

ARBÓREAS TROPICAIS DE FLORESTA DE TERRA FIRME (AMAZÔNIA)\*

Paulo C. BOTOSSO\*\*  
Roland E. VETTER\*\*\*

RESUMO

Foram selecionadas 38 árvores tropicais pertencentes a 8 espécies de floresta de Terra Firme de um plantio de idade conhecida da Reserva Florestal "Adolfo Ducke" pertencente ao INPA (Manaus/AM), localizado no km 26 da Rodovia AM 010 (Manaus - Itacoatiara). Como método experimental de estudo da periodicidade e taxa de crescimento em árvores tropicais foram implantadas faixas dendrométricas permanentes com uma precisão de 0,2 mm de incremento em circunferência e realizadas marcações anuais do câmbio. Foram realizadas leituras mensais de incremento em circunferência por um período de 20 meses (novembro/1988 a junho/1990), comparando-as com dados de precipitação pluviométrica. Verificou-se que a atividade cambial reage ao estresse de água no período "seco", registrando-se baixo ou nenhum incremento em circunferência. Imediatamente, às primeiras precipitações da estação chuvosa observou-se um rápido aumento nas taxas de incremento. Algumas variações específicas das condições de crescimento em circunferência são consideradas.

Palavras-chave: periodicidade de crescimento; espécies tropicais; taxa de crescimento; marcação do câmbio.

ABSTRACT

It was selected 38 tropical trees belonging to 8 species of plantation grown trees of known age from unflooded Terra Firme forest situated in INPA's Forest Reserve "Adolfo Ducke" - (Highway AM 010, km 26). As experimental method of the periodicity and growth rate in tropical trees was used permanent dendrometers bands at a precision of 0,2mm of the girth increment and annual cambial marking by wounds inflicted on living trees. The reading of band dendrometers was monthly performed over a period of 20 months (November 1988 to June 1990) and the results was compared with periodical meteorological reports (precipitation). It was observed that cambial activity of the trees react to the water stress in the dry season. It was measured low or no increase in girth and the cambial activity slows down or ceases. Immediately after the first rainfalls of the rainy season a jump in the increment rates was observed. Some specific variations of the girth growth conditions are considered.

Key words: Growth periodicity; tropical species; growth rate; cambial marking.

1 INTRODUÇÃO

A viabilidade econômica a longo prazo de muitos países tropicais será afetada pela sua capacidade de utilizar tanto as florestas naturais e artificiais em base de um manejo sustentado. Até o momento, as florestas tropicais estão entre os ecossistemas florestais menos conhecidos do mundo. Nossa falta de compreensão tem sua origem em grande parte na incapacidade de se

determinar precisamente a idade, periodicidade e taxas de crescimento das árvores tropicais.

O desenvolvimento de esquemas viáveis para utilização das florestas, a determinação dos ciclos de corte, os regimes de desbastes e a estimativa do volume a ser explorado são baseados no conhecimento destes aspectos. Em Ecologia, os mesmos são básicos

(\*) Aceito para publicação em maio de 1992.

(\*\*) UNESP/FCA - Departamento de Ciências Florestais, Caixa Postal, 237 - 18600 - Botucatu-SP.

(\*\*\*) INPA/CPPF - Caixa Postal, 478 - 69011 Manaus-AM.

para estudos de população, desenvolvimento e produtividade de ecossistemas.

Durante muito tempo as árvores tropicais foram descritas como plantas crescendo continuamente durante todo seu ciclo de vida. Assumia-se que a atividade cambial permanecia mais ou menos inalterada durante todo o ano em virtude do clima das áreas tropicais ser mais uniforme em comparação às regiões temperadas. Entretanto, pesquisas revelam que as árvores demonstram um crescimento intermitente, o qual pode ser decorrente de mudanças climáticas ou fatores endógenos inerentes às espécies. Contrariamente ao que se pensava acerca desta aparente uniformidade das condições climáticas das regiões equatoriais, em particular a Amazônia Central, observa-se uma sazonalidade bem definida em grandes áreas caracterizada por períodos de baixa precipitação pluviométrica

A existência de experimentos, seguidos regularmente durante anos, envolvendo observações à longo prazo sobre o ritmo e taxa de crescimento de espécies florestais da Amazônia é bastante fragmentada e reduzida. Estas observações, igualmente, são indispensáveis à interpretação das possíveis variações no aspecto do plano lenhoso possibilitando, em base das características anatômicas, traduzir os limites de crescimento anual ou sazonal que permitam uma melhor compreensão do comportamento e ritmo de crescimento das árvores tropicais.

O objetivo do presente trabalho é mostrar alguns aspectos do comportamento de crescimento em circunferência de algumas espécies tropicais consideradas promissoras à implantação de povoamentos florestais, às variações pluviométricas da região.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em áreas tropicais, onde o clima é mais uniforme em comparação às regiões temperadas, assumia-se que a atividade cambial permanecia mais ou menos inalterada durante todo o ano. Todavia, pesquisas mais recentes demons-

tram que as árvores tropicais apresentam um crescimento intermitente (KORIBA 1958; NJOKU 1963; MARIAUX 1967a, 1967b, 1969, 1970, 1979; CATINOT 1970; AMOBI 1973; DÉTIENNE & MARIAUX 1975, 1977; DÉTIENNE 1976; PRÉVOST & PUIG 1981; DÉTIENNE & BARBIER 1988; VETTER & BOTOSSO 1988, 1989). Para FAHN et alii (1981) esta periodicidade pode ser decorrente de mudanças na temperatura, comprimento do dia e precipitação pluviométrica. Acrescentam ainda, que os fatores endógenos inerentes às espécies podem controlar o ritmo de crescimento. Assim, considerando-se a existência desta periodicidade nas árvores tropicais, pode-se presumir que a mesma seja expressa na morfologia vegetal, incluindo alterações sobre a estrutura e o tamanho dos elementos anatômicos.

A maioria dos que trabalham com florestas tropicais considera impossível avaliar os sucessivos anéis de crescimento, porque as seções transversais das árvores tropicais não mostram claramente anéis e/ou porque o clima equatorial não apresenta nenhuma estação anual, a qual induza a dormência e conseqüente cessação do crescimento das árvores. Esta opinião, segundo MARIAUX (1981), é parcialmente verdadeira, mas existem exceções importantes: a) existem extensas zonas tropicais que apresentam uma estação "seca" distinta ou parcialmente distinta, e; b) mesmo na zona equatorial as árvores tropicais podem ter um ritmo sazonal baseado nas variações do comprimento do dia, insolação recebida e temperatura.

Contrariamente ao que se pensava acerca da aparente uniformidade das condições climáticas das regiões equatoriais, em particular na Amazônia Central, observa-se uma sazonalidade bem definida em grandes áreas caracterizada por períodos de baixa precipitação pluviométrica em extensas áreas florestais. De fato, como salientado por WALTER & LIETH (1967) e MARIAUX (1981) uma sazonalidade distinta ocorre em muitas regiões nos trópicos mesmo próximo ao Equador. Apesar desta comprovação, ainda é amplamente difundido que as árvores desenvolvendo-se em áreas de florestas não inundadas

de Terra Firme não apresentam anéis de crescimento em virtude das condições climáticas uniformes. Segundo VETTER & BOTOSSO (1989), na maior parte da Amazônia contudo, uma estação "seca" distinta dura entre 2 a 5 meses, e somente a porção noroeste da Amazônia recebe precipitação durante todo o ano sem um período "seco" definido. Na área de Manaus, por exemplo, a precipitação média máxima mensal (março-abril) é de 300 mm, enquanto que em agosto é cerca de 40 mm, e julho e setembro em torno de 60 mm.

Nos casos onde as camadas de crescimento são evidentes, segundo FAHN et alii (1981), ao menos 3 interpretações são possíveis: (1) as zonas representam incrementos anuais; (2) as zonas refletem diversas mudanças periódicas internas ou externas ocorrendo durante o ano, ou (3) as zonas são devido à ciclos não anuais. De acordo com ALVIM (1964), 35 % das espécies investigadas na Bacia Amazônica mostram nítidos anéis de crescimento (não necessariamente anuais), 22 % de anéis fracamente definidos e 43 % não possuem anéis definidos. Para as regiões do Brasil com clima sazonal, 60 % das espécies observadas demonstram anéis nítidos e 25 % fracamente definidos.

A questão de como avaliar as camadas de crescimento em árvores tropicais que não produzem anéis de crescimento distintos parece ser ainda mais difícil. Contudo, conforme salientado por FAHN et alii (1981), visto que a periodicidade no crescimento pode ocorrer igualmente nestas plantas, esforços deveriam ser feitos para detectar esta periodicidade naquelas características anatômicas, as quais não são geralmente empregadas para a determinação do anel de crescimento. Neste sentido, a partir de alguns padrões estruturais anteriormente propostos por COSTER (1927, 1928), inúmeras características anatômicas da madeira têm sido extensivamente consideradas como fontes de mudanças estruturais cíclicas (regular ou irregular) de periodicidade de crescimento para algumas árvores tropicais (FAHN et alii 1981; BOTOSSO 1984; VETTER & BOTOSSO 1989; WORBES 1989; DÉTIENNE 1989).

Em virtude da necessidade de se obter informações acerca da taxa de crescimento e idade em árvores tropicais alguns métodos e técnicas têm sido desenvolvidos. Segundo FAHN et alii (1981) as técnicas podem envolver a análise de amostras de madeira extraídas das árvores ("métodos estáticos") ou técnicas envolvendo árvores vivas ("métodos dinâmicos"). O método considerado "dinâmico" (FAHN et alii 1981) tem sido extensivamente empregado por MARIAUX (1967a, 1967b, 1969, 1970); DÉTIENNE & MARIAUX (1975, 1977); DÉTIENNE (1976); NEPVEU (1976); TOMLINSON & CRAIGHEAD (1972); PRÉVOST & PUIG (1981); VETTER & BOTOSSO (1988, 1989).

Vários trabalhos realizados em florestas africanas densas (MARIAUX 1967a, 1969, 1970; CATINOT 1970; DÉTIENNE & MARIAUX 1975, 1977; DÉTIENNE 1989) têm demonstrado a possibilidade de se conhecer a velocidade da taxa de crescimento de inúmeras espécies tropicais a partir de observações a longo prazo sobre a natureza, periodicidade da atividade cambial e formação das camadas de crescimento. MARIAUX (1967a, 1967b, 1969) e DÉTIENNE & MARIAUX (1977) verificaram que o crescimento das árvores africanas apresenta uma dependência direta da disponibilidade de água durante o período de chuvas, havendo durante a estação seca uma redução da atividade cambial a qual é refletida em camadas de crescimento anatomicamente definidas.

Os dados existentes acerca deste assunto referentes às árvores tropicais da Floresta Amazônica são muito fragmentados e escassos, quando comparados à extensão da região e a diversidade de espécies. As informações existentes referem-se, particularmente, à Guiana Francesa (PRÉVOST & PUIG 1981; DÉTIENNE 1989; DÉTIENNE & BARBIER 1988; GAZEL 1983); Suriname (SCHULZ 1960) e Amazônia Central (WORBES 1985, 1986, 1989; VETTER & BOTOSSO 1988, 1989). Baseando-se em observações à longo prazo sobre o incremento mensal em circunferência, ritmo de crescimento e atividade cambial anual PRÉVOST & PUIG (1981), DÉ-

TIENNE & BARBIER (1988), DÉTIENNE (1989), VETTER & BOTOSSO (1988, 1989) demonstraram que as árvores tropicais reagem a este estresse de água no período de baixa precipitação, podendo responder com reações definidas na atividade cambial.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas 38 árvores representando 8 espécies de floresta não inundada de Terra Firme (TABELA 1), consideradas promissoras à implantação de povoamentos florestais (ALENCAR & ARAUJO, 1980), de um plantio de idade conhecida localizado na Reserva Florestal Ducke (INPA/Manaus/AM), km 26 da Rodovia Manaus-Itacoatiara.

O clima da área experimental é caracterizado pela existência de uma estação "seca" bem definida pela redução nas taxas de precipitação (particularmente de junho a outubro), alternando-se com um período chuvoso com precipitação máxima mensal frequentemente superior a 300 mm (dezembro a maio). Segundo os registros mensais fornecidos pelos boletins meteorológicos da Reserva Florestal Ducke (INPA/Divisão de Meteorologia) no período de 1966 a 1989, a pluviometria média anual foi de 2.485 mm, assim divididos:

| Meses             | J   | F   | M   | A   | M   | J   | J   | A  | S   | O   | N   | D   |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| precipitação (mm) | 262 | 282 | 302 | 295 | 292 | 143 | 117 | 95 | 104 | 152 | 200 | 241 |

Como método experimental de estudo da periodicidade e taxa de crescimento em árvores tropicais foi utilizado o método considerado "dinâmico" (FAHN et alii, 1981), extensivamente empregado por MARIAUX (1967a, 1967b, 1969, 1970); DÉTIENNE & MARIAUX (1975, 1977); DÉTIENNE (1976); NEPVEU (1976); TOMLINSON & CRAIGHEAD (1972); PRÉVOST & PUIG (1981) e VETTER & BOTOSSO (1988, 1989). Este método consiste, basicamente: a) na implantação de faixas dendrométricas permanentes

(HALL 1944; LIMIG 1957; MARIAUX 1977) com precisão na medição do crescimento em circunferência de 0,2 mm, e; b) na marcação periódica do câmbio, através da abertura de uma pequena incisão ("windows") na casca de maneira a destruir uma reduzida área cambial. Estas incisões apresentam 1 cm de largura por 4 a 5 cm de altura. Optou-se pela realização de marcações anuais, as quais foram realizadas durante a estação "seca" (setembro/outubro).

As taxas de crescimento em circunferência foram determinadas a partir de novembro de 1988, por um período de 20 meses, realizando-se leituras mensais de incremento e comparando-as com os dados de precipitação pluviométrica (FIGURA 1) neste período. Devido a insuficiência de dados representativos para os meses de dezembro/1989 e fevereiro/1990 (22 e 19 dias, respectivamente) motivada pela falta de leituras foram consideradas, em ambos os casos, as médias dos últimos 25 anos segundo os registros meteorológicos da Reserva Florestal Ducke (INPA/Manaus).

A análise da aparência de formação das camadas de crescimento delimitadas pelas marcações datadas do câmbio, em base de observações da estrutura anatômica das madeiras, não será considerada neste estudo. O período de 20 meses de observações não é suficientemente longo à interpretação das possíveis variações nas características anatômicas das camadas de crescimento. Neste sentido, o estudo do ritmo e natureza de formação das camadas de crescimento será realizado em análises futuras.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As árvores estudadas mostram um incremento em circunferência rítmico. Não obstante a tendência geral de redução e mesmo cessação do crescimento em circunferência resultante de uma diminuição da atividade cambial observa-

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.

da nas espécies estudadas durante a estação seca (FIGURAS 2 - 9); constata-se, igualmente, que os indivíduos de uma mesma espécie podem apresentar reações muito diferentes e que parecem desta forma não obedecer, sistematicamente, uma mesma base regular de crescimento. Este

aspecto do comportamento de crescimento em circunferência em árvores tropicais foi verificado por DÉTIENNE & BARBIER (1988), quanto ao ritmo de crescimento de algumas essências florestais da Guiana Francesa.

TABELA 1 - Relação das espécies selecionadas e seus respectivos incrementos em circunferência obtidos (mm e %) sobre o período de 20 meses.

| Espécies                        | Árvore (nº) | DAP (mm) | Circunferência (mm) | Crescimento acumulado sobre a circunferência (mm) | Crescimento sobre a circunferência (%) |
|---------------------------------|-------------|----------|---------------------|---|--|
| 1 Andiroba                      | CCU5        | 242      | 761                 | 14,0  | 1,83                                   |
| <i>Carapa guianensis</i> Aubl.  | CCU4        | 255      | 802                 | 44,4  | 5,53                                   |
| Família: Meliaceae              | CCU3        | 251      | 789                 | 31,4  | 3,97                                   |
|                                 | CCU2        | 242      | 761                 | 40,2  | 5,28                                   |
|                                 | CCU1        | 286      | 899                 | 38,2  | 4,24                                   |
| 2 Cardeiro                      | SM5         | 232      | 729                 | 33,0  | 4,52                                   |
| <i>Scleronema micranthum</i>    | SM4         | 267      | 839                 | 37,0  | 4,41                                   |
| Ducke                           | SM3         | 272      | 855                 | 43,4  | 5,07                                   |
| Família: Bombacaceae            | SM1         | 254      | 798                 | 34,8  | 4,36                                   |
| 3 Cedrorana                     | CC5         | 372      | 1169                | 53,4  | 4,56                                   |
| <i>Cedrelinga catenaeformis</i> | CC4         | 378      | 1188                | 65,6  | 5,52                                   |
| Ducke                           | CC3         | 397      | 1248                | 21,0  | 1,68                                   |
| Família: Mimosaceae             | CC2         | 283      | 889                 | 16,0  | 1,79                                   |
|                                 | CC1         | 267      | 839                 | 19,4  | 2,31                                   |
| 4 Cumaru                        | DO4         | 159      | 499                 | 30,0  | 6,01                                   |
| <i>Dipteryx odorata</i> Willd.  | DO3         | 241      | 757                 | 21,2  | 2,80                                   |
| Família: Fabaceae               | DO2         | 225      | 706                 | 27,6  | 3,90                                   |
|                                 | DO1         | 268      | 841                 | 14,6  | 1,73                                   |
| 5 Cupiuba                       | CCO5        | 229      | 719                 | 15,6  | 2,16                                   |
| <i>Goupia glabra</i> Aubl.      | CCO4        | 273      | 857                 | 18,4  | 2,14                                   |
| Família: Goupiaceae             | CCO3        | 321      | 1008                | 26,8  | 2,65                                   |
|                                 | CCO2        | 369      | 1159                | 36,4  | 3,14                                   |
|                                 | CCO1        | 318      | 999                 | 20,0  | 2,00                                   |

continua

## continuação TABELA 1

|                            |     |     |     |      |      |
|----------------------------|-----|-----|-----|------|------|
| 6 Maçaranduba              | MH5 | 232 | 729 | 45,2 | 6,20 |
| <i>Manilkara huberi</i>    | MH4 | 187 | 588 | 17,4 | 2,95 |
| Ducke                      | MH3 | 203 | 638 | 34,0 | 5,32 |
| Família: Sapotaceae        | MH2 | 200 | 629 | 35,2 | 5,59 |
|                            | MH1 | 213 | 669 | 33,8 | 5,05 |
| 7 Pau rosa                 | AR5 | 146 | 459 | 30,4 | 6,62 |
| <i>Aniba rosaeodora</i>    | AR4 | 181 | 569 | 47,6 | 8,36 |
| Ducke                      | AR3 | 229 | 720 | 22,0 | 3,05 |
| Família: Lauraceae         | AR2 | 229 | 720 | 56,8 | 7,88 |
|                            | AR1 | 171 | 537 | 41,0 | 7,63 |
| 8 Fava-orelha- de-macaco   | ES5 | 213 | 669 | 11,4 | 1,70 |
| <i>Enterolobium</i>        | ES4 | 235 | 738 | 15,0 | 2,03 |
| <i>schomburgkii</i> Benth. | ES3 | 238 | 747 | 20,4 | 2,72 |
| Família: Mimosaceae        | ES2 | 248 | 779 | 15,0 | 1,92 |
|                            | ES1 | 267 | 838 | 13,8 | 1,64 |

Data do plantio (mês/ano): (1) 2/64; (2) 12/62; (3) 03/64; (4) 12/62; (5) 06/65; (6) 02/64; (7) 06/68; (8) 12/62.

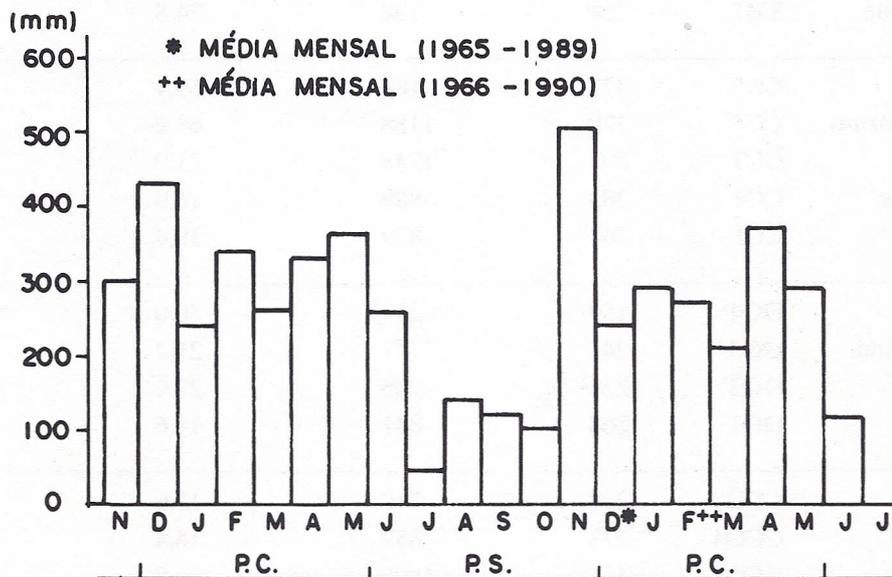


FIGURA 1 - Registros mensais de precipitação pluviométrica da Reserva Florestal DUCKE (INPA, Manaus/AM) no período de novembro/1988 a junho/1990. (Período Chuvoso: P.C.; Período Seco: P.S.)

BOTOSO, P. C. & VETTER, R. E. Alguns aspectos sobre a periodicidade e taxa de crescimento em 8 espécies arbóreas tropicais de floresta de Terra Firme.

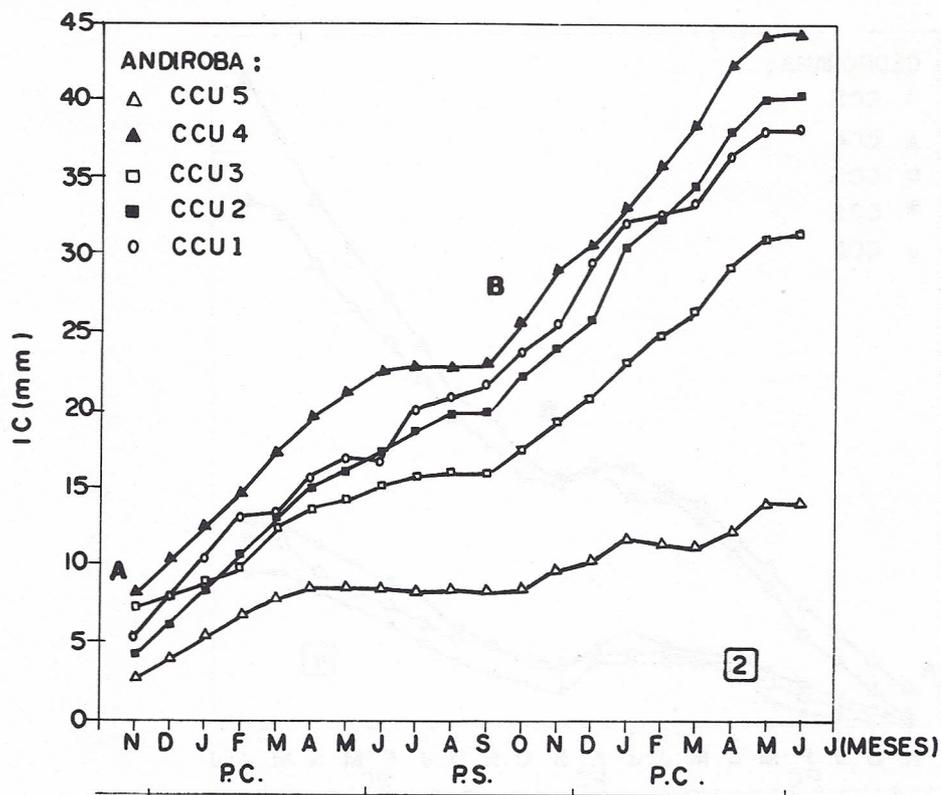


FIGURA 2 - Incremento em circunferência acumulado de andiroba (*Carapa guianensis*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

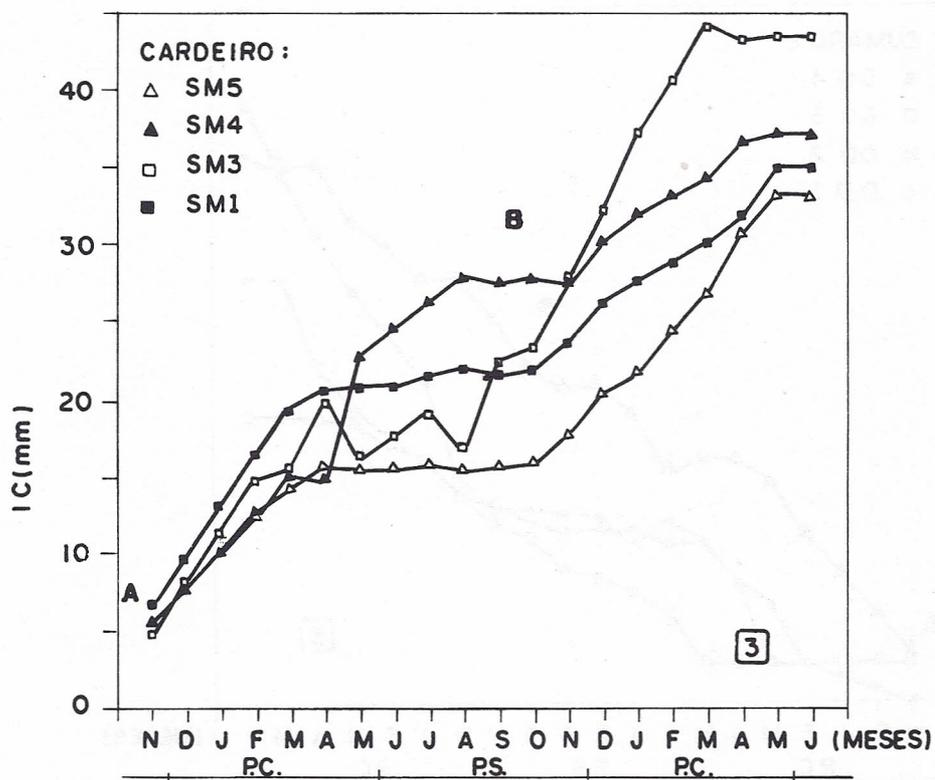


FIGURA 3 - Incremento em circunferência acumulado de cardeiro (*Scleronema micranthum*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

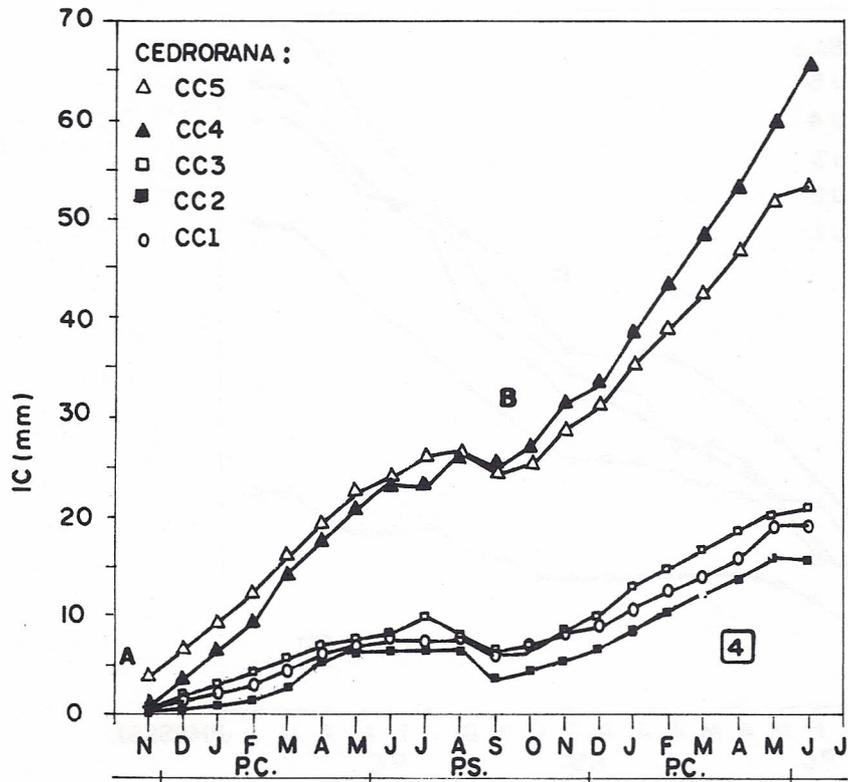


FIGURA 4 - Incremento em circunferência acumulado de cedrorana (*Cedrelinga catenaeformis*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

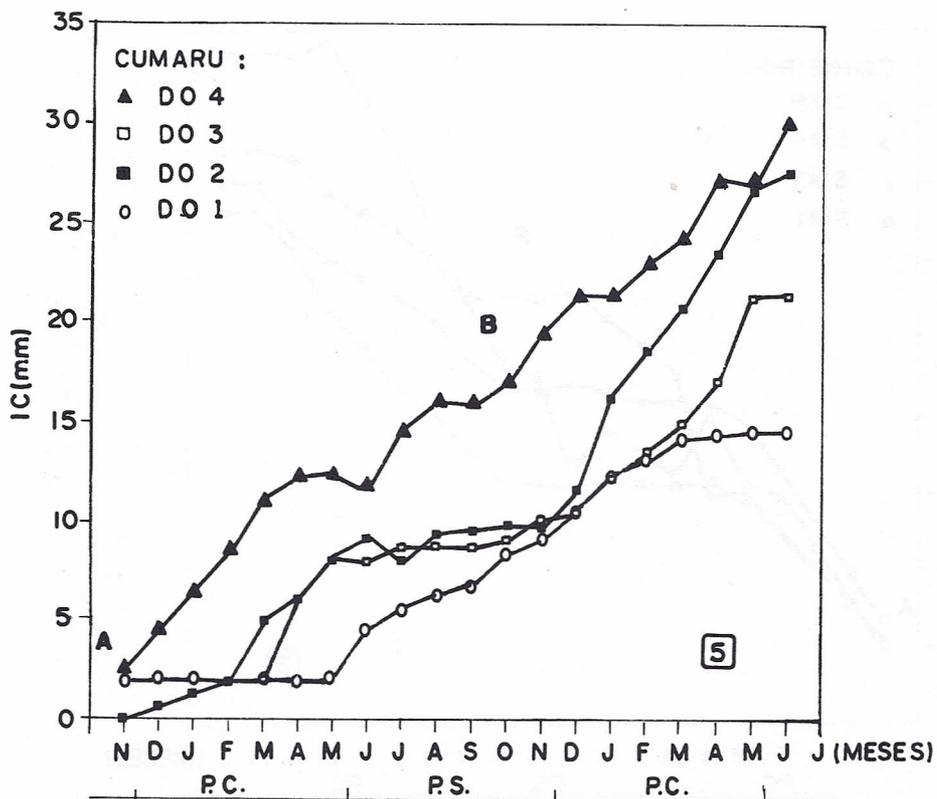


FIGURA 5 - Incremento em circunferência acumulado de cumaru (*Dipteryx odorata*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

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.

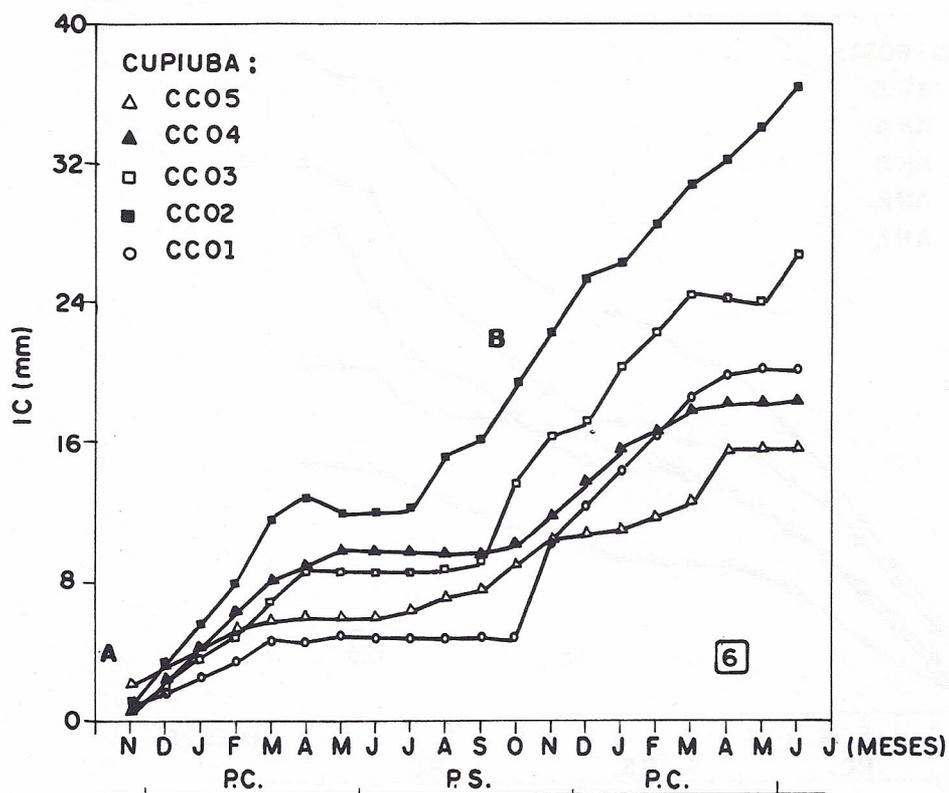


FIGURA 6 - Incremento em circunferência acumulado de cupiúba (*Goupia glabra*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

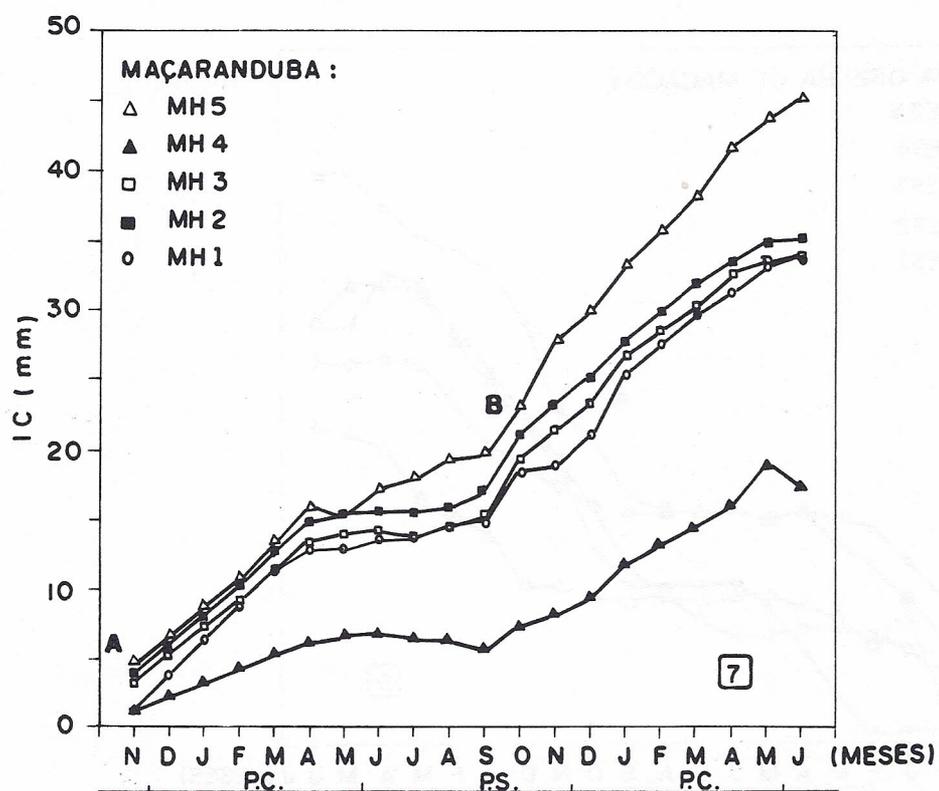


FIGURA 7 - Incremento em circunferência acumulado de maçaranduba (*Manilkara huberi*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

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.

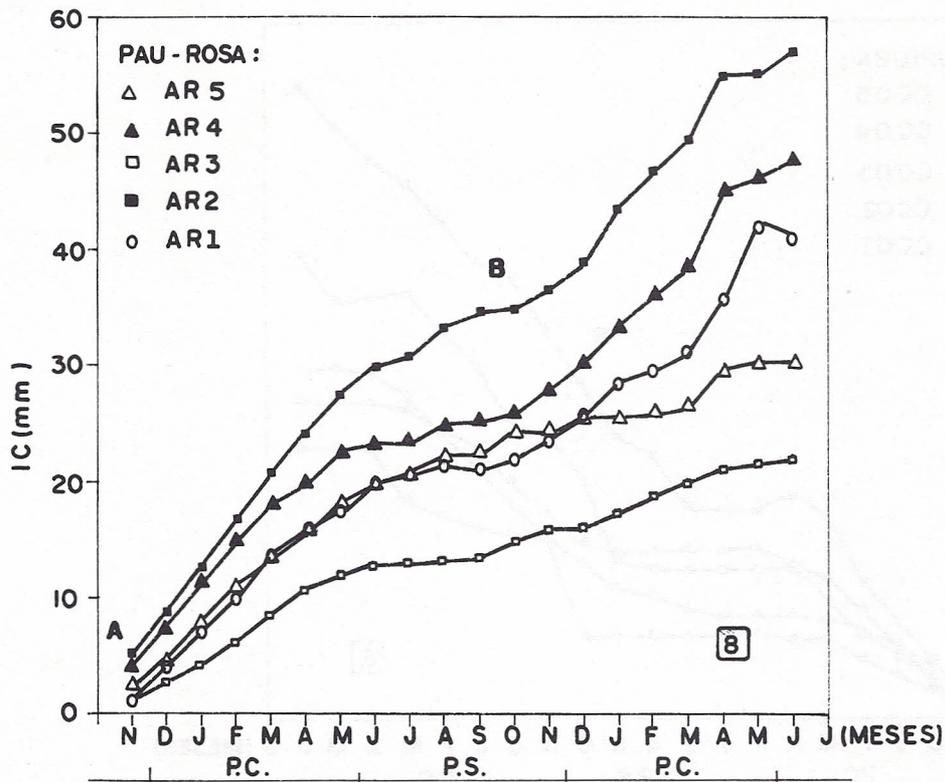


FIGURA 8 - Incremento em circunferência acumulado de pau-rosa (*Aniba roseodora*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

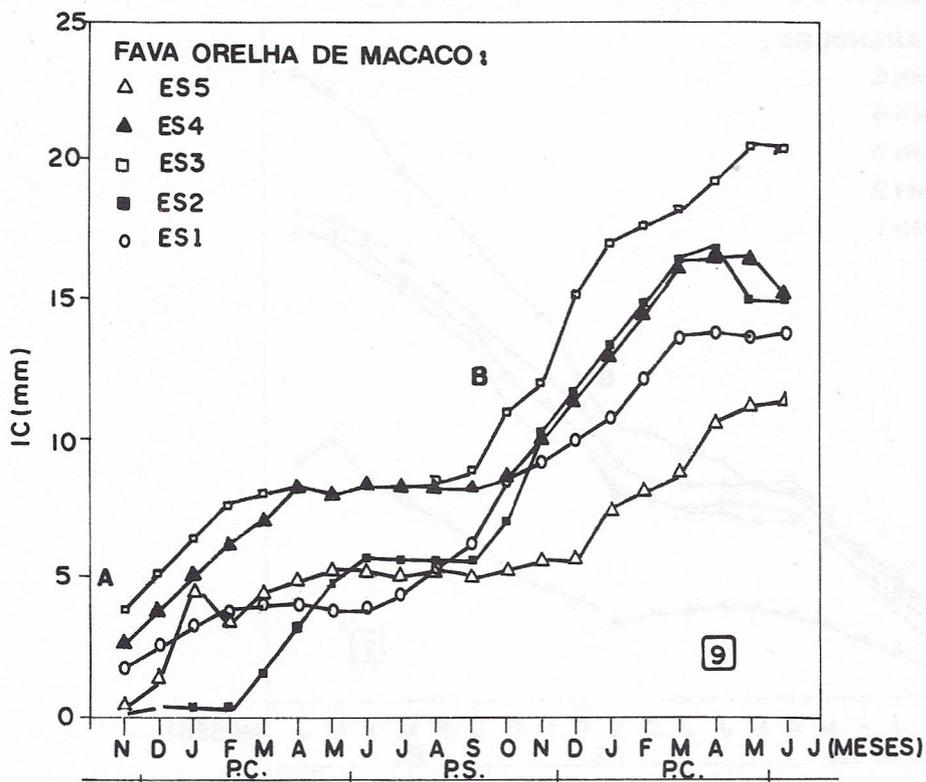


FIGURA 9 - Incremento em circunferência acumulado de iava-orelha-de-macaco (*Enterolobium schomburgkii*) (Marcações do câmbio: 1ª (A); 2ª (B)).

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.

Observa-se durante a estação "seca", caracterizada por baixos índices de precipitação pluviométrica particularmente de julho a setembro (FIGURA 1), baixo por vezes nenhum incremento em circunferência (FIGURAS 10 - 17), o que reflete uma diminuição até mesmo a cessação da atividade cambial neste período. Observações realizadas no Suriname por SCHULZ (1960), Guiana Fran-

cesa (PRÉVOST & PUIG 1981; DÉTIENNE & BARBIER 1988, DÉTIENNE 1989) e Amazônia Central (VETTER & BOTOSSO 1988, 1989) sobre o incremento mensal e a atividade cambial anual demonstram que as árvores reagem a este estresse de água no período seco, tendo-o como principal fator causal na redução da atividade cambial das árvores.

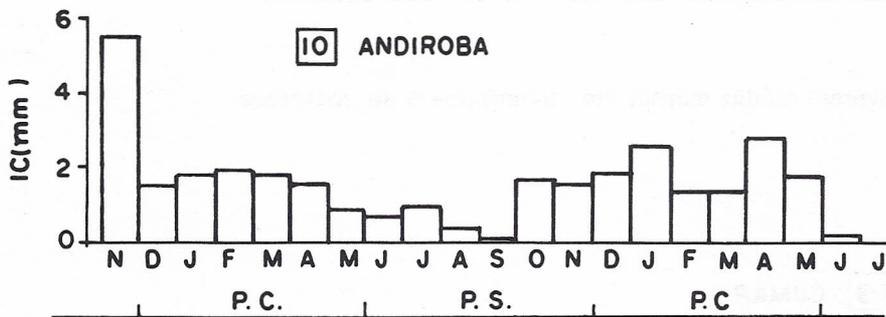


FIGURA 10 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de andiroba.

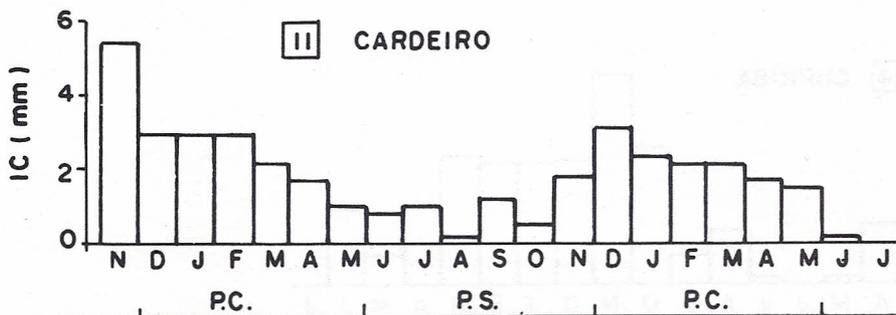


FIGURA 11 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de cardeiro.

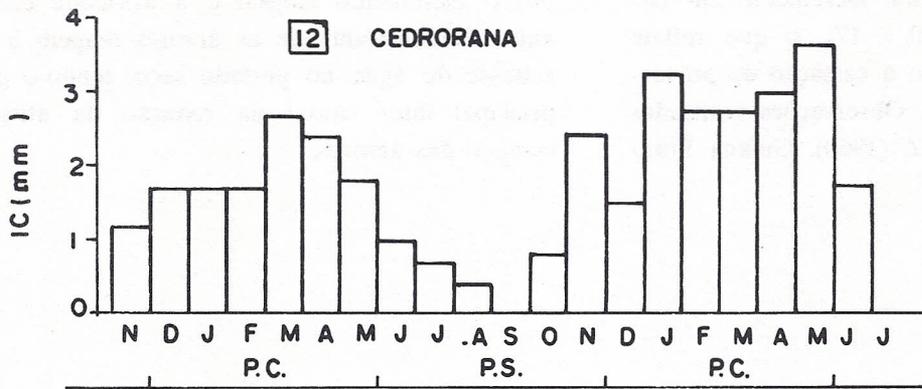


FIGURA 12 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de cedrorana.

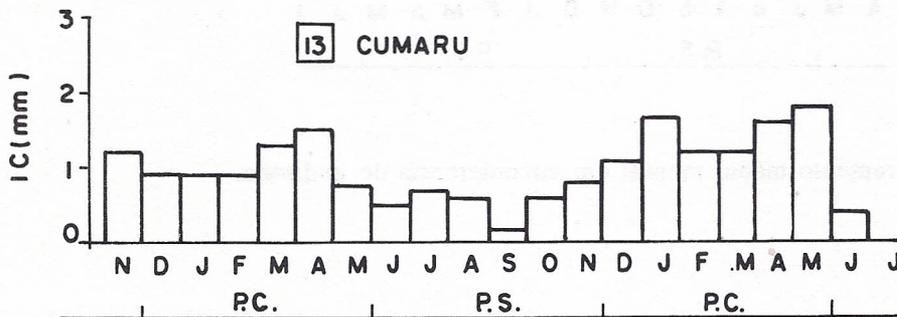


FIGURA 13 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de cumaru.

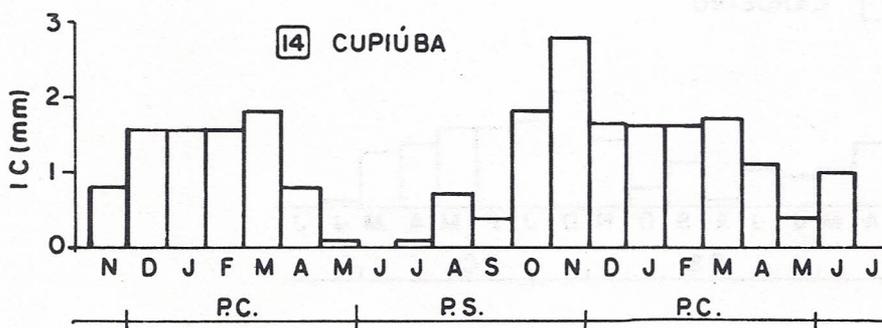


FIGURA 14 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de cupiúba.

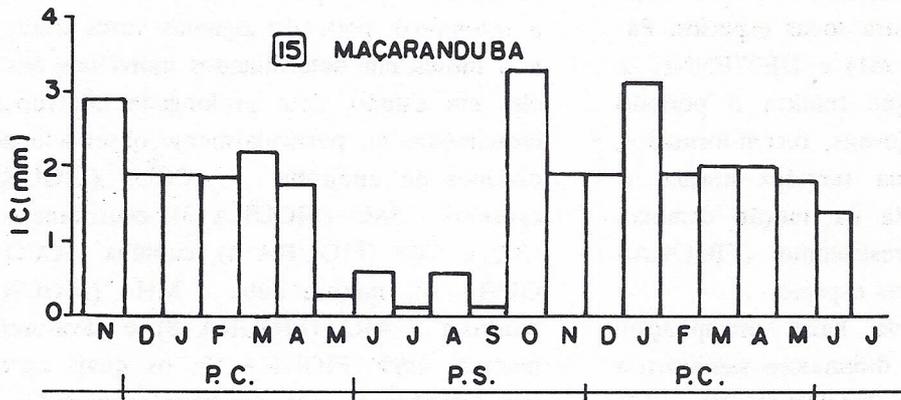


FIGURA 15 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de maçaranduba.

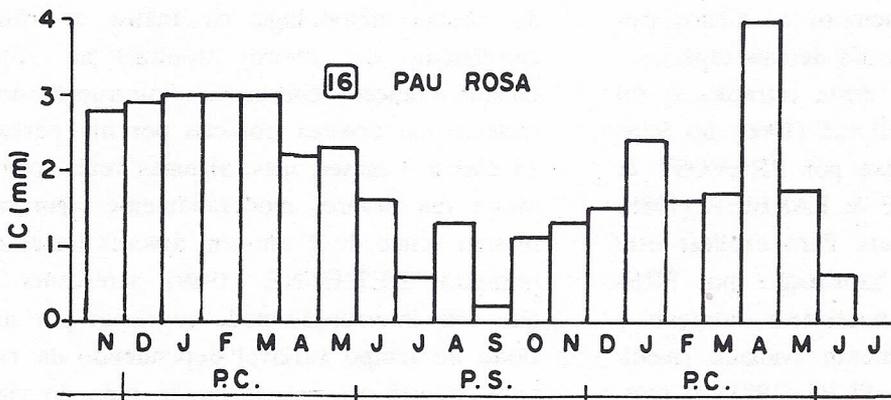


FIGURA 16 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de pau-rosa.

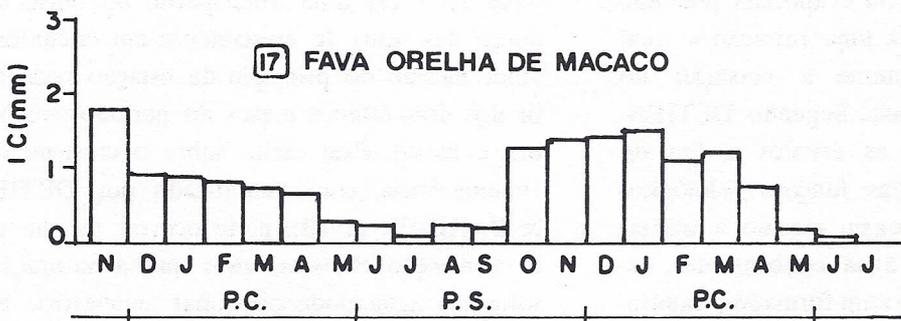


FIGURA 17 - Taxas de incremento médio mensal em circunferência de fava-orelha-de-macaco.

Imediatamente, após as primeiras precipitações que antecedem o início da estação chuvosa (outubro/novembro) verifica-se (FIGURAS 2-9), em geral uma rápida retomada do crescimento em circunferência para todas espécies. Para PRÉVOST & PUIG (1981) e DÉTIENNE & BARBIER (1988), logo que reinicia o período chuvoso os tecidos mais jovens, recém-formados, recuperam rapidamente sua turgidez normal o que, associado a retomada da função cambial, justifica os picos de crescimento (FIGURAS 10-17) constatados para estas espécies.

Os meses de baixa precipitação, além de acarretarem uma diminuição significativa nas taxas de crescimento (FIGURAS 10 - 17) destas árvores, provocam num determinado número de casos uma "retração" no tronco de algumas árvores. Este fato é particularmente observado nos indivíduos de *Cedrelinga catenaeformis* (FIGURA 4) no mês de setembro e, menos frequentemente, nos indivíduos das demais espécies.

A ocorrência desta retração, o foi igualmente notada por SCHULZ (1960) no Suriname e na Guiana Francesa por PRÉVOST & PUIG (1981) e DÉTIENNE & BARBIER (1988) para outras espécies tropicais. Para explicar este fenômeno denominado de "constricção" por PRÉVOST & PUIG (1981) é necessário distinguir o crescimento real do crescimento avaliado (medido). Segundo PRÉVOST & PUIG (1981), o crescimento avaliado compreende o real mais o intumescimento da casca devido a embebição de água. Entretanto, esta dilatação é reversível e, na estação seca, a água que participava desta dilatação é utilizada pela planta ou evaporada podendo provocar em certas espécies uma retração a qual corresponderia simultaneamente à cessação do crescimento em circunferência. Segundo DÉTIENNE & BARBIER (1988) as árvores a fim de manterem num mínimo suas funções fisiológicas durante a estação seca, chegam mesmo a utilizar suas próprias reservas de água concentradas, essencialmente, nos tecidos recém-formados, causando assim uma constricção da seção do tronco.

A completa suspensão, no aumento das taxas de incremento em circunferência duran-

te a estação "seca" é geralmente variável entre as espécies, às vezes, dentro da mesma espécie. Verifica-se, em geral, que o crescimento é interrompido por um período de 1 a 4 meses (junho a setembro), podendo algumas vezes durar de 5 a 6 meses em determinados indivíduos das espécies em estudo. Esta prolongada interrupção do crescimento foi particularmente observada nos indivíduos de andiroba - CCU5 (FIGURA 2), cardeiro - SM5 (FIGURA 3), cedrorana - CC1, CC2 e CC3 (FIGURA 4), cupiúba - CCO1 (FIGURA 6), maçaranduba - MH4 (FIGURA 7), pau-rosa - AR3 (FIGURA 8) e fava-orelha-de-macaco -ES5 (FIGURA 9); os quais apresentaram também, as menores taxas acumuladas de incremento em circunferência neste período. Como salientado por DÉTIENNE (1989) este comportamento provavelmente reflita indivíduos moderadamente vigorosos. Este, por sua vez, utilizando-se da mesma metodologia na análise do ritmo de crescimento de árvores tropicais na África e Guiana Francesa, constatou a interrupção do crescimento em árvores tropicais por um período de 15 dias a 3 meses, mas, algumas vezes, por até 6 meses em árvores moderadamente vigorosas, ou mesmo acima de 1 ano em árvores fracas ou suprimidas. DÉTIENNE (1989) acrescenta ainda, que esta interrupção pode continuar por um período de tempo variável dependendo da espécie, anos específicos, mas acima de tudo do vigor da árvore o qual pode se alterar com a idade ou em função de fatores externos, tais como a posição social. Acrescido a este comportamento constatada-se, em geral, para todas as espécies (FIGURAS 10 - 17) uma antecipação no início da redução das taxas de crescimento em circunferência, antes mesmo do princípio da estação seca, a partir dos dois últimos meses do período chuvoso (abril e maio). Este efeito sobre o crescimento em circunferência, como enfatizado por DÉTIENNE & BARBIER (1988), pode ocorrer mesmo durante a estação chuvosa, visto que a saturação dos solos em água pode ocasionar uma asfixia temporária das raízes, reduzindo novamente o crescimento em circunferência das árvores.

Embora não conclusivo, os resulta-

dos observados (TABELA 2) parecem sugerir que as espécies com madeiras mais densas apresentam, em geral, um crescimento mais lento evidenciado pelas taxas de incremento em circunferência inferiores àquelas menos densas. Algumas destas espécies, tais como: cumaru ( $1,09 \text{ g/cm}^3$ ), cupiúba ( $0,87 \text{ g/cm}^3$ ) e fava-orelha-de-macaco ( $0,79 \text{ g/cm}^3$ ) refletem mesmo durante o período chuvoso (FIGURAS 13, 14 e 17) as menores taxas de crescimento, quando comparadas às espécies de andiro-

ba ( $0,43 \text{ g/cm}^3$ ), cardeiro ( $0,60 \text{ g/cm}^3$ ) e cedrorana ( $0,47 \text{ g/cm}^3$ ), como ilustram as FIGURAS 10, 11 e 12, respectivamente. No entanto, este aspecto do comportamento de crescimento apresenta exceções, no caso dos indivíduos de maçaranduba (FIGURA 15) e pau-rosa (FIGURA 16) os quais apesar de possuírem madeiras com densidades elevadas demonstram, por outro lado, as maiores taxas de incremento em circunferência entre as espécies estudadas. Segundo DÉTIENNE

TABELA 2 - Dados referentes ao incremento em circunferência mm e % e a densidade da madeira ( $\text{g/cm}^3$ ) das espécies florestais em estudo.

| Espécies Seleccionadas                                    | Pau-rosa    | Cedrorana   | Cardeiro    | Andiroba    | Maçaranduba | Cupiúba     | Cumaru      | Fava-orelha-de-macaco |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|
| Densidade da madeira ( $\text{g/cm}^3$ )*                 | 0,80<br>(a) | 0,47<br>(b) | 0,60<br>(b) | 0,43<br>(b) | 0,93<br>(b) | 0,87<br>(c) | 1,09<br>(c) | 0,79<br>(c)           |
| Crescimento acumulado médio sobre a circunferência (mm)** | 39,56       | 35,08       | 37,05       | 33,64       | 33,12       | 23,44       | 23,35       | 15,10                 |
| Crescimento médio sobre a circunferência (%)**            | 6,66        | 3,18        | 3,67        | 4,17        | 5,02        | 2,41        | 3,6         | 2,0                   |

(\*) Valores referidos por:

(a) LOUREIRO (1976);

(b) ROCHA et alii (1988);

(c) MAINIERI & CHIMELO (1989)

(\*\*) Valores médios calculados sobre o período de 20 meses.

& BARBIER (1988), admite-se que a taxa ou velocidade de crescimento individual das árvores está sob a dependência das condições hidrológicas do solo (tipo de drenagem, profundidade, nível topográfico) e das condições florestais propriamente ditas (táxon, diâmetro, posição arquitetural, nível de constituição silvigenética). Para WORBES (1989), a quantidade de crescimento revela a precondição genética de uma espécie arbórea e as condições de crescimento de uma árvore individual no povoamento.

Na tentativa de associar a taxa de crescimento em circunferência à densidade e dureza da madeira na floresta Equatorial da Guiana Francesa, GAZEL (1983) constatou que a evolução florestal tende progressivamente em direção à dominância de essências florestais de madeira cada vez mais densa e dura cuja taxa de crescimento é mais lenta. Embora os resultados observados para estas espécies (TABELA 2) confirmem grosseiramente esta tendência verificada por GAZEL (1983) e DÉTIENNE & BARBIER (1988), a pequena amostragem de árvores tropicais aqui consideradas aliada ao curto período de observações não permite extrair conclusões definitivas.

## 5 CONCLUSÃO

O crescimento em circunferência das árvores tropicais está estreitamente ligado à precipitação pluviométrica e varia globalmente no mesmo sentido. Seguindo a sazonalidade da pluviometria, o crescimento é sensivelmente elevado durante o período chuvoso (dezembro a maio), tornando-se, em geral, muito baixo durante os períodos mais secos, particularmente de julho a setembro. Assim como, as taxas máximas de crescimento ocorrem durante a estação chuvosa normalmente, imediatamente após as primeiras precipitações significativas de novembro/dezembro, sucedendo uma estação "seca" bem definida. O incremento mensal em circunferência demonstra que as árvores reagem a este estresse de água no período seco, tendo-o como o principal fator causal na redução da atividade cambial

das árvores.

A completa suspensão no aumento das taxas de crescimento em circunferência durante a estação seca é variável entre as espécies e mesmo dentro da mesma espécie. Este comportamento em relação ao tempo de interrupção do crescimento pode refletir acima de tudo o vigor dos indivíduos no povoamento.

A condução de experimentos envolvendo observações à longo prazo sobre o ritmo de crescimento de árvores tropicais provenientes de plantio com idade conhecida em povoamentos florestais dotados de registros meteorológicos, pode auxiliar no estabelecimento de curvas padrões e mostrar a resposta das espécies às variações específicas das condições de crescimento. Estas observações são indispensáveis à interpretação das possíveis variações dos caracteres anatômicos da madeira associadas ao estudo do ritmo e periodicidade de formação das camadas de crescimento a fim de detectar se estas zonas refletem incrementos anuais, ciclos não anuais ou mudanças periódicas ocorridas.

Apesar de suas limitações, o presente trabalho demonstra a importância em se conduzir investigações numa área de pesquisa tão pouco abordada. Somente com o envolvimento de pesquisas que propiciem a geração de conhecimentos básicos sobre o comportamento das espécies tropicais, quanto às condições de crescimento, obter-se-á informações indispensáveis para responder as questões pertinentes à forma de manejo e preservação deste tipo de floresta no futuro.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALENCAR, J. C. & ARAUJO, V. C. 1980. Comportamento de espécies florestais amazônicas quanto à luminosidade. *Acta Amazônica*, Manaus, 10(3):435-444.
- ALVIM, P. de T. 1964. Tree growth and periodicity in tropical climates. In: *The formation of wood in forest trees* (ed. Zimmermann, M.H.). New York, Academic Press. p. 479-495

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.

- AMOBI, C. C. 1973. Periodicity of wood formation in some trees of lowland rain forest in Nigeria. *Ann.Bot.*, London, 37:211-218.
- BOTOSSO, P. C. 1984. Some anatomical wood characteristics as sources of cyclic structural change (regular or irregular) of growth periodicity for 20 Amazonian species. (Abstract). *IAWA Bull* n.s., Leiden, 5(4): 545-546.
- CATINOT, R. 1970. Premières réflexions sur une possibilité physiologique des rythmes annuels d'accroissement chez les arbres de la forêt tropicale africaine. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, n. 131.
- COSTER, Ch. 1927. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahrringbildung in den Tropen. *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg* 37:49-160
- \_\_\_\_\_. 1928. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen und Jahrringbildung in den Tropen. *Ann. Jard. Bot. Buitenzorg* 38:1-44.
- DÉTIENNE, P. 1976. Nature et périodicité des cernes dans le bois d'Iroko. *CTFT*, Nogent-sur-Marne, 20p.
- \_\_\_\_\_. 1989. Appearance and periodicity of growth rings in some tropical woods. *IAWA Bull* n.s., Leiden, 10(2): 123-132.
- \_\_\_\_\_. & BARBIER, C. 1988. Rythmes de croissance de quelques essences de Guyane Française. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 217: 63-76.
- \_\_\_\_\_. & MARIAUX, A. 1975. Nature et périodicité des cernes dans le bois de Niagon. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 159: 29-37.
- \_\_\_\_\_. 1977. Nature et périodicité des cernes dans le bois rouges de Méliacées africaines. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 175: 53-61.
- FAHN, A., BURLEY, J., LONGMAN, K. A., MARIAUX, A. & TOMLINSON, P. B. 1981. Possible contributions of wood anatomy to the determination of the age of tropical trees. In: *Age and growth rate of tropical trees: new directions for research* (eds. F.H. Bormann & G. Berlyn): 31-54. Yale Univ. School of Forestry & Environm., Studies, New Haven, Bull. n° 94.
- GAZEL, M. 1983. Croissance des arbres et productivité des peuplements en forêt dense équatoriale de Guyane, O.N.F. Direction Régionale de Guyane.
- HALL, R. C. 1944. A verneer tree-growth band. *J.Forest*, Bethesda, 42: 742-743.
- KORIBA, K. 1958. On the periodicity of tree-growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf fall and the formation of resting bud. *Gdns. Bull.*, Singapore, 17: 11-81.
- LIMIG, F. G. 1957. Homemade dendrometers. *J.Forest*, Bethesda, 55: 575-577.
- LOUREIRO, A. A. 1976. Estudo anatômico macro e microscópico de 10 espécies do gênero *Aniba* (Lauraceae) da Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, (Suplemento), 6 (2):1-85.
- MAINIERI, C. & CHIMELO, J. P. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Madeiras, São Paulo, 2ª ed. 418p.
- MAURIAUX, A. 1967a. Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 113:3-14.
- \_\_\_\_\_. 1967b. Les cernes dans les bois tropicaux africains, nature et périodicité. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 114: 23-37.
- \_\_\_\_\_. 1969. La périodicité des cernes dans le bois de Limba. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 128: 39-53.
- \_\_\_\_\_. 1970. La périodicité de formation des cernes dans le bois de l'Oukoume. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 131: 37-50.
- \_\_\_\_\_. 1977. Marques et rubans dendromètres. *Information Technique*, 238. *CTFT*, Nogent-sur-Marne, 10p.
- \_\_\_\_\_. 1979. Nature et périodicité des cernes dans les arbres de zone tropicale sèche en Afrique de l'Ouest. *CTFT*,

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.

- Nogent-sur-Marne, 83p.
- MAURIAUX, A. 1981. Past efforts in measuring age and annual growth in tropical trees. In: *Age and growth rate of tropical trees: new directions for research*. (eds. F.H. Bormann & G. Berlyn): 20-30. Yale Univ. School of Forestry & Environm. Studies, New Haven, Bull. n° 94.
- NEPVEU, G. 1976. Croissance et qualité du bois de Framiré. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 165:39-51.
- NJOKU, E. 1963. Seasonal periodicity in the growth and development of some forest trees in Nigeria. I. Observations on the mature trees. *J.Ecology*, Oxford, 51: 617-624.
- PRÉVOST, M. F. & PUIG, H. 1981. Accroissement diamétral des arbres en Guyane: observations sur quelques arbres de forêt primaire et de forêt secondaire. *Bull. Natn. Hist. Nat.*, Paris, sér. 4,3, Sect. B, Adansonia, n. 2: 147-171.
- ROCHA, J. S.; PAULA, E. V. C. M.; SIQUEIRA, M. L. 1988. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. *Acta Amazônica*, Manaus, 18(1-2):147-162
- SCHULZ, J. P. 1960. *The vegetation of Surinam. Vol. II: Ecological studies on rain forest in northern Surinam*. Van Eedenfonds, Amsterdam.
- TOMLINSON, P. B. & CRAIGHEAD, F. C. 1972. Growth-ring studies on native trees of subtropical Florida. In: *Research Trends in Plant Anatomy*. (eds. Ghose, A.K.M. & Mohd. Yunus): 39-51. New Delhi, Tata McGraw-Hill Publishing Co.
- VETTER, R. E. & BOTOSSO, P. C. 1988. Observações preliminares sobre a periodicidade e taxa de crescimento em árvores tropicais. *Acta Amazônica*, Manaus, 18(1-2): 189-196.
- \_\_\_\_\_. 1989. Remarks on age and growth rate determination of Amazonian trees. *IAWA Bull* n.s., Leiden, 10(2): 133-145.
- WALTER, H. & LIETH, H. 1967. *Klimadiagramm-Welt-atlas II*. Fisher, Jena.
- WORBES, M. 1985. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. *Amazoniana*, Kiel, 9 (3):459-484.
- WORBES, M. 1986. Lebensbedingunger und Holzwachstum in zentralamazonischen Überschwemmungswäldern. *Scripta Geobotanica*, Goettingen, 17:1-122.
- \_\_\_\_\_. 1989. Growth rings, increment and age of trees in inundation forests, savannas and a mountain forest in the Neotropics. *IAWA Bull* n.s., Leiden, 10(2): 109-122.