

- HALLÉ, F.; OLDEMAN, R.A.A.; TOMLINSON, P.B. **Tropical trees and forests: an architectural analysis**. Berlin: Springer-Verlag, 1978. 441p.
- HERNANDEZ GIL, R.; GARCIA F., F. Ritmicidad en el crecimiento de la *Vallea stipularis* L. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v.27, p.143-157, 1977.
- IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Journal**, Utrecht v.10, n.3, p. 219-332, 1989.
- JACOBY, G.C. Overview of tree-ring analysis in tropical regions. **IAWA Journal**, Utrecht v.10, n.2, p. 99-108, 1989.
- JACOBY, G.C.; D'ARRIGO, R.D. Teak (*Tectona grandis* L.F.), a tropical species of large-scale dendroclimatic potential. **Dendrochronologia**, v.8, p.83-98, 1990.
- KAMO, K.; KIATVUTTINON, B.; PURIYAKORN, B. Growth dynamics of some broad-leaved tree species in central Thailand. In: BOX, E.O. et al. (eds) **Vegetation science in forestry**. [S.I.]: Kluwer Academic Pub., 1995. p.515-528.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. Water Stress. In: KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. p.247-302.
- LAMPRECHT, H. Silviculture in the tropical natural forests. In: PANCEL, L., ed. **Tropical forestry handbook**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p.727-810.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. 252p.
- LEVITT, J. **Responses of plants to environmental stresses: volume II**. Water, radiation, salt, and other stresses. New York : Academic Press, 1980. 607p.
- LIMA, P.C.F.; SOUZA, S.M. de; DRUMOND, M.A. Competição de espécies florestais nativas em Petrolina, PE. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (1.: 1982: Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1982. p.1139-1148. Publicado na Silvicultura em São Paulo, v.16A, pt. 2.
- LONGMAN, K.A. Control of shoot extension and dormancy: external and internal factors. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H. **Tropical trees as living systems**. New York : Cambridge University Press, 1978. p.465-495.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- LOUREIRO, A.A.; VASCONCELLOS, F.J. de; FREITAS, J.A. de. Contribuição ao estudo anatômico do lenho de 5 espécies de *Sclerolobium* e 5 espécies de *Tachigalia* (LEGUMINOSAE) da Amazônia. **Acta Amazônica**, Manaus, v.13, n.1, p.149-170, 1983.

- LUCHI, A.E.; ANGYALOSSY-ALFONSO, V. Aspectos da periodicidade de crescimento em *Hymenaea courbaril* L. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (47.: 1998: Nova Friburgo). **Anais**. Nova Friburgo: Sociedade Botânica do Brasil, 1996, p.260.
- MAINIERI, C. **Madeiras leves da Amazônia empregadas em caixotaria, estudo anatômico e microscópico**. São Paulo: IPT, 1962. 69p.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989. 418p.
- MAINIERI, C. **Manual de identificação das principais madeiras comerciais brasileiras**. São Paulo: IPT, 1983. 243p.
- MARIAUX, A. Essai de dendroclimatologie en climat sahélien sur *Acacia raddiana*. **Bois et Forêts des Tropiques**, Nogent sur Marne, n.163, sept./oct., p.27-35, 1975.
- MATTOS, P.P.; SEITZ, R.A.; BOLZON DE MUNIZ, G. I. **Identification of annual growth rings based on periodical growth of branches**. In: IUFRO ALL DIVISION 5 CONFERENCE (1997: Pullman). Forest Products for Sustainable Forestry: final program and proceedings). Pullman: Washington State University, 1997. p.241.
- MATTOS, P.P.; SALIS, S.M. Fenologia de frutíferas nativas na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (45.: São Leopoldo: 1994). **Resumos**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos / Sociedade Botanica do Brasil, 1994. p.374.
- MULTILINGUAL Glossary of terms used in wood anatomy. **Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen**, Zürich, v.40, n.1, 1964. 186p.
- OLIVER, C.D.; LARSON, B.C. **Forest stand dynamics**. New York: McGraw-Hills, 1990. 467p.
- PALLARDY, S.G. Introductory overview. In: HENNESSEY, T.C.; DOUGHERTH, P.M.; KOSSUTH, S.V.; JOHNSON, J.D. **Stress physiology and forest productivity**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p.1-8.
- PERNIA, N.E. de; LEÓN H., W.J. Influencia de las características anatómicas sobre las propiedades mecánicas de la madera. **Revista Forestal Venezolana**, Merida, v.27, n.37, p.21-38, 1993.
- PILCHER, J.R. Sample preparation, cross-dating, and measurement. In: COOK, E.R.; KAIRIUKSTIS, L.A. **Methods of Dendrochronology, Applications in the Environmental Sciences**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1992. p.40-51.

- POTT, A.; POTT, V.J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA, 1994. 320p.
- RATTER, J.A.; POTT, A; POTT, V.J.; CUNHA, C.N.; HARIDASAN, M. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá, Brazil. **Notes RBG Edingurgh**, v.45, n.3, p.503-525, 1988.
- REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, Oxford, v.72, p.61-74, 1984.
- RINN, F. **TSAP, version 3.0, reference manual**: computer program for tree ring analysis and presentation. Heidelberg: Dipl.-Phys., 1996. 263p.
- RIZZINI, C.T. Sobre alguns aspectos do Cerrado. **Brasil Florestal**. Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.20-34, 1970.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1971. 294p.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, v.2, 1979. 374p.
- ROBERTS, S.D. The occurrence of non-ring producing branches in *Abies lasiocarpa*. **Trees: Structure and Function**, New York, v.8, p.263-267, 1994.
- ROIG JUNIOR, F.A. The wood of *Adesmia horrida* and its modifications by climatic conditions. **IAWA Journal**, Utrecht, v.7, n.2, p.129-135, 1987.
- SALIS, S.M.; MATTOS, P.P. de. Fenologia de arbóreas nativas com potencial madeireiro na sub-região da Nhecolândia, Pantanal Mato-grossense. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / SBEF, 1993. p.762.
- SANTARELLI, E.G. Comportamento de algumas espécies vegetais na recomposição de matas nativas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990: Campos de Jordão). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1991, v.3, p.232-235.
- SARMIENTO, G; MONASTERIO, M. Life forms and phenology. In: BOURLIERE, F. **Tropical savannas**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.79-108.
- SCHWEINGRUBER, F.H.; KAIRIUKSTIS, L.; SHIYATON, S. Sample selection. In: COOK, E.R.; KAIRIUKSTIS, L.A. **Methods of Dendrochronology, applications in the environmental sciences**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1992. p.23-35.

- SEITZ, R.A.; KANNINEN, M. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in southern Brazil: Preliminary results. **IAWA Journal**, Utrecht, v.10, n.2, p.170-174, 1989.
- SILVA, H.D. da; PIRES, I.E.; RIBASKI, J. et al. **Comportamento de essências florestais nas regiões árida e semi-árida do nordeste**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1980. 25p.
- SILVA, L.B.X.; TORRES, M.A.V. Espécies florestais cultivadas pela COPEL – PR (1974-1988). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992. **Anais**. São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.585-594. Publicado na Revista do Instituto Florestal, v.4, pt.2, edição especial. 1992.
- SILVA, L.B.X.; TORRES, M.A.V. Reflorestamento misto x puro - Foz do Chopim (1979-1991) COPEL – Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.: 1993: Curitiba). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura / SBEF, 1993. v.2, p. 463-467.
- SILVA, M.P.; MOURÃO, G.M.; COUTINHO, M.E.; TOMÁS, W.M.; MAURO, R.A. Situação do desmatamento no Pantanal. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ECOLOGIA, 2; CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL (1.: 1992: Caxambu). 1992. **Resumos**. [S.l.]: Sociedade de Ecologia do Brasil, 1992. p.381.
- SOARES, C.R.A. **Estrutura e florística de duas comunidades vegetais sob diferentes condições de manejo, Pantanal da Nhecolândia, MS**. Cuiabá, 1997. Dissertação de (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Mato Grosso.
- SORIANO, B.M.A. Caracterização climática da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, MS. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL (2.: 1996: Corumbá). **Manejo e conservação**: resumos. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. p.52-53.
- SOUZA, J.F.; LISBOA, P.L.B. Estudo comparativo da influência climática sobre a morfologia de plantas lenhosas da caatinga nordestina e da Amazônia. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA (49.: 1998: Salvador). **Anais**. Salvador: Sociedade Botânica do Brasil, 1998, p.39.
- TOLEDO FILHO, D.V. de. Competição de espécies arbóreas de cerrado. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, São Paulo, n.42, p.61-70, 1988.
- TOLEDO FILHO, D.V.; PARENTE, P.R. Essências indígenas sombreadas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS (1.: 1982: Campos do Jordão). **Anais**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1982. p.948-956. Publicado em Silvicultura em São Paulo, v.16A, pt.2, 1982.

- TOMAZELLO FILHO, M.; LISI, C.S.; LEMOS, A.V. Caracterização e avaliação dos anéis de crescimento de árvores de ipê-rosa, *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Tol. E ipê-roxo, *T. impetiginosa* (Mart.) Standl., Bignoniaceae. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO (SBSP) (12.: 1998: Piracicaba). **Programa e Livro de Resumos**. Piracicaba: ESALQ, 1998. p.54.
- TOMLINSON, P.B.; LONGMAN, K.A. Growth phenology of tropical trees in relation to cambial activity. In: BORMANN, F.H. ; BERLYN, G., eds. **Age and growth rate of tropical trees: new directions for research**. New Haven: Yale University. School of Forestry & Environm. Studies, 1981. p.7-19. (Yale University. Bulletin, 94).
- TRENARD, Y. Making wood speak: an introduction to dendrochronology. **Forestry Abstracts**, Sydney, v.43, n.12, p.729-759, 1982. Traduzido por K.E. Langdon.
- TSOUMIS, G. **Wood as raw material**. London: Pergamon Press, 1969. 263p.
- VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A. L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 123p.
- VENUGOPAL, N.; KRISHNAMURTHY, K.V. Seasonal production of secondary xylem in the twigs of certain tropical trees. **IAWA Journal**, Utrecht, v.8, n.1, p.31-40, 1987.
- VETTER, R.E.; BOTOSSO, P.C. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. **IAWA Journal**, Utrecht, v.10, n.2, p.133-145, 1989.
- VILLALBA, R.; BONINSEGNA, J.A. Dendrochronological studies on *Prosopis flexuosa* DC. **IAWA Journal**, Utrecht, v.10, n.2, p.155-160, 1989.
- WALLER, D.M. The dynamics of growth and form. In: CRAWLEY, M. J. **Plant ecology**. London: Blacwell Scientific Pub., 1989. p.291-320.
- WORBES, M. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the neotropics. **IAWA Journal**, Utrecht, v.10, n.2, p.109-122, 1989.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, Utrecht, v.16, n.4, p.337-351, 1995.
- WORBES, M. Occurrence of seasonal climate and tree-ring research in the tropics. In: BARTHOLIN, J.S.; BERGLUND, B.E.; ECKSTEIN, D; et al. **Tree Rings And Environment: proceedings of the International Dendrochronological Symposium**, Ystad, 1990. Lund: Lund University, 1992a, p.338-342.

- WORBES, M. Site and sample selection in tropical forests. In: COOK, E.R.; KAIRIUKSTIS, L.A. **Methods of Dendrochronology, applications in the environmental sciences**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1992b. p.35-40.
- ZHANG, S.Y.; BAAS, P.; ZANDEE, M. Wood structure of the Rosaceae in relation to ecology, habit and phenology. **IAWA Journal**, Utrecht, v.13, n.3, p.307-349, 1992.
- ZIMMERMANN, M.H. Structural requirements for optimal water conduction in tree stems. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMANN, M.H. **Tropical trees as living systems**. New York: Cambridge University Press, 1978. p.517-532.