

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
I.B.

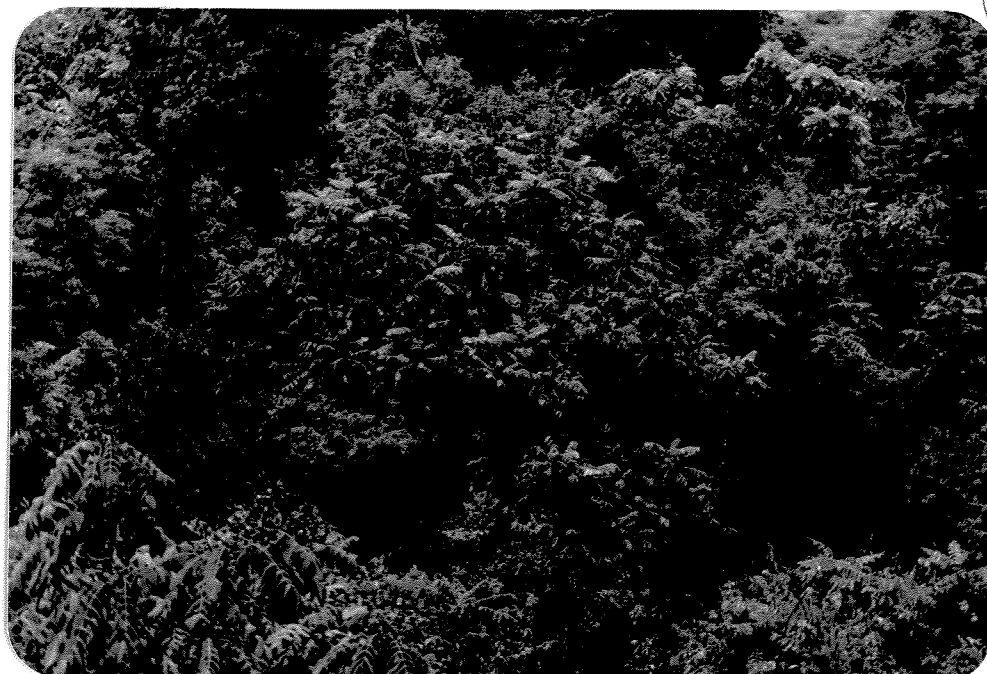


ECOLOGIA DO ARARIBÁ
(*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth - FABACEAE) E O ECÓTONO MATA
CILAR DA BACIA DO RIO JACARÉ-PEPIRA, SÃO PAULO.

MARCOS PEREIRA MARINHO AIDAR 5/22

este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida pelo(a) candidato(a)
MARCOS PEREIRA MARINHO AIDAR
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Carlos Alfredo Joly
17/12/92



DISSERTAÇÃO
APRESENTADA AO I.B.
DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP),
COMO REQUISITO
PARA OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE MESTRE
EM ECOLOGIA.

ORIENTADOR: CARLOS ALFREDO JOLY

CAMPINAS

1992

9304391
Ai21e

19023/BC



UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

"De vez em quando pela floresta onde de longe me vejo e sinto, um vento lento varre um fumo, e êsse fumo é a visão nítida e escura da alcova em que sou atual dêstes vagos móveis e reposteiros e do seu torpor de noturna. Depois êsse vento passa e torna a ser tôda só-ela a paisagem daquele outro mundo..."

"Ó felicidade baça!... O eterno estar no bifurcar dos caminhos!..."

Lá fora a antemanhã tão longuíqua! a floresta tão aqui ante outros olhos meus!

E eu, que de longe desta paisagem quase a esqueço, é ao tê-la que tenho saudades d'ela, e é ao percorrê-la que a choro e a ela aspiro...

As árvores! as flôres! o esconder-se copado dos caminhos!..."

"O movimento parado das árvores; o sossêgo inquieto das fontes; o hálito indefinido do ritmo íntimo das seivas; o entardecer lento das coisas, que parece vir-lhes de dentro e dar mãos de concordância espiritual ao entristecer longínquo, e próximo à alma do alto silêncio do céu; o cair das folhas, compassado e inútil, pingos de alheamento, em que a paisagem se nos torna tôda para os ouvidos e se entristece em nós como uma pátria recordada..."

"E ei-la que, ao irmos a sonhar falar nela, surge ante nós outra vez, a floresta muita, mas agora mais perturbada da nossa perturbação e mais triste da nossa tristeza. Foge diante dela, como um nevoeiro que se esfolha, a nossa idéia do mundo real, e eu possuo-me outra vez no meu sonho errante, que esta floresta misteriosa esquadra..."

As flôres, as flôres que ali vivi! Flôres que a vista traduzia para seus nomes, conhecendo-as, e cujo perfume a alma colhia, não nelas mas na melodia de seus nomes... Flôres cujos nomes eram repetidos em sequência, orquestras de perfumes sonoros. Árvores cuja volúpia verde punha sombra e frescor no como eram chamadas... Frutos cujos nomes era um cravar de dentes na alma da sua polpa... Sombras que eram relíquias de outroras felizes... Clareiras, clareiras claras, que eram sorrisos mais francos da paisagem que se boceja em próxima... Ó horas multicolores!... Instantes-flores, minutos-árvores, ó tempo estagnado em espaço, tempo morto de espaço coberto de flôres, e do perfume de flôres, e do perfume de nomes de flôres!..."

FERNANDO PESSOA

"Na Floresta do Alheamento"

**À MEMÓRIA DO MEU PAI,
MAURÍCIO.**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o suporte financeiro de: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP); Financiadora de Estudos e Projetos do Governo Federal; Grupo Pão de Açúcar; Conservation International e Escola Nova Lourenço Castanho.

Durante todo o longo processo acadêmico que resultou neste trabalho, contei com o apoio e colaboração de um grande número de pessoas a quem sinceramente agradeço. Na verdade, este trabalho é produto de uma enorme somatória de esforços, sem os quais jamais teria atingido meus objetivos. Dentre este grupo de pessoas, algumas são tão responsáveis pelos resultados obtidos quanto eu: Carlos Alfredo Joly ("Bwana"); Andrea Mertz; Marilú Aidar; Luis Carlos Bresser Pereira; Carmen Zickel; Suzana de Salis; Erich Fisher (Pira) e Andrea Araújo; José Milton Longo (Miltão); José Reinaldo Spigolon, Sandra Lieberg, Jeannette De Vivo. A estas pessoas eu não sei como expressar minhas sensações neste momento importante da minha vida, mas lembrem sempre que contam comigo...

Para as muitas outras pessoas que foram importantes, direta ou indiretamente, para que pudesse realizar este estudo, TUDO DE BOM!... Isabel, Rose, Dalva, Nivaldo, Soraia, Mark Lund, Fefê Yunes, Silvio Luiz Bresser Pereira, Marcelo Giorgis, Ricardo Aidar, Ike, Caio, Fran, Márcio, Galo e Zé Montanha, Sérgio Tadeu, Márcia Carneiro, Patrícia, Alex, Márcia e Sandro, Wagner, Mestre, Mônica, Fátima, Valtinho, Moniquinha, Sônia, João e Renata, os amigos do Departamento de Botânica e do Instituto de Biologia da UNICAMP, os amigos da CETESB: Sérgio e Suzana, Luiza, Roney, Lite, Marisa, Renata, Kitty, Avelino, Kátia Jessé, Dirce Tidu, Rodrigo, Menon, Sueli, Bezerra e Paulo, os amigos da CPLA/DPL.

Gostaria também de agradecer aos membros da minha qualificação e pré-banca, Ricardo Rodrigues, Flávio Santos, George Sheperd e João Semir pelas excelentes sugestões e discussões sem as quais este trabalho teria sido incompleto.

ECOLOGIA DO ARARIBÁ

(*Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. - FABACEAE)

E O ECÓTONO MATA CILIAR DA BACIA DO RIO JACARÉ-PEPIRA, SÃO PAULO.

RESUMO

Este estudo foi realizado em um fragmento florestal remanescente de Mata Ciliar (42 ha) localizado na bacia do rio Jacaré-Pepira, Estado de São Paulo. Foram investigados aspectos autoecológicos de *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth. - FABACEAE, que é uma espécie arbórea característica dos estratos mais altos e dominante na área.

Quanto às características do seu ciclo de vida foi possível determinar os seguintes resultados: crescimento das plântulas relativamente rápido; fenologia reprodutiva e vegetativa caracteristicamente sazonais, com floração sincrônica durante o verão (janeiro - fevereiro), dispersão de frutos e deciduidade no período de inverno (julho - agosto) e brotamento foliar no início da estação chuvosa (setembro - outubro); comportamento bimodal de queda de folhas, com um pico associado à translocação de nutrientes pré-antese e outro ao período de deciduidade sazonal; árvores adultas com expectativa de vida foliar variando entre 6 e 8 meses, em função da posição das coortes na copa; polinização auto-compatível e realizada por abelhas grandes generalistas de voo longo por sobre as copas; modelo arquitetônico com eixo de crescimento determinado e vertical tipo Leeuwenberg) que compõe uma sucessão simpodial de módulos, característico de espécies iniciais de sucessão.

As plântulas de *Centrolobium tomentosum* crescidas em viveiro sob sombrite (42% luz solar total) apresentaram sensível potencial de indução da atividade da nitrato redutase, tanto foliar como radicular. Houve uma clara preferência pela redução do nitrato ao nível foliar, que associada ao potencial de indução da NR, sugerem que o comportamento da espécie é tipicamente secundário e adaptada à condição de clareira.

Quanto aos aspectos demográficos, a população estudada apresentou distribuição agregada, provavelmente decorrente da dispersão anemocórica de curta distância e da ocorrência de reprodução vegetativa através de rebrotas de gemas radiculares. O recrutamento das plântulas que constituem o banco efêmero produzido durante o verão é relativamente baixo (cerca de 18%), pois é dependente de clareiras médias para a regeneração com sucesso.

Centrolobium tomentosum mostrou-se grande produtora de folheto, tendo atingido cerca de $425 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (densidade de 90 árvores produtivas ha^{-1}). A transferência de nutrientes para o solo através do folheto foi bastante significativa, tendo atingido cerca de $6.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio, $0.4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de fósforo, $2.3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de potássio, $7.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de cálcio, $1.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de magnésio e $0.9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de enxofre. O folheto produzido leva cerca de 2.4 anos para ser totalmente decomposto devido à sazonalidade.

Estes resultados indicam um enorme potencial de utilização de *Centrolobium tomentosum* para a recuperação funcional e estrutural de áreas ciliares degradadas, além daquele silvicultural já conhecido.



ABSTRACT

This study was conducted in an area of the remaining riparian forest (42 ha), located in the Jacaré-Pepira River Basin, São Paulo State. Autoecological aspects of *Centrolobium tomentosum* (a dominant tree species in this area) were investigated.

The *C. tomentosum*'s life cycle characteristics which were able to be determined, are the following: rapid sapling growth; reproductive and vegetative phenological aspects were typically seasonal, i.e. synchronistic blossoming during the summer, fruit ripening and leaf shedding in winter, and leaf sprouting in the early rainy season; two periods of leaf shedding, the first associated with pre-anthesis translocation of nutrients, and the other associated with winter; in adult trees leaf life expectancy varies between six and eight months, pending on their position in the crown; self-compatible pollinization achieved by generalist large bees which are typically long distance fliers and tree top dwellers; an architectural model composed by sympodial sequence of modules along pre-determined vertical growth axes.

The nitrate uptake capacity of the *C. tomentosum*'s saplings showed high induction potential of the leaf and root nitrate reductase activity.

The demographic aspects of the studied *C. tomentosum*'s population indicated a tendency toward clustering, resulting from the short distance anemocoric dispersion and the occurrence of the vegetative reproduction. The sapling recruitment, which comprises the summer bank, is relatively low (about 18%). The species demonstrated dependency on medium gaps for successful regeneration.

C. tomentosum's productivity was very high reaching $425 \text{ hg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ in the area (90 trees ha^{-1}), and had contributed to soil enhancement with around $6.0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ nitrogen, 0.4 phosphorus, 2.3 potassium, 7.0 calcium, 0.9 sulfur. The litter produced takes around 29 months for total decomposition due to seasonality.

These results suggest that the species plays a potentially important role in the functional and structural recovery of degraded riparian areas.

ÍNDICE

	PG.
I - INTRODUÇÃO	01
II - OBJETIVOS	06
III - MATERIAL E MÉTODOS	07
III.1 - CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO - BACIA DO RIO JACARÉ-PEPIRA	07
III.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
III.3 - CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA, <i>CENTROLOBIMUM TOMENTOSUM</i> GUILL. EX. BENTH (FABACEAE)	18
III.4 - CICLO DE VIDA	20
III.5 - ECOFISIOLOGIA DA ABSORÇÃO DE NITRATO	24
III.6 - DEMOGRAFIA	25
III.7 - PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DO FOLHEDO	27
IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
IV.1 - CICLO DE VIDA	29
IV.2 - ECOFISIOLOGIA DA ABSORÇÃO DE NITRATO - Potencial indutivo da atividade da nitrito redutase foliar e radicular	50
IV.3 - DEMOGRAFIA, ESTRATÉGIA DE REGENERAÇÃO E TEMPERAMENTO.	53
IV.4 - PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DE FOLHEDO	62
IV.4 - DISCUSSÃO GERAL	68
V - CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
VI - BIBLIOGRAFIA	72
VII - ANEXO 1	86
VIII.- ANEXO 2	89

I . INTRODUÇÃO

A estrutura tridimensional da floresta tropical determina suas condições microclimáticas internas e a energia disponível para os outros organismos, controlando a distribuição e atividade das plantas e animais que a compõe. É entretanto, muito heterogênea devido principalmente, a dinâmica da regeneração natural que através de seus vários estágios, determinam um mosaico estrutural e florístico (Richards, 1952). Esta teoria hoje se encontra em franco desenvolvimento (Gandolfi, 1991), e é uma abordagem fundamental para a compreensão da dinâmica de regeneração da floresta tropical (Richards, 1952, 1964; Whitmore, 1975; Bourgeron, 1983).

A descrição estrutural da floresta baseada na arquitetura dos indivíduos vegetais e a análise da variação dos fatores bioclimáticos ao longo desta, permite compreender que a estruturação da formação florestal tem um caráter funcional determinante dos microambientes internos, criando grande variedade de nichos disponíveis diretamente relacionados à diversidade de espécies e animais.

A dinâmica de clareiras é a base fundamental do estudo da regeneração da floresta tropical. A clareira é o estágio inicial do seu ciclo regenerativo, cuja frequência e área determinam o mosaico de fragmentos diferenciados em idade, tamanho e composição de espécies (Brokaw, 1985b). Após o distúrbio criado pela clareira, que altera as condições ecofisiológicas do local, sobrevem uma fase de construção, caracterizada pela colonização e crescimento de espécies segundo um contínuo de respostas ecofisiológicas que levam a "cicatrização". Este estágio caracteriza a fase madura, onde a criação de uma nova clareira recomeça o ciclo (Gandolfi, 1991).

Gandolfi (1991), Rodrigues (1991), Costa (1992) e Matthes (1992) apresentam revisões completas a respeito da dinâmica de clareiras e a regeneração da floresta tropical, não cabendo aqui maior detalhamento, além da análise estrutural deste processo.

A clareira e o ciclo de regeneração conectam os três tipos de estruturas inerentes à floresta: estrutura fisionômica, populacional e de comunidades. A estruturação fisionômica reflete o mosaico de fases de crescimento florestal, cujo fluxo é determinado pela frequência de aberturas de clareiras. A estrutura populacional está relacionada aos diferentes nichos de regeneração criados ao longo do ciclo florestal, e é dependente do tamanho e evolução das condições microclimáticas da clareira. Em relação a estrutura da comunidade, a dinâmica de clareiras pode explicar a grande diversidade de espécies e a abundância relativa dos tipos regenerativos, característica das florestas tropicais.

Oldeman (1983, 1986, 1987, 1989), Oldeman & Van Dijk (1991) sugerem que a dinâmica da floresta pode ser analisada do ponto de vista da estruturação arquitetônica, onde a dinâmica de crescimento, isto é, o ciclo florestal, é considerada como uma sequência de fases de crescimento arquitetônico em diferentes níveis de integração: unidade de regeneração ou eco-unidade ("eco-unit") - vegetação que inicia o crescimento sobre uma determinada área a determinado momento, onde a arquitetura, funcionamento ecofisiológico e composição de espécies são definidos por um grupo específico de árvores; crono-unidade ("chrono-unit") ou mosaico de desenvolvimento - área mínima que inclui todas as fases de crescimento de determinada eco-unidade (agradção, bioestática e degradação); unidade silvática ("silvatic-unit") que inclui as crono-unidades de todos os tipos de eco-unidades em um determinado local (Figura 1). A arquitetura é definida pelos autores como o complexo de formas relevantes a cada nível de integração, sendo a diagnose da fase de crescimento arquitetônico a determinado nível, realizada através do status arquitetônico dos componentes do sistema imediatamente inferior (por exemplo: uma árvore pode ser compreendida em termos da dinâmica dos seus ramos: crescimento, maturidade e deterioração - Figura 1 a; b; c; ou como componente arquitetônico de uma eco-unidade - Figura 1 d; e).

A arquitetura da eco-unidade depende da sua origem e da arquitetura das árvores que a compõem, sendo portanto, definida pelas características do ciclo de vida destas. Em verdade, o ciclo de vida de uma árvore não pode ser descrito independentemente do ecossistema no qual evoluiu, pois seu comportamento é resultado da combinação de suas preferência ambientais, desde a germinação até sua morte, caracterizando seu temperamento (conjunto de reações de crescimento e desenvolvimento apresentado pela árvore durante seu ciclo de vida, Oldeman & Van Dijk, 1991).

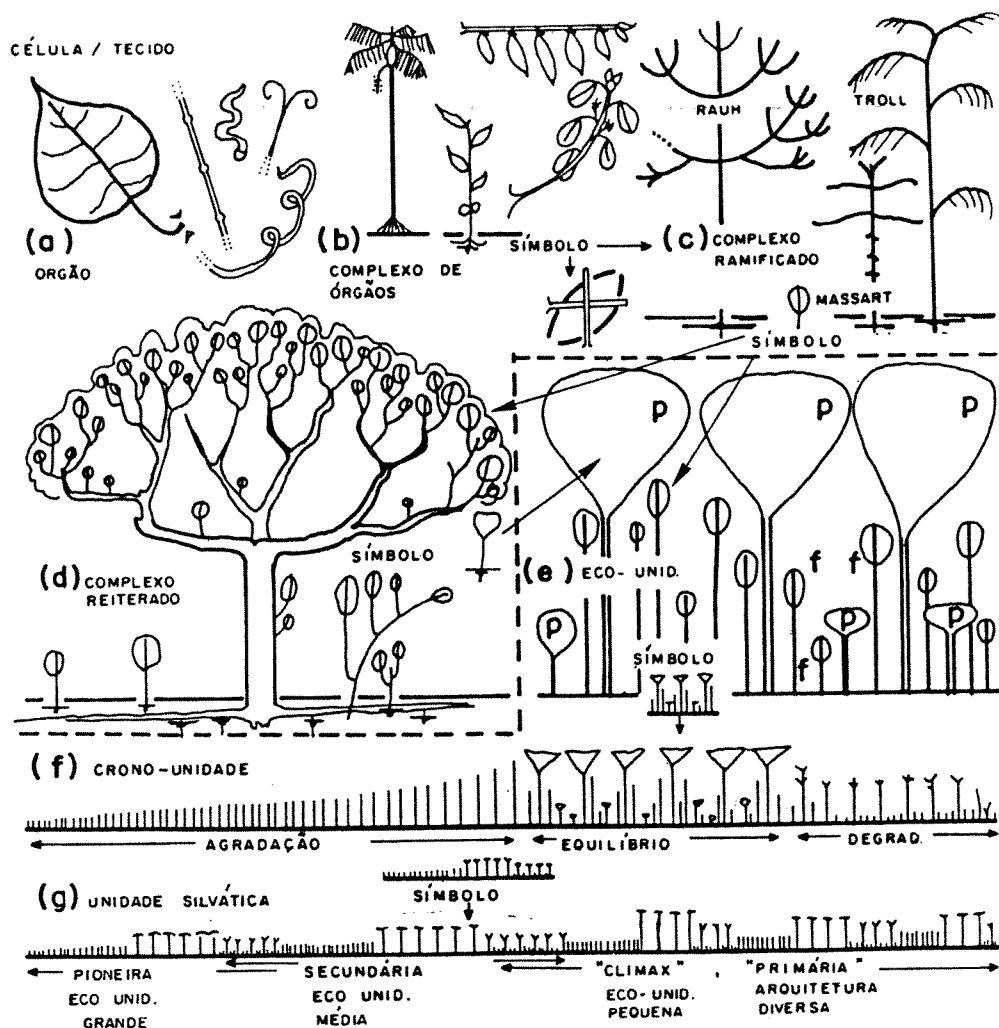


Figura 1 - Níveis de integração arquitetônica. A partir da célula/tecido; (a) órgão; (b) complexo de órgãos; (c) complexo ramificado (por exemplo os modelos arquitetônicos de Rauh, Massart e Troll); (d) complexo reiterado; até os níveis coletivos (e) a (g). Notar que o complexo de órgãos é um subsistema tanto da ecounidade (palmeiras e plântulas) como do complexo ramificado (tronco e ramos). Na ecounidade (e), p = árvores do presente e f = árvores do futuro. Na crono-unidade (f) uma fase em agradação se organiza sobre outra em degradação, relacionando os diferentes tipos de crono-unidades na unidade silvática (g). O sistema a cada nível aparece no sistema de nível superior como um símbolo específico. A linha pontilhada separa os sistemas individuais dos coletivos (Adaptado de Oldeman, 1983).

Os estudos sobre a regeneração da floresta tropical nos últimos anos evidenciam a ocorrência de respostas diferenciais das espécies florestais aos nichos de regeneração produzidos ao longo do processo iniciado com a abertura de clareiras. Gandolfi (1991) em sua ampla revisão sobre o assunto, conclui que o conjunto de respostas dos vegetais caracterizam, ao menos, 3 estratégias distintas: espécies pioneiras - especializadas na ocupação de grandes clareiras, necessitando luz para sua germinação e crescimento, sendo intolerantes à sombra; espécies secundárias - especializadas na ocupação de clareiras pequenas, que mesmo apresentando potencial de germinação à sombra exigem um microambiente com maior disponibilidade de luz para seu crescimento até o dossel da floresta e maturidade sexual; espécies clímax - especializadas na ocupação do subosque, aparentemente não exigindo incremento na intensidade luminosa para germinar e se desenvolver, podendo permanecer ali ou alcançar o dossel da floresta.

Deste modo, Oldeman (1983) sugere que as diferentes eco-unidades de tamanhos diversos desenvolvem diferentes situações arquitetônicas, como resultado das características específicas das árvores que a compõem. Então, a eco-unidade de tamanho grande é ocupada por espécies pioneiras que apresentam pequena diversidade arquitetônica. Eco-unidades de tamanho médio são ocupadas por espécies secundárias que já apresentam diversificação arquitetônica. As eco-unidades pequenas são ocupadas por espécies clímax que se beneficiam da maior disponibilidade de luz e apresentam elevada diversidade arquitetônica.

A evolução da sucessão ao longo do tempo em determinada área dirige a substituição de uma eco-unidade por outra, através da sobreposição de suas cronounidades, cujo conjunto compõe a unidade silvática (Figura 1 f; g).

O mosaico florestal representado pelo conjunto de unidades silváticas é um dos componentes da paisagem natural que ocorre nas regiões tropicais, cuja característica principal é a enorme heterogeneidade quanto ao agrupamento dos diferentes ecossistemas. A ecologia da paisagem explora como estas combinações são estruturadas, suas funções e alterações, focalizando principalmente a distribuição dos elementos da paisagem (ecossistemas) e a interação entre seus fluxos de energia, elementos minerais, água e componentes bióticos.

O autor pioneiro C. Troll (Forman & Godron, 1986) a define como "o estudo das relações físico-biológicas que governam as diferentes unidades espaciais de uma determinada região", considerando basicamente que tais relações se dão na direção vertical (dentro de uma mesma unidade espacial) e horizontal (entre diferentes unidades espaciais). Entretanto, ao longo dos últimos anos a ecologia tem estudado principalmente o funcionamento "vertical" dos diferentes ecossistemas, isto é, as relações entre plantas, animais, água, ar e solo dentro de uma unidade espacial relativamente homogênea, e não abordando a inerente variabilidade espacial da paisagem natural e as suas relações "horizontais", isto é, aquelas entre as diferentes unidades espaciais, cujas bordas ou limites individuais compoem os ecótonos propriamente ditos.

O estudo das relações horizontais sob a perspectiva da ecologia da paisagem introduz novos conceitos na descrição da heterogeneidade espacial apresentada, tornando-se uma abordagem chave no estudo da diversidade biótica, dinâmica das espécies, redistribuição de nutrientes, modelos de fluxo de energia (Risser, 1990; Salo, 1990.) e especialmente no estudo das consequências dos distúrbios (Pickett & White, 1985).

Esta abordagem influenciou fortemente a direção do programa da UNESCO, o Homem e a Biosfera (MAB), no sentido da proposição do conceito de ecótono, formulado através de considerações operacionais como "a zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, que apresenta um conjunto de características próprias definidas pela escala de tempo e espaço e pela intensidade das interações" (Holland, 1988, apud Naiman et al., 1989).

Esta definição ao se valer do termo "sistema ecológico" se refere à propriedade básica da independência da escala, mesmo considerando-se que os processos ecológicos possam ser dependentes dela. Esta observação é muito importante pois apesar da escolha da escala ser fundamental na identificação de um ecótono específico, a conceituação deve considerar uma perspectiva de múltiplas escalas variáveis no espaço e no tempo, tornando-se assim, uma estrutura abstrata útil no sentido de organização de suas características descritivas e propriedades gerais (por exemplo um ecótono pode ocorrer entre sistemas ecológicos em grande escala espacial, corpos entre biomas continentais; ou em pequenas escalas, como a transição entre duas comunidades biológicas específicas (Risser, 1990).

A dinâmica de fragmentos tem sido a abordagem dominante na maioria dos estudos recentes relacionados à ecologia de paisagens, entretanto, este enfoque tem sido utilizado tradicionalmente para ambientes terrestres e marinhos, enquanto os ambientes de água doce têm recebido menos atenção (Salo, 1990). Apesar da dinâmica de fragmentos águas continentais-terra apresentarem maior complexidade e heterogeneidade, somente estudos recentes em corredores fluviais não perturbados tem oferecido a oportunidade de monitoração das alterações relacionadas aos fatores físicos externos que criam e perturbam os fragmentos, modificando e dividindo as zonas ecotonais (Salo et al., 1986; Kalliola & Puhakka, 1988; Salo, 1990).

A importância da perspectiva da paisagem no entendimento da estrutura e função de ecossistemas ciliares foi descrita por Hynes (1975, apud Décamps & Naiman, 1990). Desde então a natureza ecotonal das fronteiras ripárias tem servido como estrutura teórica que enfoca as ligações ecológicas entre ecossistemas aquáticos e terrestres dentro do contexto dos padrões espaciais e temporais dos processos hidrológicos e geomorfológicos, sucessão vegetal terrestre e ecossistemas aquáticos. Tal modelo ecossistêmico é baseado na premissa de que os processos geomorfológicos criam um mosaico de canais e várzeas na paisagem que associados aos processos de distúrbios nos canais e nas terras altas, afetam as zonas ciliares determinando o padrão espacial e desenvolvimento sucessional da vegetação ciliar (Gregory et al., 1991).

De fato, os principais processos de criação e manutenção dos ecótonos ciliares em ecossistemas fluviais estão relacionados a geomorfologia fluvial, caracterizada como eventos de erosão e acumulação de sedimentos, que determinam o mosaico estrutural de seus padrões florísticos (Salo et al., 1986; Kalliola & Puhakka, 1988; Salo, 1990).

A paisagem fluvial é claramente um sistema não em equilíbrio quando se considera os tamanhos relativos dos distúrbios e das unidades de paisagem, cuja dinâmica é dependente das interações entre os diferentes elementos do mosaico que inclui fragmentos aquáticos, semi-aquáticos e terrestres (Wissmar & Swanson, 1990). A compreensão do papel dos ecótonos entre estes fragmentos é dependente da escala de trabalho adotada ao nível da organização hierárquica dos sistemas aquáticos (Figura 2) (Pinay et al., 1990).

Ao longo de todo o desenvolvimento sócio-econômico das civilizações os rios e lagos ocuparam posição de destaque, pois eram fonte de água e de alimentos frescos, rotas de navegação e áreas agriculturáveis, além de fonte de energia.

O resultado do modelo de desenvolvimento é a alta perturbação e modificação dos sistemas fluviais naturais, muitas vezes chegando até a degradação ambiental dos mesmos, através do processo do controle de fluxo e de cheias, navegação fluvial, aproveitamento hidroelétrico e do uso do solo e disposição de resíduos poluentes.

O manejo destas áreas vitais implica na manutenção e no incremento dos sistemas naturais atuais e a restauração daqueles degradados. Entretanto, apesar dos esforços em escala mundial, o nível de conhecimento atual e os processos de investigação científica sobre a dinâmica e estrutura dos ecótonos são ainda incipientes como reconhecem Décamps & Naiman (1990).

Estes autores admitem que o manejo dos ecótonos urge por uma compreensão fundamental dos processos ecológicos envolvidos e que é ainda necessário muita investigação em grande variedade deles, especialmente tropicais, para que se obtenha uma recomendação geral sobre os processos gerais e estratégias mais adequadas.

A dificuldade de generalização dos processos fundamentais de criação, manutenção e regulação dos ecótonos não pode ser um obstáculo às ações de conservação, sendo portanto oportunas abordagens que auxiliem no desenvolvimento de estratégias objetivas.

A situação atual da Mata Ciliar no Estado de São Paulo, principalmente no interior, é bastante preocupante pois apesar de contar com proteção legal específica nos níveis Federal (Código Florestal de 1965; Lei 7511/86; lei 6938/81) e Estadual (art. 193, 197, 210, 238 e 239 da Constituição Paulista de 1989) continua a ser devastada sob pressão da expansão agroindustrial. Esta formação florestal de comprovada importância ecológica na manutenção da qualidade da água e regularização do regime hídrico das bacias hidrográficas já não mais ocorre de modo contínuo ao longo dos rios do interior do estado, sendo que as áreas remanescentes estão muito fragmentadas e sob forte pressão antrópica.

Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica, em 1990 restavam apenas 7,16 % da área do estado recoberta por remanescentes florestais associados aos domínios da Mata Atlântica (inclui as florestas estacionais e cerrados - Câmara, 1991). É importante ressaltar que este índice inclui as áreas sob proteção legal, na forma de parques e reservas, de modo que praticamente correspondem ao total da área remanescente.

Tendo em vista esta gravíssima condição de preservação das Matas Ciliares no Estado de São Paulo, é urgente o desenvolvimento de técnicas apropriadas para a reversão deste quadro, através da sua recuperação e manejo sob a ótica do desenvolvimento sustentável (Schreckenberg & Hadley, 1991).

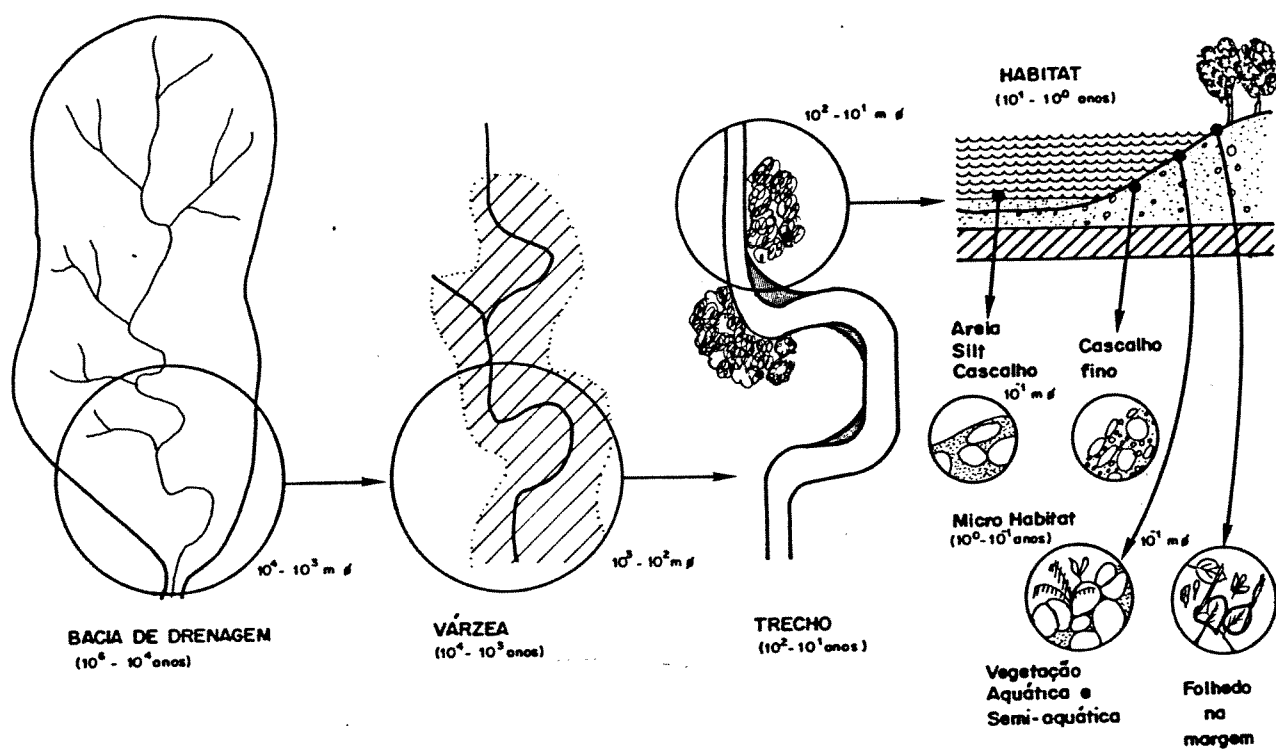


Figura 2 - Organização hierárquica de um sistema fluvial e seus subsistemas. (Adaptado de Pinay et al., 1990).

II. OBJETIVOS

Este trabalho está inserido no projeto "Estudo, Preservação e Recuperação das Matas Ciliares da Bacia do Rio Jacaré-Pepira, Estado de São Paulo, Brasil" coordenado pelo Dr. Carlos Alfredo Joly do Departamento de Botânica da Universidade Estadual de Campinas, cujos objetivos gerais estão orientados segundo o programa internacional MAB/UNESCO "Role of Land/Inland Water Ecotones in Landscape Management and Restoration (Naiman et al., 1989).

De modo específico o projeto em questão pretende ater-se a hipótese 17 do documento básico de Programa MAB/UNESCO: "The restoration and creation of land/inland water ecotones will promote the recovery of their ecological function, including soil stability, nutrient and sediment trapping, habitat for species conservation and regeneration, and will re-establish the process of floodplain formation and maintenance" (Naiman et al., 1989). Dentro desta perspectiva nosso grupo vem desenvolvendo investigações quanto à composição, estrutura e sucessão dos remanescentes vegetais, mecanismos de tolerância à inundação e silvicultura de espécies arbóreas nativas.

A presente pesquisa teve como objetivo fundamental a caracterização das funções ecológicas da espécie arbórea emergente, dominante e decídua *Centolobium tomentosum* Guill. ex Benth (FABA-CEAE) no ecótono Mata Ciliar do Rio Jacaré-Pepira, com fins de avaliar o seu potencial de utilização para a reestruturação funcional e a recuperação das áreas ciliares degradadas do interior do Estado de São Paulo.

Para tanto, foi necessária a caracterização do comportamento auto-ecológico da espécie, através do estudo dos aspectos fundamentais de sua estratégia quanto a sobrevivência, reprodução e distribuição espacial e temporal. Assim, o trabalho foi subdividido em assuntos cujos objetivos específicos são:

CICLO DE VIDA - caracterizar as fases de desenvolvimento e aspectos da dinâmica de módulos foliares; conformação do modelo arquitetônico, fenologia e reprodução sexuada e vegetativa.

ECOFISIOLOGIA - caracterizar a capacidade de absorção de nitrato através da enzima nitrato-redutase foliar e radicular.

DEMOGRAFIA - investigar os padrões de distribuição da população e sua relação aos aspectos; topográficos locais; determinar a estrutura de tamanho e diâmetro da população; determinar as estratégias de regeneração apresentadas pela população.

PRODUTIVIDADE - avaliar a produção e a decomposição anual do folheto da espécie na área; determinar o potencial de transferência de nutrientes através do folheto.

III. MATERIAL E MÉTODOS

III.1 - CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO - BACIA DO RIO JACARÉ- PEPIRA

O rio Jacaré-Pepira tem cerca de 174 km de extensão e está localizado no centro geográfico do Estado de São Paulo, nascendo na Serra de Itaqueri (47° 55'W e 22° 30'S a 960m altitude, Município de São Pedro) e desembocando no rio Tietê, na altura da represa de Ibitinga (CESP) (48° 55'W e 21° 51'S a 400m altitude, município de Ibitinga). A bacia hidrográfica do Jacaré-Pepira drena uma área aproximada de 2600 Km² (Figura 3), abrangendo parte de 13 municípios.

Segundo o mapa geomorfológico do Estado de São Paulo (Ponçano et al., 1981) a bacia localiza-se na Província das Cuestas Basálticas (cerca de 2/3 de sua extensão) e na Província do Planalto Ocidental Paulista.

O clima regional é classificado por Setzer (1966), na quase totalidade da bacia como uCW, isto é, subtropical úmido com estiagem (de maio-outubro), apresentando temperatura média anual entre 18 e 22° C (Brotas - 20,9 ° C, com média máxima anual de 23,6° C e média mínima anual de 16,9° C).

Próximo a sua foz, o clima é caracterizado como uBW, isto é, tropical úmido com estiagem, apresentando temperatura média anual entre 22° C e 25° C (Ibitinga - 22,2° C, com médias máxima de 24,9° C e mínima de 18,4° C).

Segundo o sistema de Koeppen (Setzer, 1966) o clima regional é classificado como Cwa apresentando inverno seco.

Segundo Nimer (1989), o clima da Bacia é tropical quente úmido com estação seca de 3 meses (junho - agosto), com pelo menos um mês com temperatura média inferior a 18° C, sendo que, no mês mais frio (Junho-Julho) varia entre 15 e 18 ° C. A média anual varia entre 18 e 20° C principalmente. O verão é quente com temperatura média no mês mais quente superior a 22° C.

Nimer (1989) estabelece que a frequência média de ocorrência de geadas na região é de 0 a 3 dias ano-1.

O balanço hídrico da região de Jaú, segundo Thornthwaite & Mather (1955) para o período de 1956-1982, calculado através dos dados meteorológicos obtidos junto ao Instituto Agrônomo de Campinas - Jaú (latitude 22° 17'S, longitude 48° 34'W - altitude 580m) (Figura 4) e capacidade de retenção do solo igual a 125mm, resultou em uma precipitação média de 1345mm, sendo o mês de dezembro o mais chuvoso (média 225mm) e agosto o menos (24mm).

A utilização de informações a respeito do balanço hídrico realizado através de médias de longos períodos é de fundamental importância para a caracterização climática regional, entretanto quando se procura avaliar a influência direta das condições climáticas locais anuais sobre a vegetação, é um instrumento de pouca utilidade. O padrão médio representado não ocorre ao longo dos anos individuais, sendo portanto necessário a utilização dos balanços médios anuais. Além disso, o balanço médio normal, de modo geral, considera que a capacidade de retenção hídrica do solo é constante, sendo utilizado os valores de 125 e 300 mm.

A figura 5 apresenta o balanço hídrico anual sequencial do período de estudo 1989, 1990 e 1991, considerando que a capacidade de retenção hídrica do solo na área de estudo é de 50mm. O valor de retenção utilizado foi estimado através de uma fórmula para cálculo da água disponível com base na textura do solo proposta por Arruda et al. (1987).

A paisagem da bacia é caracterizada pela ocorrência de um mosaico de manchas de vegetação com fisionomias florestais e savânicas altamente fragmentadas, que resulta da superposição da distribuição das principais formações vegetais que ali ocorrem: cerrado "senso lato", mata mesófila semidecídua e mata ciliar.

O cerrado marginal paulista (20% da área do estado) apresenta-se caracteristicamente como um conjunto de áreas descontínuas, assumindo diferentes fisionomias, consideradas por Coutinho (1978, 1990), como um complexo ecotonal entre as formas extremas e condicionadas por um gradiente de fertilidade do solo e incidência de fogo. Eiten (1990) o descreve como uma vegetação típica de interflúvio que ocorre sobre latossolos vermelhos e/ou amarelos, bem drenados, lixiviados e empobrecidos.

apresentando indivíduos emergentes. Possuem serrapilheira espessa decorrente do comportamento decíduo de várias espécies, e estrato herbáceo conspícuo que inclui indivíduos jovens das espécies características dos estratos superiores. Ocorrem com grande frequência lianas que dificultam a locomoção. Há ocorrência de clareiras ocasionadas por queda de árvores de grande porte ou partes delas, devido a ação dos ventos. A ocorrência de epífitas é frequente. Ocorre dominância de anemocoria nos estratos superiores, assim como na mata atlântica (Leitão Filho, 1982). Segundo Mathes (1980) a anemocoria está relacionada com a deciduidade do estrato superior. Os estratos intermediários apresentam predominantemente zoocoria, principalmente entre as Myrtaceae e Lauraceae, e também autocoria.

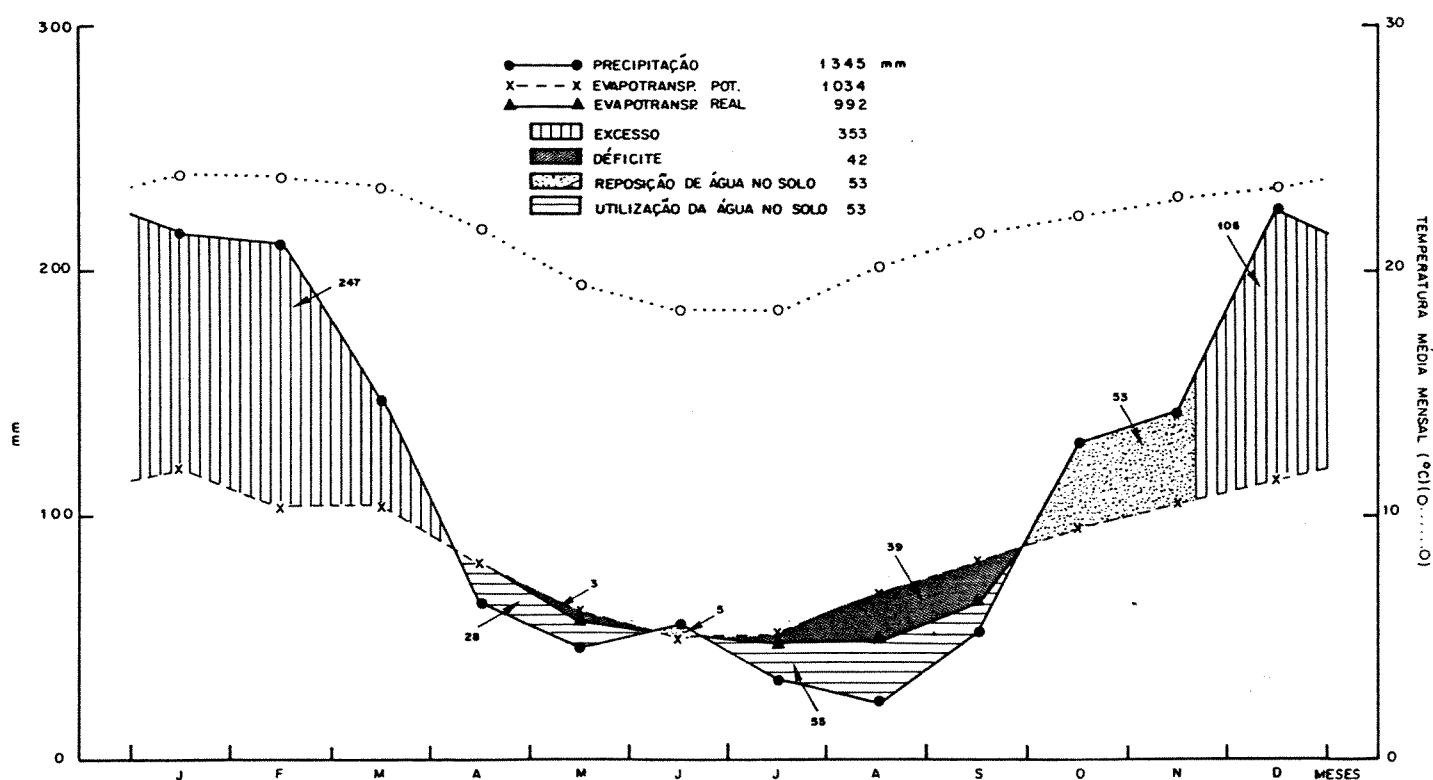


FIGURA 4 - Balanço hídrico do período 1956-1982 para a região de Jaú (capacidade de retenção de água do solo = 125 mm). Dados meteorológicos IAC - Jaú, latitude 22°17'S, longitude 48°34'W e altitude 580 m (aproximadamente 35 km em linha reta da área de estudo).

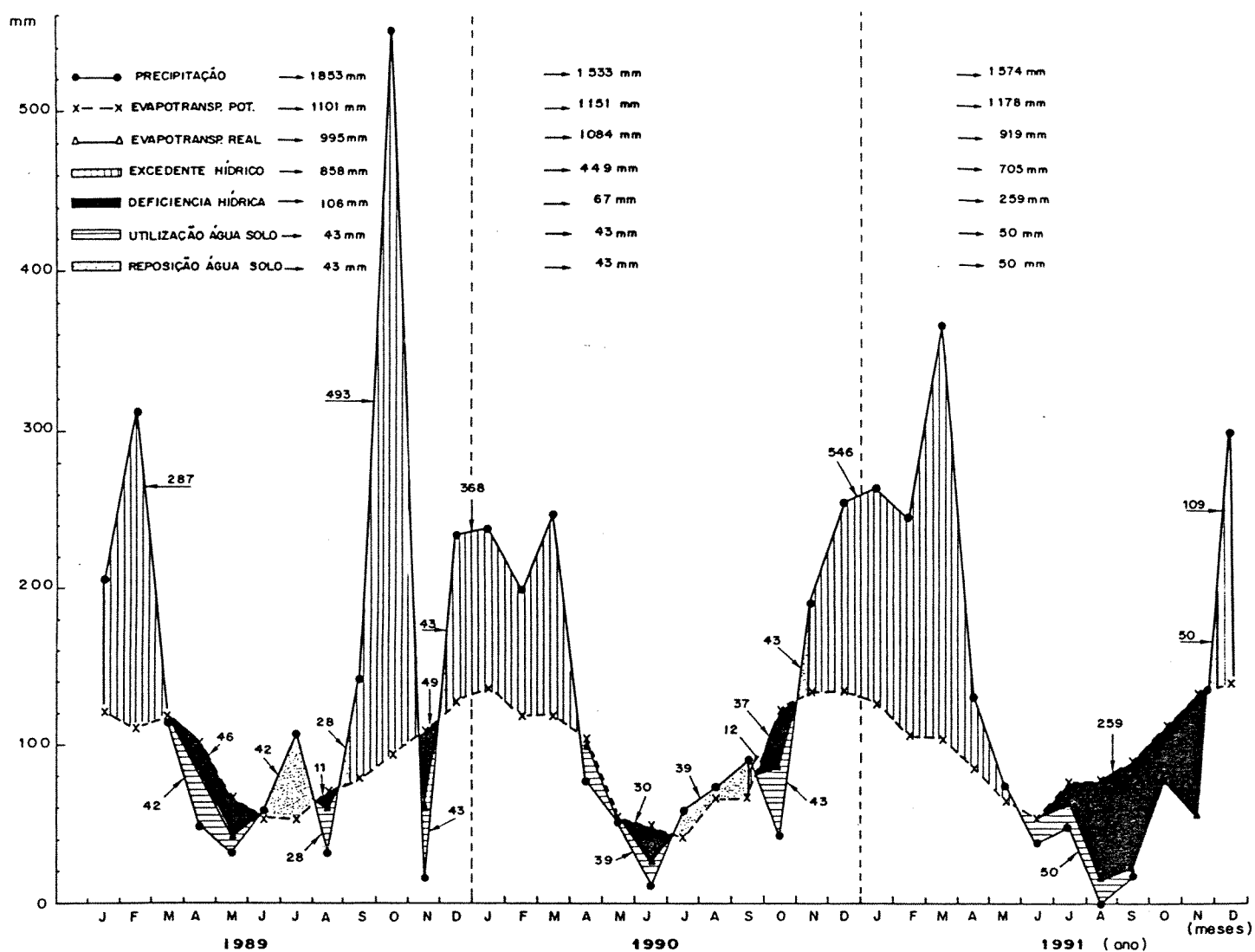


FIGURA 5 - Balanço hídrico anual do período 1989-1991 para a região de Jaú (capacidade de retenção de água do solo = 50 mm). Dados meteorológicos IAC - Jaú, latitude 22°17'S, longitude 48°34'W e altitude 580 m (aproximadamente 35 km em linha reta da área de estudo).

A mata ciliar (Leitão Filho, 1982), termo consagrado no uso popular e jurídico, identifica as formações florestais que ocorrem ao longo dos cursos d'água nos locais sujeitos à inundações periódicas.

A literatura a respeito da nomenclatura das matas justapostas aos cursos d'água é bastante extensa e polêmica (Bertoni & Martins, 1982; Aciesp, 1987; Bertoni et al., 1987; Mantovani, 1989; Catharino, 1989; Rodrigues 1989, 1991) não cabendo aqui, nova exposição. Neste trabalho adotamos o termo MATA CILIAR para designar as formações florestais que compõem o ecótono entre os ecossistemas aquático continental e terrestre, caracterizado indistintamente como área de preservação permanente com extensão mínima de 30m (dependente da largura do rio) (Código Florestal, 1965).

A adoção do termo Mata Ciliar é justificado principalmente pelo seu aspecto jurídico, mas também por englobar as diferentes formações vegetais do ponto de vista estrutural e florístico, produto da enorme heterogeneidade dos fatores abióticos condicionantes da paisagem (topografia, geologia e geomorfologia do canal, volume e fluxo hídrico, pedologia, altura e variação lençol freático, frequência e duração de inundação, etc.) (Gibbs & Leitão Filho, 1978; Gibbs et al., 1980; Kalliola & Puhakka, 1988; Mantovani, 1989; Lieberg, 1990; Rodrigues, 1991 e outros).

No interior do Estado de São Paulo incluindo a bacia do rio Jacaré-Pepira, a mata ciliar apresenta claramente um mosaico estrutural fisionômico-florístico demonstrado por Rodrigues (1991) no Rio Passa Cinco, Ipeúna, determinado principalmente pela interação entre o regime fluvial de inundação e a situação topográfica local. Desse modo, podem ser claramente reconhecidas três situações:

- 1 - Áreas situadas em planície de inundação de pequena amplitude topográfica onde ocorrem depressões que durante os períodos de cheia formam bacias de sedimentação. A ocorrência das espécies é dependente da sua adaptação fisiológica à saturação hídrica do solo (Salvador, 1987, Lieberg, 1990, Joly 1986, 1990a, 1990b, 1991; Lieberg & Joly, 1992). São espécies típicas *Alchornea iricurana*, *Calophyllum brasiliensis*, *Croton urucurana*, *Cyclobium vecchii*, *Erythina crista-galli*, *Ficus* spp, *Gallesia integrifolia*, *Genipa americana*, *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa*, *Inga* spp., entre outras.
- 2 - Áreas em planície de sedimentação com média amplitude topográfica e maior profundidade do lençol freático. A ocorrência de inundação é restrita aos locais mais próximos do rio, determinando um gradiente de espécies: na faixa justaposta ao rio e sob influência direta dele, ocorrem as espécies acima citadas; conforme aumenta a distância da área de influência direta do curso d'água predominam as espécies típicas de mata mesófila semi-decídua; *Centrolobium tomentosum*, *Dalbergia brasiliensis*, *Machaerium stipitatum*, *Mateya eleaginoides*, *Roupala brasiliensis*, e *Actinostemon communis* no subosque (Mantovani et al., 1986; Rozza et al., 1990; Salis 1990; Rodrigues, 1991).
- 3 - Áreas de grande amplitude topográfica, tipicamente ocorrendo próximo às cabeceiras de rios e em relevos abruptos onde a ocorrência de espécies é determinada por fatores pedológicos (profundidade e tipologia) e geomorfológicos (topografia e erodibilidade). Nessas áreas ocorrem alta heterogeneidade florística devido a alta frequência de distúrbios naturais e a ocorrência de fases sucessionais da mata mesófila semidecídua. (Kotchetkoff-Henriques, 1989).

III.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O relicto florestal estudado se localiza na margem direita do Rio Jacaré-Pepira na Fazenda Santa Eliza, propriedade da família Atalla, a cerca de 8 km a jusante da cidade de Brotas (48°08'W e 22°17'S) através da Rodovia SP 255, (Itirapina-Bauru) a uma altitude entre 525-565m. O fragmento apresenta forma retangular paralela ao rio e com comprimento de 1250m ao longo deste (em linha reta) e 1150m no limite com o pasto, ao norte; um lado (a oeste) tem 300m e o outro (leste) 400m, o que resulta em área aproximada de 42 ha. Esta mancha florestal constitui a de maior área ao longo de toda a calha principal do rio e corresponde a um dos 52 fragmentos de mata mesófila semidecídua não em encostas, mapeados na bacia do Rio Jacaré-Pepira (CETESB, 1992 - N = 52; área = 1761 ha; área média = 33,9 ha) (Figuras 6 a 8).

A série histórica do local composta por fotografias aéreas dos anos de 1962 (sem data, IAC - Secretaria Agricultura de São Paulo; escala original 1:25000, região 4, nº 2103 e 2180), 1972 (10 junho, IBC-Gerca, escala original 1:25 000, faixa 238 D, quadrícula SF 22 ZB III, foto SP-II-31668), 1979 (22 junho, Terra foto, escala original 1:35 000, faixa 91-6285 0-374) e fotografia manual realizada em sobrevôo em setembro 1990, indica uma relativa estabilidade do fragmento nos últimos 30 anos (figuras 9 a 12). Entretanto, a mata no passado foi alvo de extração seletiva de madeira para uso agrícola na fazenda (mourões, construções, etc.). A análise detalhada da área recoberta pelas fotos indicam a forte pressão antrópica sobre a vegetação nativa, que gradativamente é substituída por agricultura (Figuras 9 a 11) e reflorestamento com exóticas (Figuras 10 e 11).

O aspecto macrofisionômico da mata em estudo, revela-se heterogêneo quanto ao padrão de textura na ampliação da aerofoto de 1979 (figura 13). É possível discriminar ao menos duas formações fisionômicas, uma a leste (textura fina, porte médio e tonalidade cinza médio) e outra a oeste (textura média, porte alto e tonalidade cinza escuro), separadas por um gradiente de textura, porte e tonalidade, ao centro. A razão deste fato pode estar associada a uma pressão de extração seletiva diferencial entre elas, porém parece que a influência pedológica é fundamental na determinação destes padrões.

O mapa de solo do levantamento semi-detalhado do Estado de São Paulo, quadrícula de Brotas (Almeida et al., 1981b) indica a ocorrência de duas associações de solos nos extremos opostos do fragmento. A oeste ocorre uma associação de latossolo roxo distrófico, unidade Barão Geraldo (LRd) e latossolo vermelho escuro, unidade Limeira (LE3), com predominância do primeiro. A leste ocorre a predominância de areia quartzosa profunda sobre latossolo vermelho escuro (unidade Dois Córregos) (Figura 14).

Os levantamentos florístico-fitosociológicos realizados nas duas fisionomias confirmam as diferenças observadas. Salis (1990) trabalhando em local justaposto ao rio, ao longo do "cotovelo" a sudeste do fragmento (Figura 6) indicou a ocorrência de composição florística mista, com espécies típicas das áreas sob influência direta do rio e adaptadas às condições de inundação periódica, e espécies típicas das matas mesófilas semidecíduas e não adaptadas a condição de inundação, confirmando as afirmações de Rodrigues (1991) quanto a influência do regime hídrico e topográfico na característica e zonação florística das matas ciliares do interior do Estado de São Paulo.

Salis (1990) descreveu a estrutura fisionômica da área estudada (cotovelo): ocorrência de dois estratos arbóreos, além do emergente. O primeiro tem entre 5-15m e o segundo até 5m. Além disso, indica o predomínio de espécies secundárias relacionado ao avançado estágio de sucessão do fragmento.

Shimabukuro (com. pess.) trabalhando em local fora da influência do rio, no lado oeste do fragmento, amostrou somente espécies secundárias e pioneiras típicas da mata mesófila semi-decídua. Entretanto, devido a amostragem restrita não representativa, os resultados apenas sugerem o diferencial estrutural observado.

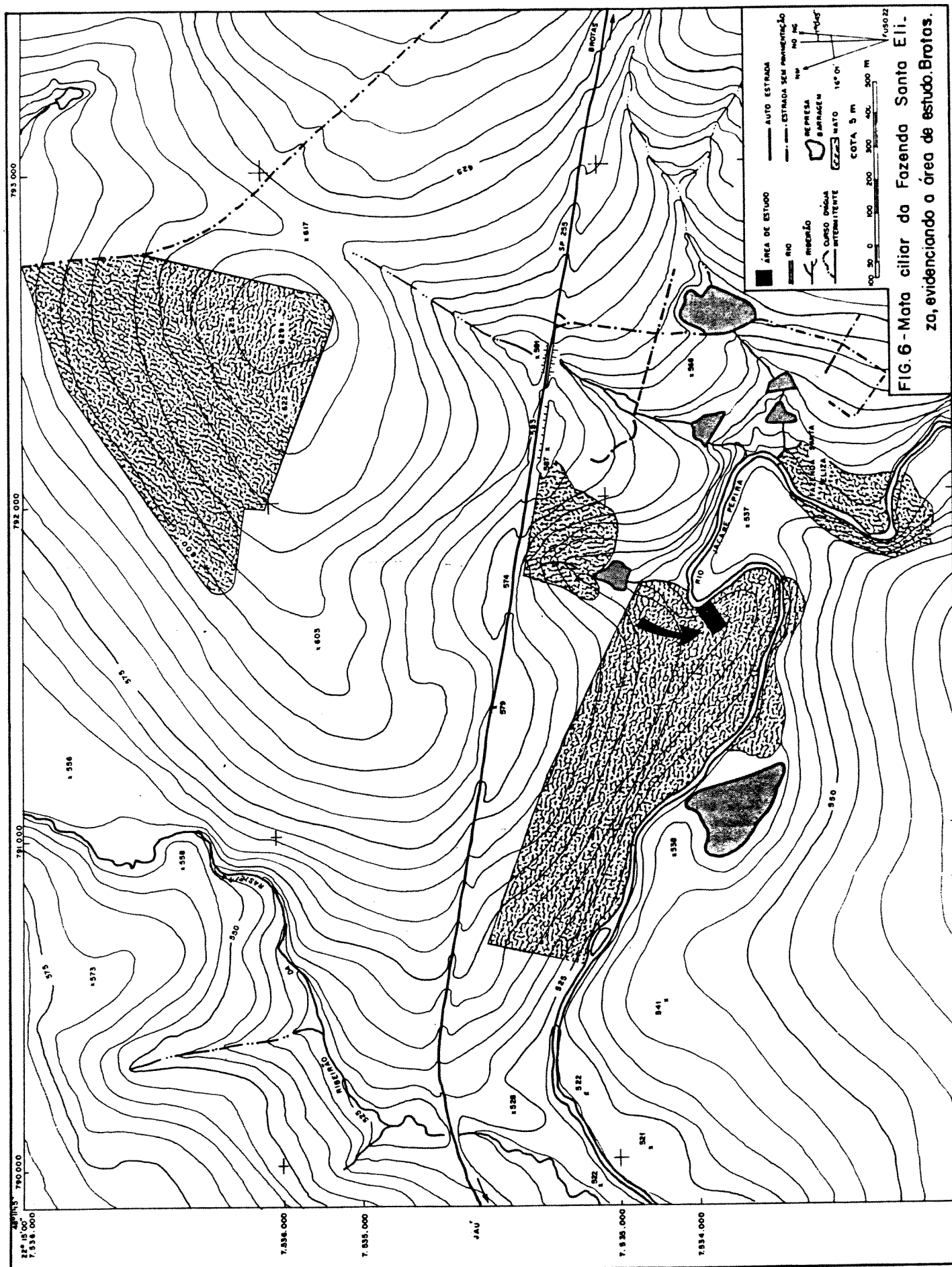




Figura 7 - vista geral do ecótono ciliar da Faz. Santa Eliza, mostrando o contato com a pastagem situada em posição topográfica superior (ver esquema)

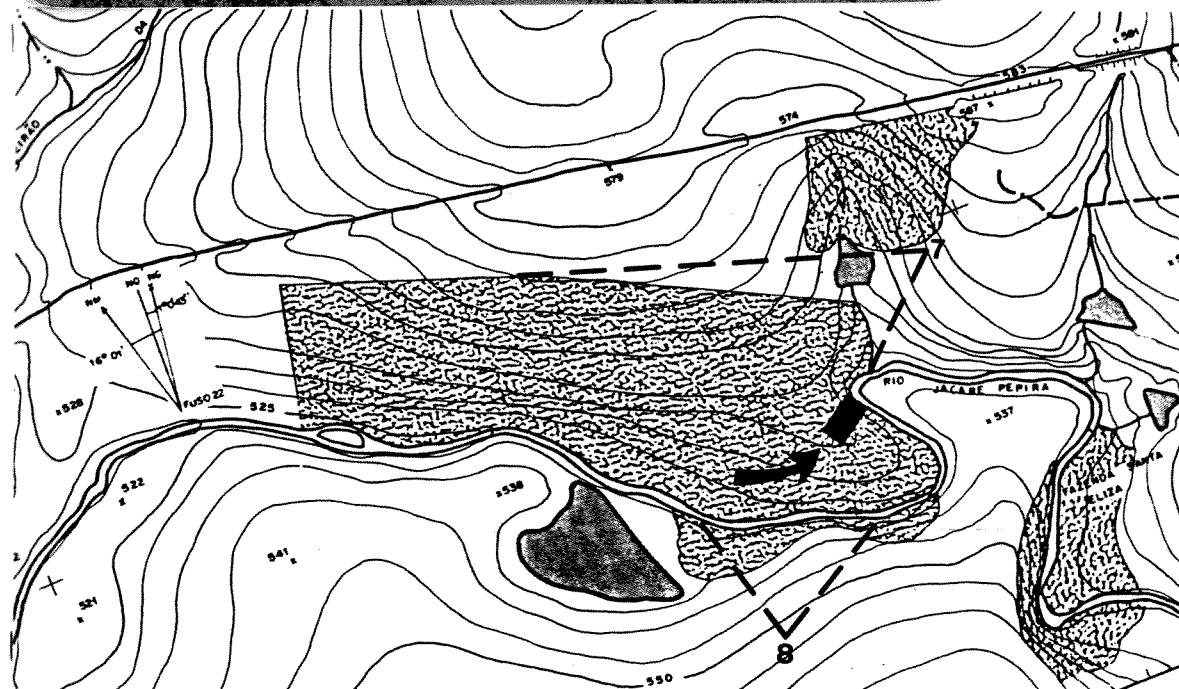


Figura 8 - vista geral do ecótono ciliar, tomada da margem oposta do rio Jacaré-Pepira (ver esquema)



Figura 9 - Aerofoto de 1962 (s.d. IAC). As setas indicam as áreas sob pressão antrópica. (Escala aproximada 1:33 000).



Figura 10 - Aerofoto de 1972 (10 junho, IBC). As setas indicam as áreas sob pressão antrópica, onde a vegetação nativa foi substituída por agricultura. (Escala aproximada 1:33 000).



Figura 11 - Aerofoto de 1979 (22 junho. Terrafoto). A sete indica a vegetação nativa substituída por silvicultura de exóticas. (Escala aproximada 1:33 000).



Figura 12 - Foto área manual tomada em sobrevôo de 1990 (setembro). (Foto de Roney Perez dos Santos).



Figura 13 - Detalhe da aerofoto 1979 mostrando o fragmento estudado. Notar as diferenças de textura, porte e tonalidade das fisionomias a leste e oeste. (Escala aproximada 1:10 000).

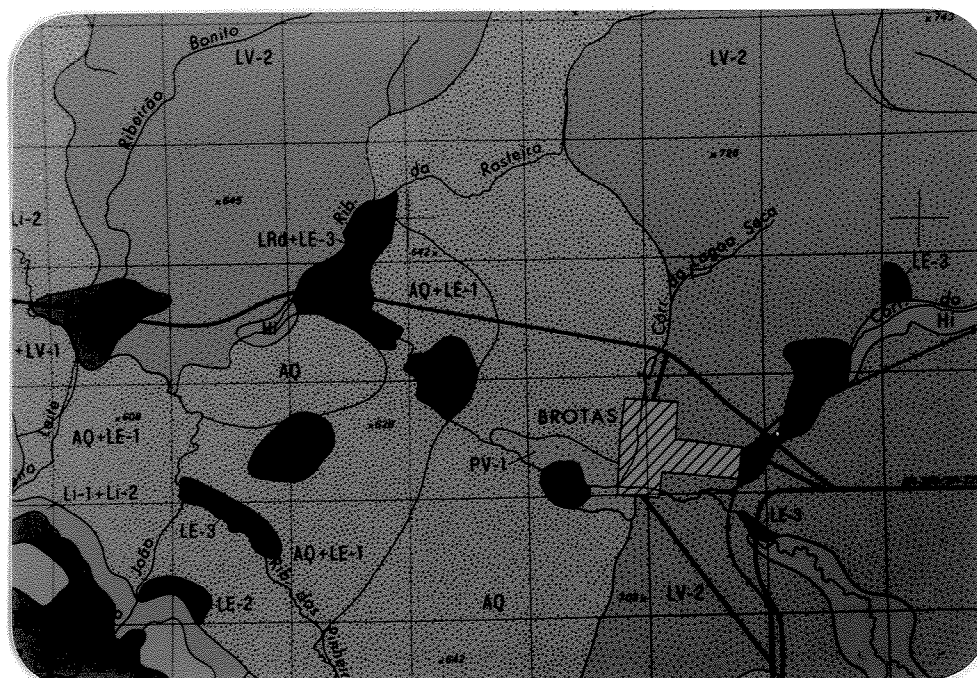


Figura 14 - Detalhe do mapa de solos do levantamento pedológico semidetalhado da região (Almeida et al., 1981b) indicando a ocorrência de duas associações de solos na área (em destaque) do fragmento florestal estudado. A oeste LRd (latossolo roxo distrófico) + LE3 (latossolo vermelho escuro) e a leste, AQ (areia quartzosa profunda) + LE1 (latossolo vermelho escuro).

III.3 - CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE ESTUDADA: *Centrolobium tomentosum* Guill. ex Benth (FABACEAE)

O gênero *Centrolobium* Martius (o vacábulo provém de "Kentron" - esporão, e "lobion" - vagens, fruto, legume), tribo Dalbergieae, subtribo Pterocarpinas (Hoehne, 1941), apresenta ampla dispersão na América Tropical habitando frequentemente as formações florestais desde o norte da América do Sul a partir do Panamá, até o sul do Brasil, principalmente nas encostas da Serra do Mar (Lima, 1985). O gênero é representado por 5 espécies brasileiras atuais: *C. tomentosum*, *C. robustum* (Vell.) Mart. ex Benth., *C. microchaete* (Mart. ex Benth.) Lima, *C. sclerophyllum* Lima (Lima, 1985) e *C. paraense* Tul. (Manieri & Chimelo, 1989).

As duas espécies brasileiras de ampla dispersão caracterizam um padrão de distribuição representada por uma área nuclear contínua, na mata atlântica, e áreas periféricas disjuntas: *C. microchaete* apresenta rota provável de migração através da mata atlântica, enquanto *C. tomentosum* penetrou para o interior através das matas ciliares e florestas secas (Lima, 1985).

C. robustum é restrita a mata atlântica do Rio de Janeiro e São Paulo. Lima (1985) sugere que esta ocorrência parece isolada recentemente tendo permanecido desde então relativamente estável.

C. sclerophyllum ocorre nas matas de tabuleiro do sul da Bahia e norte do Espírito Santo, podendo ser encontrada na caatinga arbórea do sudoeste da Bahia e norte de Minas Gerais.

C. paraense é uma espécie indígena da Hylea brasileira, na zona do alto Amazonas: no Brasil ocorre no Alto Rio Branco, Amazonas; na Venezuela, no vale do Orenoco; e na Guiana Inglesa e Suriname. (Bastos, 1952).

As espécies extra-brasileiras são quatro segundo Bastos (1952):

C. ochroxylon Rose. - exclusivo do Equador

C. patinense Pittier. - Colômbia, Equador e Panamá

C. orinocense (Benth.) Pittier. - Venezuela

C. yavizanum Pittier. - Panamá, Equador e Colômbia

C. tomentosum é uma espécie exclusivamente brasileira ocorrendo na Bahia, Espírito Santo, Distrito Federal, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (Bastos, 1952). Segundo Rizzini (1971) habita preferencialmente matas mesófilas semidecíduas e matas de galeria nas formações de cerrado. Segundo Diaz (1992) e Nogueira et al. (1982a), podem ocorrer em descampados, cerrados, matas mais secas e formações litorâneas, em solos de média e boa fertilidade, rasos ou profundos.

O araribá é uma árvore grande 10-35m de altura, tronco com casca lisa e cor cinza, final dos ramos tomentosos. Folhas compostas imparipenadas com 11 a 13 - 17 a 19 folíolos largos (7-16 x 4-8cm) ovados ou ovados-lanceolados, cordados ou arredondados na base, obtusos no ápice, tomentosos a pubescentes, com pelos escamosos na face ventral, tomentosos na dorsal e denso-tomentosos sobre a nervura mediana; pecíolo e raque tomentosos. Panícula fúlvio-tomentosa, com 18-27cm, brácteas e bractéolas caducas. Flores com 18-19cm de comprimento, cálice com 13-15mm de comprimento, turbinado-campanulado com base obtusa, lacínios superiores obtusos. Sâmara com 16-22 (26)cm de comprimento, ala coriácea tomentosa, espinho estilar aderente a ala com 2,5-4,5cm; núcleo seminífero com espinhos tomentosos com 0,9-2,0cm de comprimento. (Lima 1985, 1986). Apresenta nodulação em suas raízes (Faria et al., 1989).

A espécie é bem distinta dos táxons extra-amazônicos pelos frutos tomentosos com pequenos espinhos sobre o núcleo seminífero, folíolos com indumento tomentoso, nervação secundária saliente e nervura mediana denso-tomentosa (Lima, 1985; Bastos, 1952).

Nomes vulgares: em tupi "araryba" significa árvores da arara: de ara (arara); yb (árvores), e a (fruto). Araribá, araribá amarelo ou grande, araribá-vermelho ou carijó, araribá rosa, araruva, arivá, ararivá, em São Paulo; araribá, araribá rosa no Distrito Federal; araribá ou tipiri, em Minas Gerais; araribá amarelo, no Espírito Santo; putumujú, putumujú-roxo, arauva e carijó na Bahia; araribá, araribá branco, no Paraná; araribá-rosa e araribá-preto, em Santa Catarina; e iriribá, iriribá roxo em regiões não especificadas (Bastos, 1952).

Gurgel Filho (1975) indica que a espécie demonstra razoável velocidade de crescimento sendo bastante robusta. No seu estudo sobre oito espécies arbóreas nativas durante 20 anos, *C. tomentosum* apresentou o maior incremento volumétrico médio anual (15m³ ha⁻¹ ano⁻¹), com ramificação racemosa acentuada, constituindo fustes bem definidos, e maior viabilidade econômica (média de 23,6m de altura

e diâmetro de 190mm). Silva et al. (1986, apud Diaz, 1991) trabalhando sobre o comportamento de 18 espécies arbóreas nativas durante 10 anos, indicam que *C. tomentosum* ocupou o 4º lugar em relação ao desenvolvimento (altura, diâmetro, volume e taxa de mortalidade) apresentando crescimento de moderado a rápido.

Nogueira et al. (1982b) pesquisando o comportamento em plantios, sugerem que *C. tomentosum* é relativamente resistente à geada.

Segundo Diaz (1992) a aplicação da madeira de *C. tomentosum* é muito variada: construção pesada, carpintaria, marcenaria de luxo, esquadrias, dormentes, tanoaria, molrões, esteios, vigas, mastros de navios, canoas e embarcações. As cascas e folhas tem grande teor de taninos, sendo superior as demais espécies utilizadas comercialmente na indústria de couro. (Bastos 1952). Da casca é extraído um corante rosa ou carmim, utilizado pelos índios para tingir utensílios (Mashimoto, 1988).

Centrolobium tomentosum ocorre na área como espécie arbórea típica dos estratos primeiro e emergente, componente do dossel do ecótono ciliar do rio Jacaré-Pepira, assim como em outras áreas do interior do estado (Martins, 1979; Rodrigues, 1991).

No levantamento de Salis (1990) a espécie aparece com o segundo IVI (Índice de Valor de Importância), sendo a primeira árvore listada. Na lista de Shimabukuro (com. pess.), ocorre com o terceiro IVI, sendo também a primeira espécie arbórea de dossel listada.

O trabalho de Salis (1990) apresenta uma comparação florística realizado através de coeficientes de similaridade (Jaccard e distância euclidiana simples) entre 22 estudos desenvolvidos em matas mesófilas semidecíduas do interior do estado, concluindo que exceto o grupo de matas mesófilas em locais mais úmidos e/ou frios em relevos montanhosos (Atibaia - Meira-Neto et al., 1990; Jundiá - Rodrigues, 1986; Angatuba - Torres, 1989 e São Paulo, Rossi, 1987), as matas apresentam grande heterogeneidade florística. A autora sugere que esta situação pode ser produto das diferenças de solo, clima e regime de perturbações das áreas consideradas.

Entre todas as matas analisadas no Estado de São Paulo, a espécie *Centrolobium tomentosum* não foi amostrada nas matas mesófilas de altitude de Atibaia (Meira-Neto et al., 1989) e Jundiá (Rodrigues, 1986). Não ocorre também nos levantamentos realizados em Mogi-Guaçu nas matas do Português, Figueira e Mariana por Mantovani et al., (1989), provavelmente devido a sua baixa frequência, como demonstra Gibbs et al. (1978) que amostraram apenas um indivíduo na Mata da Figueira. A não ocorrência da espécie no levantamento de uma mata residual em Jaboticabal (Pinto, 1989) provavelmente é decorrente do seu elevado grau de perturbação (Salis, 1990), assim como em Itirapina (Kotchekoff-Henriques, 1989), cujo local apresentava elevada declividade e alta frequência de distúrbios, tendo sido apenas amostradas espécies pioneiras.

Centrolobium tomentosum é uma espécie de características secundárias (Salis, 1990) dependente de clareiras, sendo claramente heliófila. Sua frequência de ocorrência nas matas mesófilas do estado deve estar correlacionada ao estágio seral nas quais se encontram os fragmentos estudados. Salis (1990) sugere que a espécie decresce em importância conforme se eleva o grau de preservação da mata.

III.4. Ciclo de vida

Cada ciclo de vida começa com a fase de plântula, iniciada logo após a germinação da semente. Esta fase é de difícil delimitação, havendo várias proposições em relação ao ponto em que o indivíduo deixa de ser plântula, para então ser considerado como planta estabelecida (Fenner, 1987). Neste trabalho consideramos para efeito prático que a fase jovem perdura até o indivíduo atingir 2m de altura.

A segunda fase do ciclo é a fase de conformação do modelo arquitetônico e é caracterizada pela busca da emergência sobre a vegetação circundante através do seu programa de crescimento adaptado às condições ambientais do seu ecótopo particular. Segundo Oldeman (1986), esta fase é realmente iniciada com o início da ramificação do indivíduo, cujo padrão de crescimento, diferenciação e desenvolvimento são definidos pelo comportamento dos eixos produtores de folhas, meristemas e muitas vezes de órgãos reprodutivos (crescimento determinado ou indeterminado; diferenciação vegetativa ou reprodutiva; disposição em eixos horizontais ou verticais; atividade episódica ou contínua) (Hallé et al. 1978; White, 1979). A dinâmica e demografia modular são aspectos fundamentais para a compreensão do crescimento do indivíduo (Bazzaz & Harper, 1977), do balanço custo/benefício entre os investimentos em carbono e nutrientes, economia hídrica e custos de manutenção (Chabot & Hicks 1982) que determina os padrões fenológicos das populações.

Os frutos de *C. tomentosum* coletados aleatoriamente na mata entre agosto e setembro 89, foram semeados diretamente em areia nos canteiros de germinação do viveiro de mudas nativas do Consórcio do rio Jacaré-Pepira, Brotas-SP em 27/09/89. Por volta de 45 dias após, as sementes germinadas (N = 250) foram transferidas para plásticos individuais com substrato composto de 80% areia e 20% solo, tendo sido regadas quinzenalmente com solução nutritiva de Hoagland (Felippe et al., 1985).

As plântulas foram acompanhadas quanto ao desenvolvimento em altura até maio 91 em canteiros telados com sombrite para a determinação da curva de crescimento e taxas de crescimento relativos ($TCR = \log H_0 - \log H_1 / t_1 - t_0$).

Durante o período compreendido entre novembro 1989 e agosto 1990 foram acompanhadas as quedas de folhas marcadas (no momento da emergência) das 250 plântulas iniciais. Na data de encerramento da avaliação todas as folhas até a sexta, já haviam sido derrubadas. Os intervalos de coleta não foram regulares devido ao grande número de indivíduos e a necessidade da rápida retirada das folhas (folíolos) caídas evitando a impossibilidade de identificação.

A expectativa de vida foliar foi avaliada através de tabelas de vida (Brower & Zar, 1984) onde: x = classe de idade (em meses); L_x = número de indivíduos na classe x (n° de indivíduos vivos no meio da classe x); l_x = número de indivíduos no início da classe x ; dx = número de indivíduos que morrem durante o intervalo x ; qx = taxa de mortalidade específica de x ; S_x = taxa de sobrevivência específica de x ; T_x = número de unidades de tempo vividos pelos indivíduos de x em diante; ex = expectativa de vida:

$$L_x = l_x + (l_x + 1)/2$$

$$dx = l_x - (l_x + 1)$$

$$qx = dx$$

$$S_x = 1 - qx$$

$$T_x = \sum L_x$$

$$ex = T_x$$

As estimativas da luz solar disponível sob o sombrite e subosque da mata, sob dossel fechado, foram realizadas através da comparação com a luz solar total em cada local, medida com um quantômetro LI-COR (Terrestrial Radiation Sensors, Type LI-190SA) cada minuto durante 10 minutos. As medidas foram tomadas em dias claros e sem nuvens, entre 11:30 e 12:20 horas.

As determinações das expectativas de vida e curvas de sobrevivência das coortes (grupo de indivíduos nascidos na mesma data ou período) foliares dos adultos de *C. tomentosum* em campo foram realizadas através da marcação individualizada das folhas (nas raques) de 4 árvores adultas entre 12-15m de altura, através do andaime instalado no fragmento florestal estudado (figuras 15 e 16). As coletas foram realizadas mensalmente nos 10 coletores de folheto (1m²) instalados na parcela de 100m² (10x10m) que contém o andaime (somente foram coletadas as marcações caídas dentro dos coletores) (figura 17). As marcações nas folhas foram realizadas logo após a sua emergência, tendo sido necessário 3 datas para o acompanhamento do fluxo de brotamento: 25 agosto 90, N = 1000 folhas; 14 outubro 90, N = 600 e 18 dezembro 90, N = 200.

Os parâmetros fenológicos quantitativos, vegetativo e reprodutivo, foram avaliados através dos mesmos coletores de 1m², ressorteados pseudo-aleatoriamente a cada coleta (número gerador da máquina de calcular HP 27 S) na parcela do andaime que apresenta 10 indivíduos adultos da espécie.

As coletas foram realizadas mensalmente tendo sido selecionados somente os folíolos, raques, flores e frutos durante o período entre julho 1990 e novembro 1991. As coletas foram secas em estufa de circulação forçada a 80°C, até peso constante.

A identificação da estrutura arquitetônica de *C. tomentosum* foi realizada através da observação dos 4 parâmetros morfológicos básicos, isto é, tipo de crescimento, padrão de ramificação, diferenciação dos eixos e posição do sistema reprodutivo nas árvores em campo, e a confrontação com as descrições e aspectos mais relevantes dos modelos apresentados por Prévost (1978); Tomlinson (1978, 1983; 1987); Oldeman et al. (1991); Oldeman (1983, 1986, 1987); Barthélémy et al. (1989).

A tentativa de determinação do sistema reprodutivo de *C. tomentosum* foi realizada através de experimentos de reprodução realizados durante o verão de 1991 com 4 árvores adultas acessíveis do andaime (figuras 15 e 16). Foram polinizadas manualmente 117 flores, sendo 56 utilizadas em polinização cruzada (pólen de outra árvore) e 61 auto-polinizadas (pólen da mesma flor). Todas as flores ensaiadas foram mantidas ensacadas durante a antese, e aquelas usadas para polinização cruzada foram emasculadas enquanto não haviam aberto suas anteras.

Ao longo do período de floração foi observado o comportamento dos visitantes às flores de *Centrolobium tomentosum*, tendo sido coletados exemplares das espécies que efetivamente forragearam nas flores (coleta de pólen e néctar) através de um puçá.

A oferta de recursos florais (pólen e néctar) foi avaliada ao longo de dois dias (8 e 9 fevereiro 91) através da contagem das anteras abertas apresentando pólen, e capilares graduados para determinação do volume de néctar. A concentração do néctar ao longo do dia foi determinada através de um refratômetro de bolso a intervalos de tempo irregulares.



Figura 15 - Andaime metálico de 14m montado no fragmento do ecótono ciliar da fazenda Santa Eliza entre árvores adultas de *C. tomentosum* de 14 a 16m de altura.



Figura 16 - Detalhe da vista externa do fragmento do ecótono mata ciliar estudado indicando a posição do andaime (bandeira amarela) entre as copas das árvores de *Centrolobium tomentosum*. Os pontos brancos são sacos de papel manteiga utilizados nos experimentos do sistema reprodutivo. Notar a floração pouco conspicua da espécie, enquanto a de *Cas-sia* sp é extremamente visível à distância

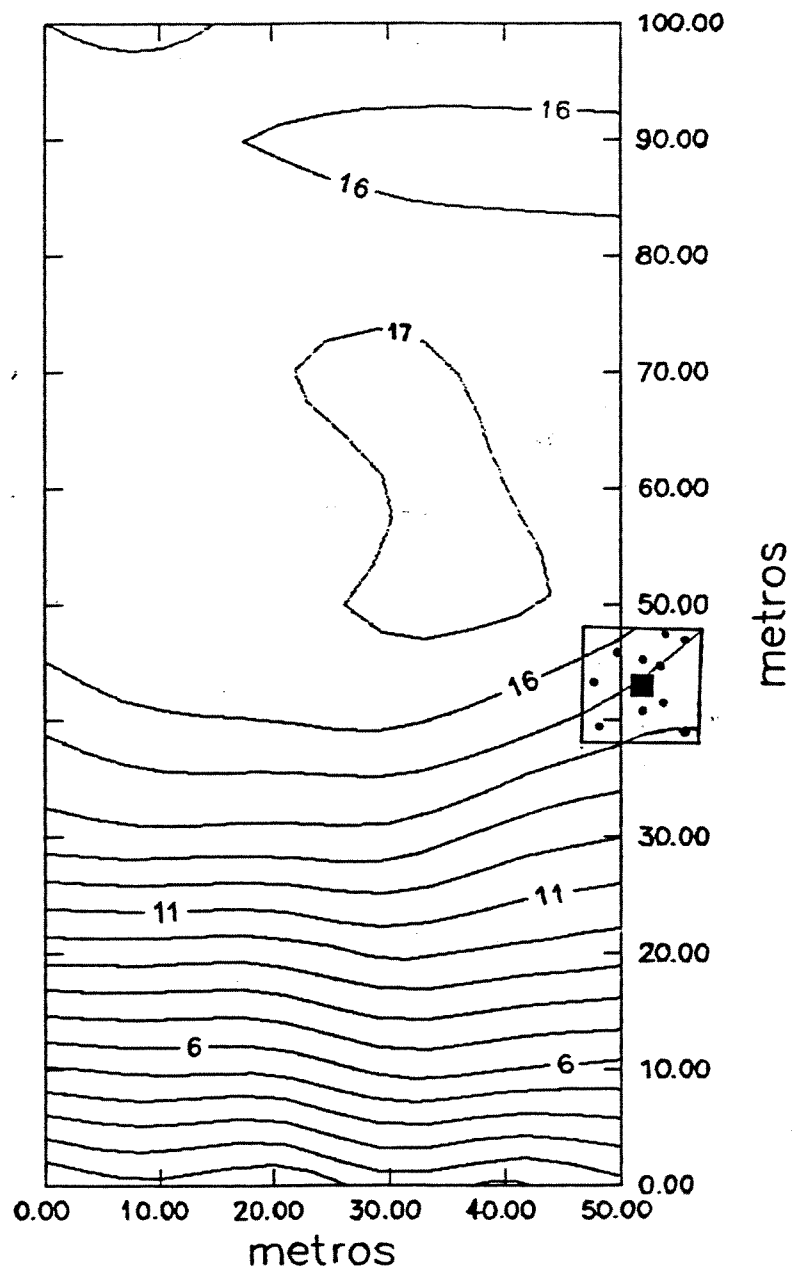


Figura 17 - Localização da parcela do andaime (quadrado escuro em destaque ao centro da parcela) onde ocorrem 10 árvores de *Centrolobium tomentosum* (pontos localizados dentro da parcela do andaime) em relação à área de levantamento.

III.5. ECOFISIOLOGIA DA ABSORÇÃO DE NITRATO

Foram utilizadas 100 mudas de *Centrolobium tomentosum* crescidas no viveiro e selecionadas através de sorteio dentre aquelas que apresentavam variação de tamanho compreendido entre o valor médio desvio padrão obtido na última avaliação realizada (maio 1991). Estas mudas foram então transferidas para a estufa do Departamento de Botânica da Unicamp para a utilização no ensaio de indução da nitrato redutase (NR) foliar e radicular.

Para o ensaio de indução enzimática da NR, as plântulas foram divididas por sorteio em 4 grupos que correspondem aos diferentes tratamentos quanto a fonte de nitrogênio disponível: Controle - solução nutritiva de Hoagland sem nitrogênio (solução controle); NO_3 - solução controle + 10 μM KNO_3 ; NH_4 - solução controle + 5 μM $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$; Folheto - solução controle + folheto da mata ciliar em estado pulverizado.

Quando da transferência das plântulas para Campinas, estas foram colocadas sobre vasos plásticos preenchidos com vermiculita com o fundo do saco plástico aberto para melhor desenvolvimento radicular e facilitação das coletas para ensaio.

A atividade da Nitrato redutase foi estimada através de ensaio "in vivo" (Stewart et al., 1986) com 10 plantas sorteadas a cada tratamento. O material foliar utilizado foi coletado das folhas maduras produzidas entre agosto e setembro 1991 e correspondendo a um dos folíolos do 1º par, a contar do ápice. O material radicular utilizado corresponde aos ápices que apresentavam coloração branca ou amarelada (Figura 18).

Logo após os ensaios enzimáticos, 5 plântulas de cada tratamento foram sorteadas e então transferidas para pleno sol e molhadas. Após um período de adaptação (cerca de 3 horas) foi realizada uma avaliação da taxa fotossintética e resistência estomática através do aparelho "Portable Photosynthesis system, model LI - 6200", da LI-COR Inc. As medidas foram realizadas em folhas totalmente distendidas, produzidas entre agosto e setembro de 1991, utilizando-se um dos folíolos do 1º par a contar do ápice, tendo evitado a folha cujo folíolo foi destacado para o ensaio enzimático.



Figura 18 - Detalhe das raízes das plântulas crescidas em viveiro e utilizados no ensaio de atividade de nitrato redutase, ressaltando a ocorrência do grande número de nódulos. A seta indica ápices radiculares utilizados no ensaio enzimático.

III.6. DEMOGRAFIA, ESTRATÉGIA DE REGENERAÇÃO E TEMPERAMENTO DE *C. tomentosum*

A Ecologia é o estudo das interações entre as espécies e seu ambiente, sendo que o estudo das populações neste contexto, é a avaliação do impacto numérico destas interações sobre um conjunto específico de indivíduos que ocorrem dentro de uma área geográfica definida (Silvertown, 1987).

A dinâmica de populações é então, o estudo dos processos que controlam o comportamento numérico da espécie através do tempo e do espaço (Mantovani, 1989). O estudo demográfico, um dos enfoques possíveis no estudo da dinâmica das populações, é a análise quantitativa das alterações populacionais e das suas causas ao longo do ciclo de vida da espécie (Silvertown, 1987).

A compreensão do comportamento demográfico de uma espécie vegetal implica na elucidação de vários aspectos que constituem estratégias adaptativas inseridas no ciclo de vida: dispersão e germinação de propágulos; recrutamento das plântulas associada às taxas de mortalidade; distribuição etária dos indivíduos associados às probabilidades específicas de morte e sobrevivência; efeitos de densidade, predação e sazonalidade; e a capacidade reprodutiva e de crescimento (Harper, 1977; Silvertown, 1987).

Neste trabalho, o estudo demográfico se restringirá aos aspectos da estrutura espacial e de tamanho (altura e diâmetro) da população cujos padrões estão associados a estratégia regenerativa e temperamento da espécie.

O levantamento da distribuição espacial de *Centrolobium tomentosum* foi realizado em uma área de 0,5 ha, através da instalação de uma grade retangular (50 x 100m) de 50 parcelas contíguas de 10 x 10m, disposta perpendicularmente ao Rio Jacaré-Pepira (Figura 6). A área do levantamento foi demarcada com o auxílio de trenas plásticas, estacas e bússola de espelho.

O gradiente altimétrico foi determinado através de levantamento topográfico com teodolito e plotado em representação plana.

A profundidade do solo na área foi determinada através de uma sonda metálica graduada de 1,5m de comprimento, aplicada alternadamente nos vértices que limitam as parcelas.

Dentro da área demarcada foram amostrados todos os indivíduos da espécie, adultos (altura 2 m) em junho de 90 e jovens (altura 2 m) em fevereiro 91 (figura 19), sendo numerados com plaquetas de alumínio (os adultos foram plaqueados com pequenos pregos inoxidáveis e os jovens com arame recoberto por plástico em torno do eixo de crescimento) (figura 20).

Todos os indivíduos tiveram suas alturas e diâmetros anotados, sendo a seguir mapeados. Nos indivíduos adultos foi determinado o Dap (Diâmetro a altura do peito, padronizado a 1,30m do solo), enquanto nos indivíduos jovens o diâmetro foi determinado ao nível do solo.

As áreas representadas por cada classe de declividade foram delimitadas através da confecção de um ábaco calculado para a escala 1:435 e cotas de 0,5m. A seguir as áreas relativas ocupadas por cada classe foram determinadas através da pesagem das projeções no papel, em balança semi-analítica modelo Metler PE 1600. As classes utilizadas foram: 1) 0 - < 2 %; 2) 2 - < 5 %; 3) 5 - < 10 %; 4) 10 - < 15 %; 5) 15 - < 20 %; 6) 20 - < 25 %; 7) 25 - < 30 %; 8) 30 - < 35 %; 9) 35 - < 40 %; 10) 40 - < 45 %. (100 % de declividade corresponde a 1 metro de desnível em 1 metro de deslocamento horizontal, que é igual a um ângulo de 45°).



Figura 19 - Plântulas recém-germinadas originadas do mesmo fruto e componentes do banco de plântulas produzido no verão. Notar o núcleo seminífero acúleo-do do fruto de *Centrolobium tomentosum* (janeiro 1991) e folíolos recém-caídos ainda amarelados.



Figura 20 - Plântula plaqueada em julho de 1990, já estabelecida. Notar as cicatrizes foliares ao longo do eixo de crescimento sugerindo que sua idade é maior do que um ano, e a plaqueta numerada.

III.7. - PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DO FOLHEDO DE *Centrolobium tomentosum*

A ciclagem dos nutrientes minerais ou ciclo biológico é o componente que caracteriza os ecossistemas sob o aspecto biogeoquímico, e que associado ao fluxo de energia, determina os processos funcionais destes ecossistemas. (Meguro, et al., 1979a, 1979b, 1980).

A ciclagem dos nutrientes definida por Rodin et al. (1967 apud Golley, 1983b) é: "a absorção de elementos do solo e da atmosfera pelos organismos vivos para a biossíntese de novos compostos orgânicos complexos e o retorno destes elementos ao solo e atmosfera através da produção anual de folhodo (recicla parte de matéria orgânica) e/ou da morte dos organismos na biogeocenose".

As taxas de ciclagem dos nutrientes são controladas por: fontes químicas da atmosfera e do solo; pela energia disponível aos processos biológicos; pelo ambiente que influencia na disponibilidade de água, taxas de evapotranspiração e na velocidade das atividades biológicas; e também pela estrutura da comunidades e populações biológicas (Golley, 1983b).

A integridade funcional dos ecossistemas terrestres é mantida através da transferência de matéria e energia entre 3 subsistemas: planta, herbívoros e decomposição. (Swift et al., 1979)

- uma parte pode ser armazenada em tecidos perenes contribuindo para o crescimento líquido ou incremento de biomassa. Em ecossistemas herbáceos este incremento é desprezível mas em florestas subclímax pode constituir 20 a 60% da produtividade primária líquida.

- uma parte menor é consumida por herbívoros, sendo que em florestas isto geralmente não excede 10%.

- a maior parte da produtividade primária líquida é transferida para a decomposição através da produção de folhodo ou é secretada através de matéria orgânica solúvel. (Swift et al., 1979).

O processo de desenvolvimento do indivíduo em termos do balanço entre entrada e saída de matéria e energia é o mesmo para o nível hierárquico arquitetônico imediatamente superior, isto é, a eco-unidade da qual a árvore é parte integrante.

No início do desenvolvimento de ambos há uma maior conservação de nutrientes e energia (crescimento do indivíduo e fase de agradação da eco-unidade) caracterizado pela alta produtividade líquida. A seguir é atingida uma fase em que o balanço entre ganhos e perdas é nulo (indivíduo e eco-unidade em estágio biostático). Na terceira fase a perda é maior que o ganho resultando no processo de degradação (decaimento ou morte do indivíduo e degradação da eco-unidade).

A dinâmica destes dois componentes (indivíduo e eco-unidade) configuram a estruturação espaço-temporal dos níveis hierárquicos arquitetônicos superiores: o crescimento e decaimento dos indivíduos estruturam a dinâmica da eco-unidade; o ciclo de agradação e degradação da eco-unidade determina o comportamento da crono unidade, que substituída por outra composta por eco-unidades menores (estádio sucessional mais avançado) ao longo do processo sucessional resulta no mosaico estrutural, característico da floresta tropical (figura 1) (Oldeman, 1986, 1989).

O estudo dos parâmetros fundamentais da ciclagem de nutrientes, a produção e decomposição de folhodo e a transferência dos elementos liberados nestes processos são importantes, pois são os responsáveis pelo maior fluxo de elementos dentro de um determinado ecossistema.

O ecótono mata ciliar, devido à sua distribuição e importância peculiares, tem papel fundamental na estruturação e dinâmica das faixas de contato entre ambientes terrestres e aquáticos, resultando em um sistema profundamente envolvido nestas interações (Delitti, 1989).

O estudo dos aspectos de produção e decomposição de folhodo produzido por *C. tomentosum* no ecótono mata ciliar é fundamental na avaliação da sua potencialidade como espécie útil na sua recuperação. Os aspectos mais relevantes da espécie quanto a ciclagem de nutrientes nas áreas a serem recuperadas estão relacionados ao seu comportamento decíduo que contribui para a entrada sazonal de nutrientes no sistema e a ocorrência de nodulação em suas raízes, o que favorece o enriquecimento do solo. Além disso, a sua capacidade de assimilação de nitrato favorece a absorção e retenção de compostos nitrogenados, sugerindo sua importância na filtração dos fluxos de sedimentos e água que atravessam o ecótono provenientes de campos agriculturadas.

A produção de folhodo entre agosto 90 e novembro 91 foi acompanhada através dos 10 coletores (1,0x1,0x 0,2m) confeccionados em metal e tela de nylon com malha 1mm, apresentando pés que os mantém a 20cm do solo, e dispostos na parcela do andaime onde ocorrem 10 indivíduos adultos produtivos da espécie (figura 17) (densidade 1000 ind. ha⁻¹). As amostras foram coletadas em períodos irregulares (24-42 dias), quando então os coletores foram ressorteados pseudo-aleatoriamente através de número gerador de calculadora Hewlett-Packard 27 S.

Os dados obtidos através dos coletores em $\text{gm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ foram corrigidos para os valores médios por indivíduos na área de estudo (90 ind. produtivos ha^{-1}) resultando assim, na produção média de folheto em $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$.

A dinâmica da decomposição de folheto foi acompanhada entre novembro 89 e março 91 através do uso de saquinhos de decomposição de 400cm^2 (20 x 20cm) confeccionados com tela de nylon com malha de 1mm. Os saquinhos foram produzidos através de um ferro de solda, que ao mesmo tempo em que corta a tela, funde os lados, vedando-as. Após a colocação do material vegetal, o lado aberto foi fechado com linha de nylon fina.

Os saquinhos foram dispostos em quatro pontos próximos a área de estudo, sendo cada conjunto composto por 36 deles e contendo cada um 5g de folíolos da espécie secos a 80°C até peso constante. As coletas compostas de 3 sacos a cada ponto (12 sacos) foram realizadas mensalmente até julho 90, quando o intervalo foi ampliado para dois meses. A amostra referente a março de 1991 foi descartada devido a um acidente com água.

O comportamento da decomposição foi avaliado através da quantidade remanescente (%) do peso seco original a cada intervalo.

As análises químicas para quantificação dos elementos N, P, K, Ca, S, Mg foram realizadas pelo laboratório particular Lagro-Laboratório Agrônomo, de Campinas, através de metodologia padronizada (Zagatto et al., 1981).

Para efeito dos cálculos de transferência de elementos, as amostras não analisadas foram consideradas iguais a aquelas cujo padrão de queda fossem mais semelhantes:

- folíolos - a amostra de 13.10.90 foi considerada igual aos valores obtidos para a de 16 setembro; a de 12.10.90 igual a de 18.01.91; as de 14.04.90 e 19.05.90 iguais a de 21.03.90; a de 27.07.90 e 26.09.90 iguais a de 24.08.90.
- raques - as amostras de 16/09/90, 13/10/90 e 17/11 iguais a de 02/11/91, e as demais iguais a de 26/09/91.
- flores - as 4 amostras de flores não analisadas foram consideradas iguais a de 25/01/90.
- frutos - as 3 amostras de frutos não analisadas foram consideradas iguais a de 24.08.90.

As análises químicas do folheto em decomposição foram realizadas a cada intervalo amostral através de 4 amostras compostas pelo material contido nos 3 saquinhos de mesma origem. Os resultados foram calculados em mg nutriente gPS folheto^{-1} .

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV.1. - CICLO DE VIDA

O crescimento médio em altura das plântulas durante o período acompanhado (602 dias; N = 250) foi de $96,93 \pm 43,64$ cm (média $\pm$ desvio padrão) (figura 21). Durante o primeiro ano (novembro 89 a agosto 90) houve um incremento de 139%; no segundo ano (até maio 91) foi de 1270% em relação ao início, e 473% em relação ao valor do primeiro ano (agosto 90 a maio 91). Um aspecto interessante do comportamento apresentado é o forte estímulo de crescimento a partir da primavera de 91, após quase um ano de germinação, quando as plântulas parecem em estado de quase "suspensão".

A disponibilidade de luz nos canteiros sob sombrite foi de 42% da luz solar total incidente:

- pleno sol - $1495,9 \pm 46,2$ $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- sob sombrite - $625,7 \pm 9,8$ $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (41.83% do total)

A condição de iluminação no subosque da mata sob dossel fechado foi de apenas 0,4% da luz solar total:

- andaime (15 m) - $1269,7 \pm 21,4$ $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- no solo - $4,7 \pm 0,1$ $\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (0.37% do total)

A mortalidade observada em condições de viveiro foi relativamente baixa, cerca de 9,2 %. Aparentemente a única causa de morte foi devida a herbivoria dos meristemas por moluscos, estando a baixa taxa de mortalidade relacionada ao combate manual. Durante o período entre novembro 90 e maio 91 a mortalidade foi mais acentuada, correspondendo a 14,1 %, provavelmente devido a maior herbivoria que não foi combatida.

As taxas de crescimento relativo (TCR) foram calculadas com base nos valores médios apresentados pela população a cada intervalo de avaliação e representam o crescimento relativo a cada intervalo independente da altura da planta ($\text{cm cm}^{-1} \text{cm}^{-1}$) (figura 22). A curva de TCR ao longo do experimento indica a ocorrência de um comportamento sazonal quanto ao ritmo de crescimento, atingindo os picos máximos na primavera/verão e o mínimo durante o inverno.

Foi calculada também a taxa de crescimento relativo com base na altura da planta (figura 23) e os resultados indicam que ela decresce com o aumento do tamanho da planta, fato fartamente documentado na literatura.

A figura 24 apresenta o conjunto de histogramas das distribuições de frequência por classes de valores de TCR a cada avaliação. A análise comparada dos gráficos revela um comportamento interessante da população de plântulas ao longo do período de estudo: durante o primeiro ano (novembro 89 a agosto 91) as distribuições de frequência apresentam forma de J invertido (85 a 325 após semeadura); a partir de novembro 90 as distribuições de frequência assumem forma de curva normal (416 e 602 dias).

A curva de produção de folhas (figura 25) da população de plântulas apresenta comportamento exponencial até o meio do outono (abril 90) ($r^2 = 0,996$; $N = 2.25 e^{0.0096t}$), quando ocorre uma inflexão logarítmica pronunciada ($r^2 = 0,998$; $N = -17,49 + 5,64 \log_{10} t$) devido à redução geral do metabolismo durante o inverno. A avaliação foi realizada até o momento de queda das folhas mais velhas. (agosto 90).

As expectativas de vida das 6 primeiras folhas das plântulas não diferem muito entre si, sendo para o 1º par (duas folhas simples opostas) igual a 5.49 meses, para a 3ª folha igual a 5.67 meses, para a 4ª folha igual a 5.39 meses, para a 5ª folha 5.66 e para a 6ª folha 5.38. Este resultado parece não ter sido influenciado pelas composições relativas das cortes foliares quanto a sua natureza simples ou composta: 1º par = 100% simples, N = 286; 3ª folha = 98% simples, N = 99; 4ª folha = 88% simples, N = 112; 5ª folha = 58% simples, N = 105 e 6ª folha = 35% simples, N = 77.

As curvas de sobrevivência apresentam todas o mesmo padrão, isto é, tem alta taxa de sobrevivência até o 5º mês e alta probabilidade de mortalidade a partir de então (figura 26).

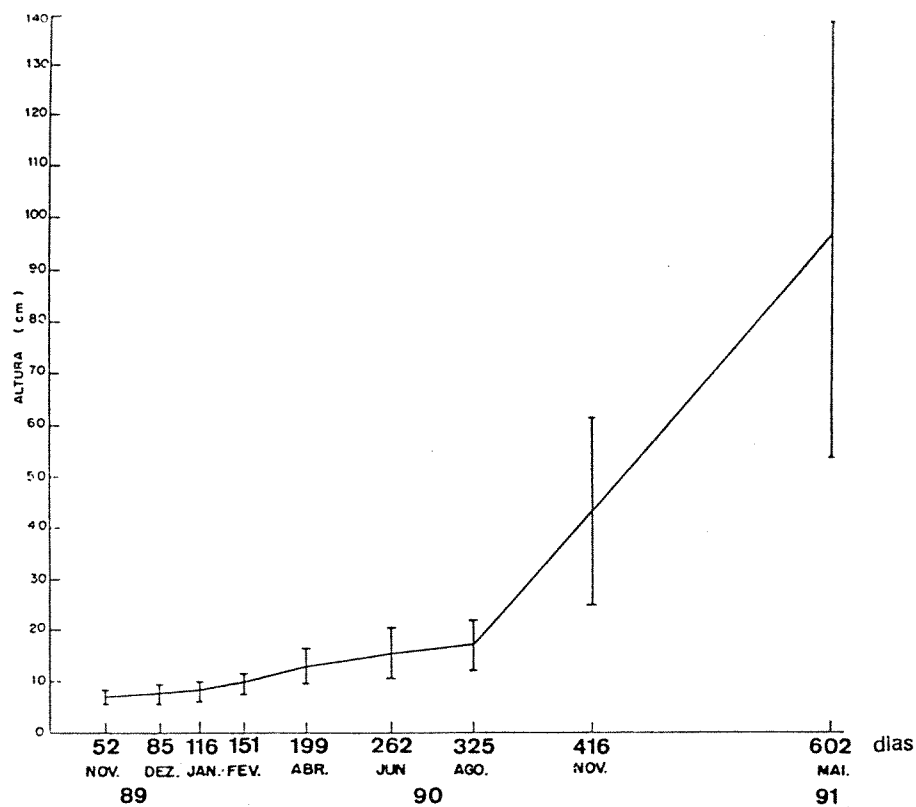


Figura 21 - Curva de crescimento das plântulas de *Centolobium tomentosum* crescidas em viveiro. Brotas, SP (Nmax = 250, Nmin = 195)

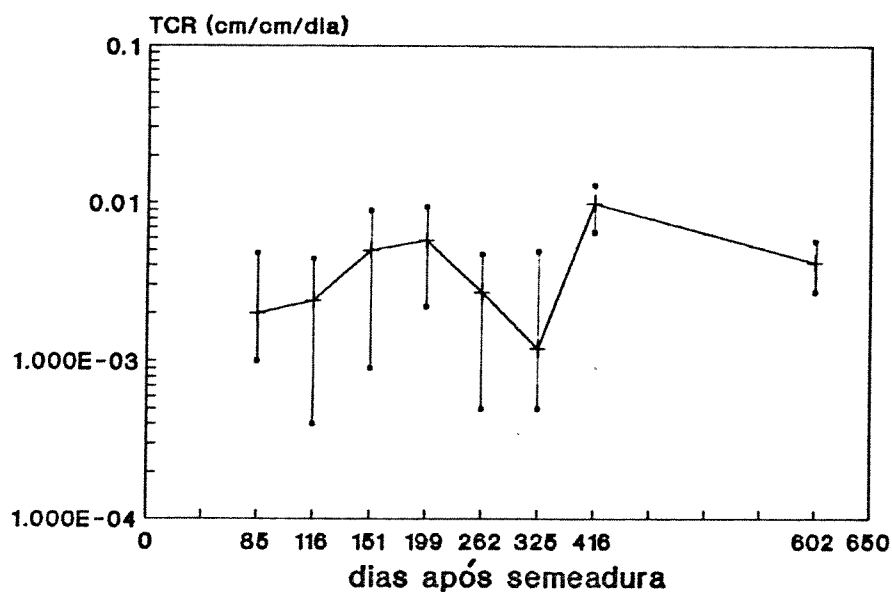


Figura 22 - Curva de crescimento relativo médio (TCR) das plântulas de *Centolobium tomentosum* crescidas em viveiro, Brotas, SP (Nmax = 250, Nmin = 195) durante o período entre novembro 89 e maio 91. (barras = desvio padrão).

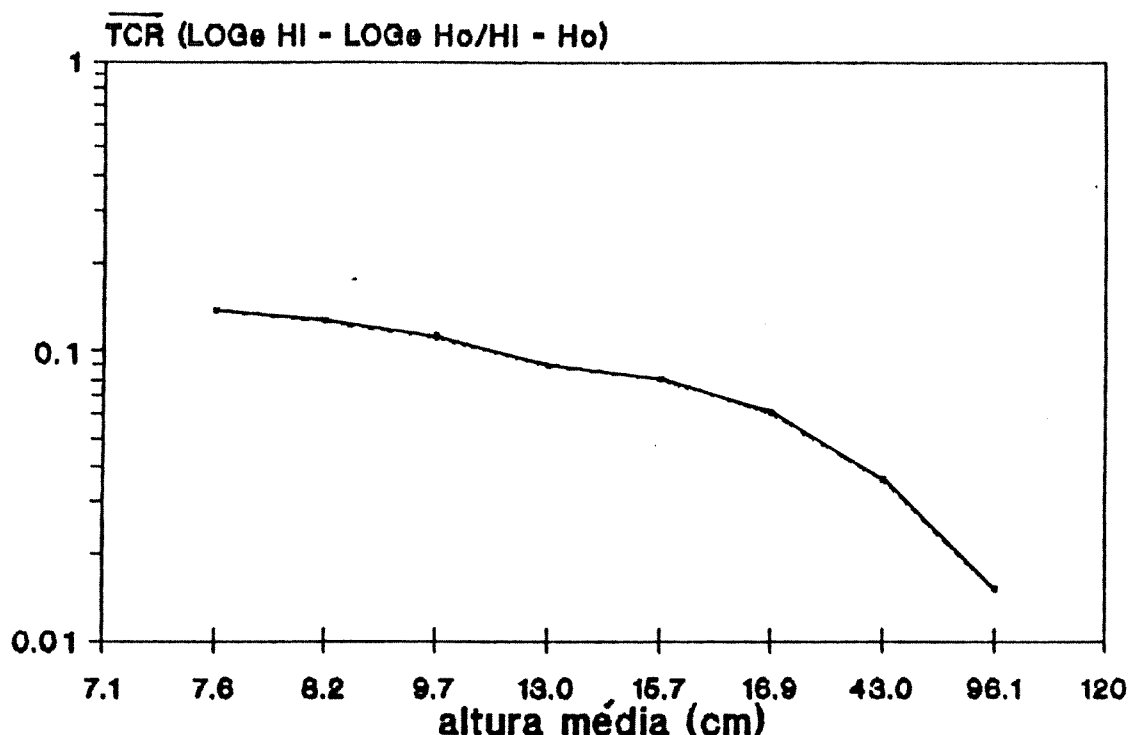


Figura 23 - Curva de crescimento relativo médio (TCR) das plântulas de *Centrolobium tomentosum* com base na altura média a cada intervalo de avaliação.

O padrão fenológico de *C. tomentosum* é caracteristicamente sazonal, estando as principais fenofases associadas as variações climáticas estacionais dominantes na região (figura 27). A espécie é decídua e apresenta comportamento bimodal quanto a derrubada de folhas: o período de queda máxima ocorreu durante o auge da estação seca (em 91: julho - 26,5% folíolos e 14,7% raques; agosto - 27,9% folíolos e 47,7% raques) (figuras 27 e 28). O pico máximo de seca é bastante variável entre os anos (figura 5); Um segundo pico de derrubada de folhas ocorreu no início do verão antecedendo a floração (janeiro - 15,7% folíolos e 9,0% raques) (figuras 27 e 29).

A produção de novo jogo de folhas após o período decíduo em 1990, ocorreu a partir de 25 de agosto, quando houve reposição de água no solo (figuras 29 e 5). A emergência das folhas ocorre em um fluxo de intensidade decrescente, parando em dezembro quando os eixos vegetativos passam a produzir suas inflorescências terminais.

A floração sincrônica da população atingiu o máximo entre 18 de janeiro e 8 de fevereiro 91 (70,1% das flores) (figura 27)

A dispersão de frutos ocorreu durante a estação seca com pico no mês de agosto 91 (63,5%) e atingindo um total de 42 frutos por indivíduo. Durante o mês de março 91, foi observado uma elevada taxa de abortos de frutos estimada em 47,5% (38 frutos por indivíduo).

Os resultados obtidos através do acompanhamento da queda de folhas (raques) marcadas apresentou uma estimativa de recuperação de 74%, pois das 1800 folhas nas três coortes, um total de 134 foram apanhadas nos coletores, o que corresponde a 13,4 marcações m⁻² (recuperação de 80% coorte I; 57% coorte II e 75% coorte III)

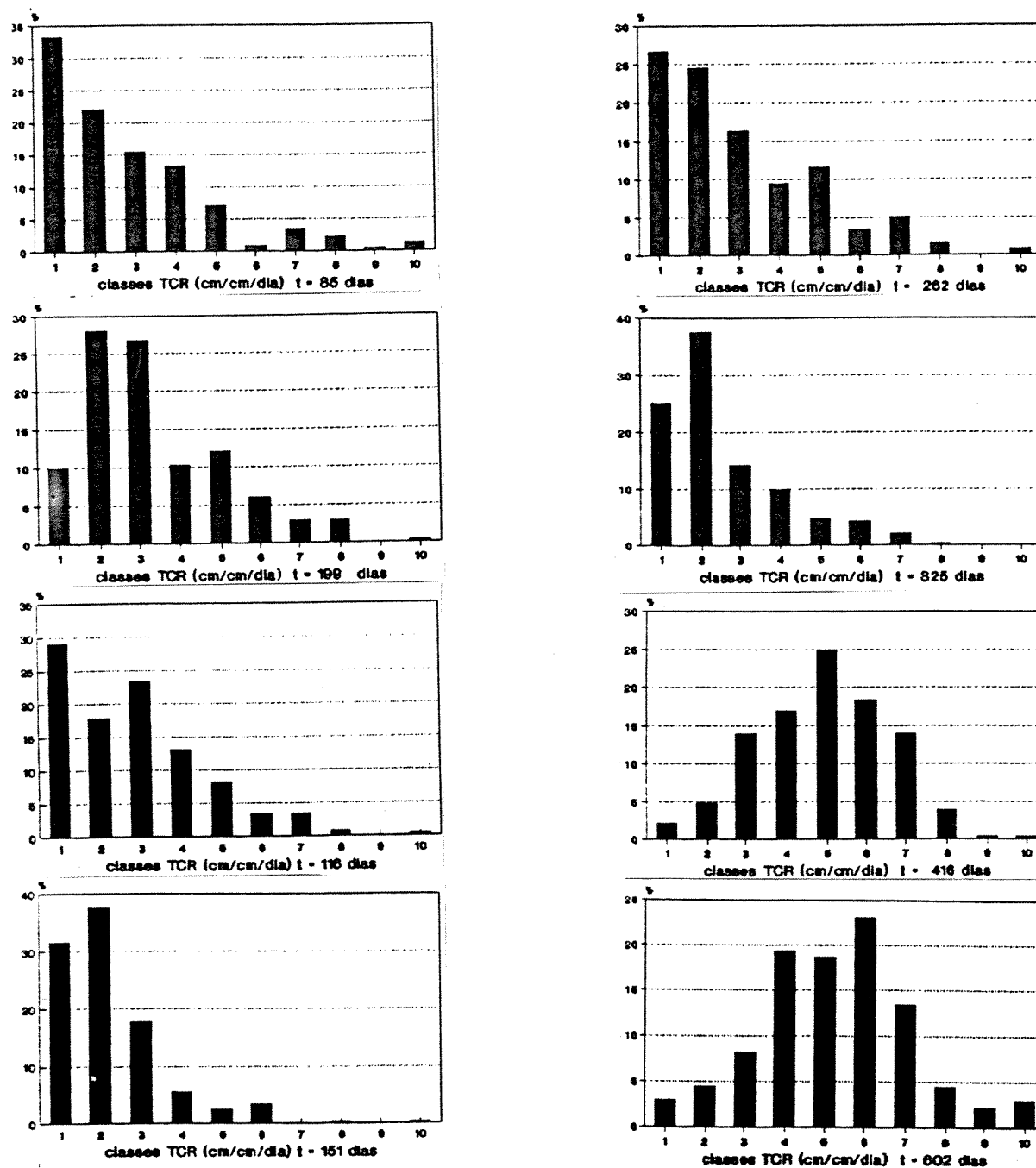


Figura 24 - Histogramas das distribuições de frequência por classes de valores de TCR apresentados pela população de plântulas de *Centrolobium tomentosum* a cada intervalo de avaliação.

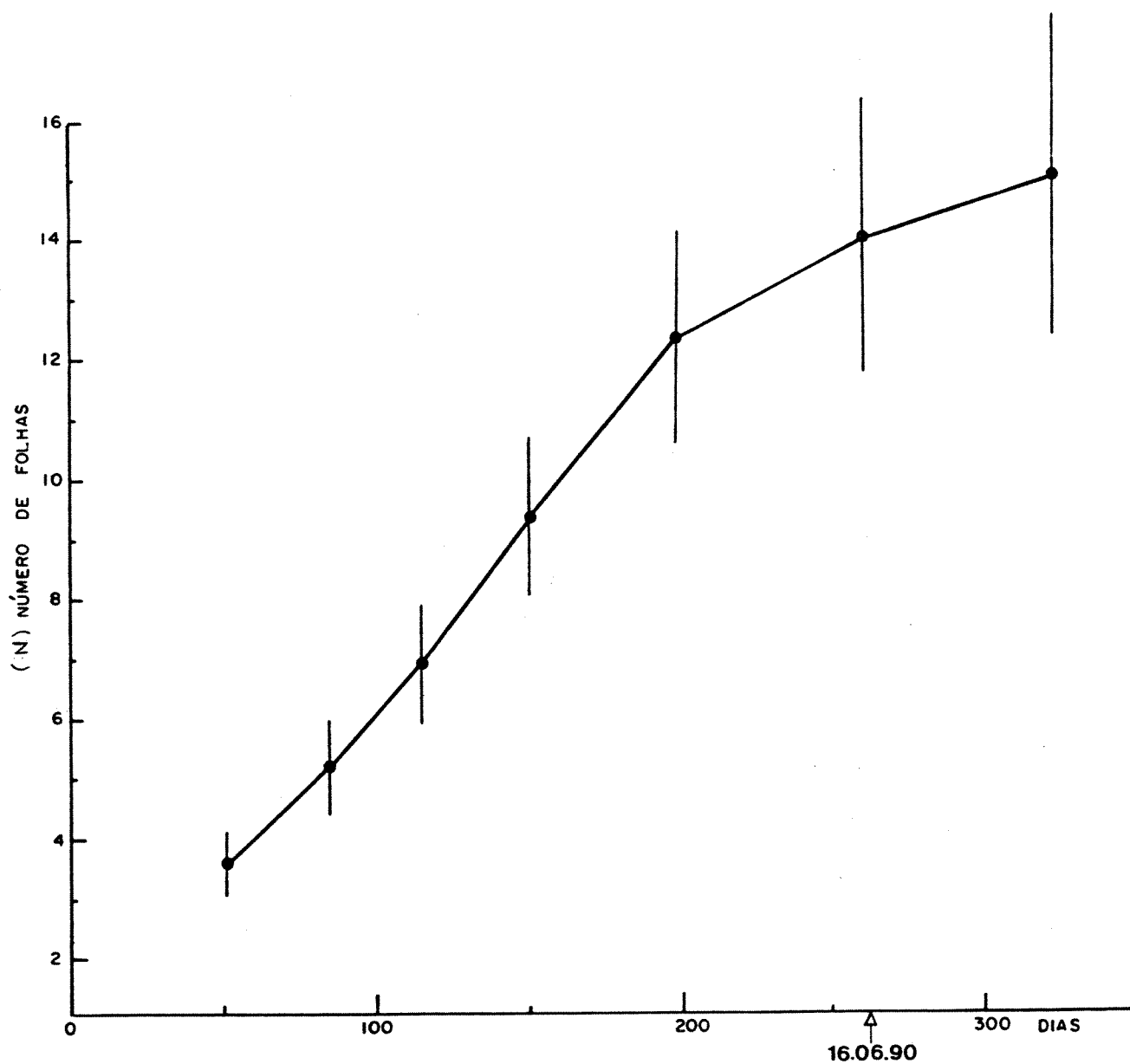


Figura 25 - Curva da produção foliar (média desvio padrão; $N_{max} = 250$, $N_{min} = 195$) durante o período entre novembro 89 e agosto 90 apresentado pelas plântulas de *Centrolebium tomentosum* crescidas em viveiro, Brotas.

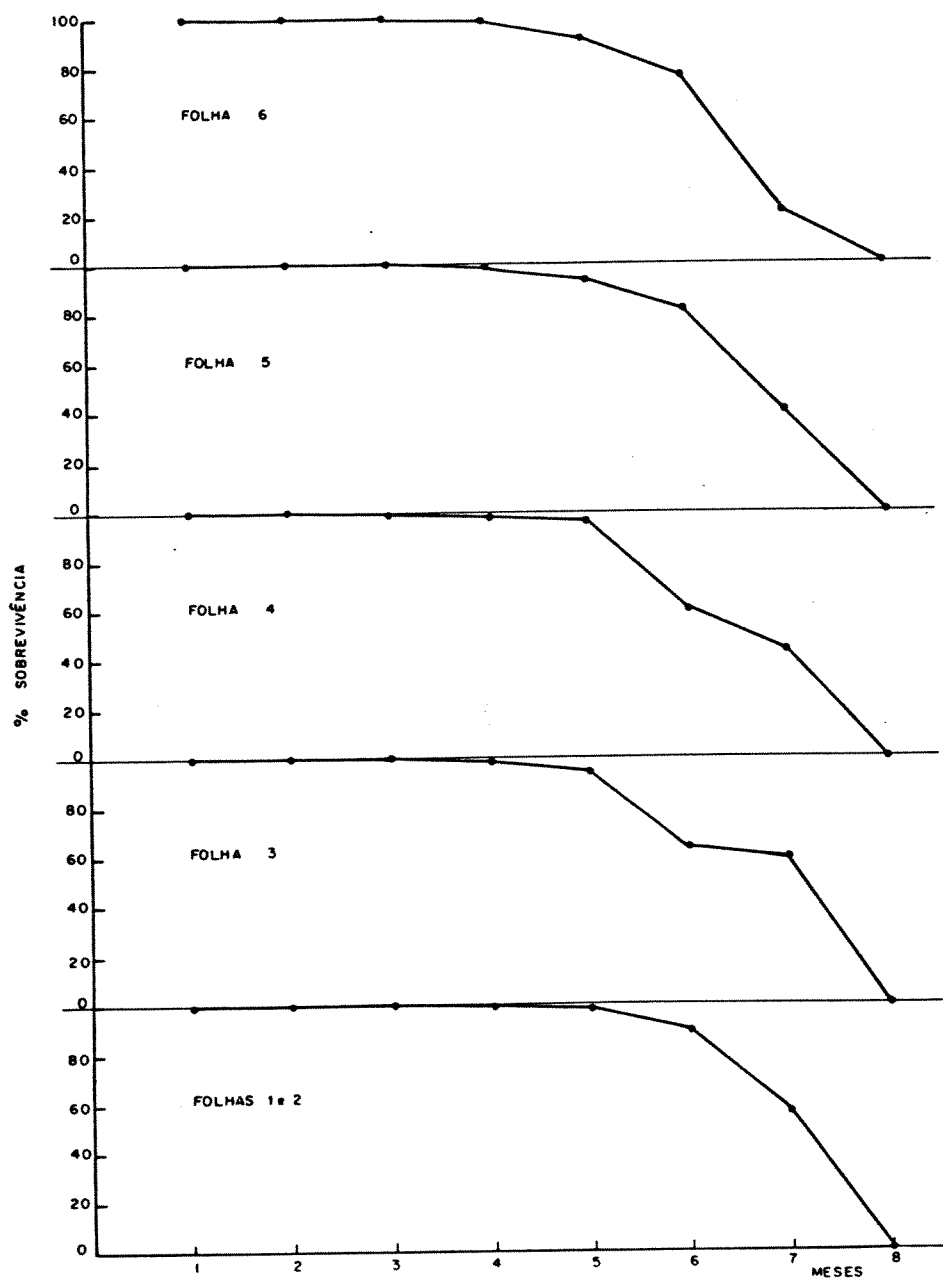


Figura 26 - Curva de sobrevivência das primeiras folhas (de 1 a 6) da população de plântulas de *Centrolobium tomentosum* crescidas em viveiro, Brotas.

Ao longo do período de estudo as coortes foliares apresentaram comportamentos diferenciais quanto a dinâmica e demografia, resultando em diferentes padrões de queda (figura 29 e 30).

- Coorte I - apresenta 2 picos de queda, um durante o processo de reprodução (24,7%) e outro durante a época seca (61,2%). Ao longo do intervalo entre estes dois períodos ocorre queda acidental, provavelmente devido a ação de herbívoros e pela sua maior exposição na copa (14%).
- Coorte II - apresenta queda durante os períodos de reprodução (32,3%) e seco (67,7%).
- Coorte III - ocorre queda somente durante a estação seca, correspondendo a 100%.

Uma vez iniciado o processo de senescência no começo da estação seca, a queda foliar é sequencial e centípeta, isto é, primeiro começam a cair a coorte I, seguida pela II e então III. (figura 30).

As curvas de sobrevivência das coortes ao longo do ano (figura 31) em base de tempos relativos (figura 32) indicam claramente os comportamentos diferentes apresentados por cada coorte, sugerindo que estas apresentam funções diversas ao longo do ciclo anual de crescimento.

A expectativa de vida foliar (tabela 12) das coortes também são diferentes com a coorte I apresentando expectativa de vida de 8 meses, a II de 6,9 meses e a III de 7,6 meses.

A análise química do material foliolar coletado durante o acompanhamento da produção de folheto (descrito a seguir) indica a ocorrência de translocação de nutrientes antes da senescência e queda, tanto no verão como no inverno. (figura 33).

As observações realizadas ao longo de três anos (1989, 1990 e 1991) e os dados coletados entre 1990 e 1991 indicam que a população de *Centrolobium tomentosum* na mata ciliar da Fazenda Santa Eliza floresce todos os anos de maneira sincrônica, apresentando produção de frutos bastante variável de um ano para outro.

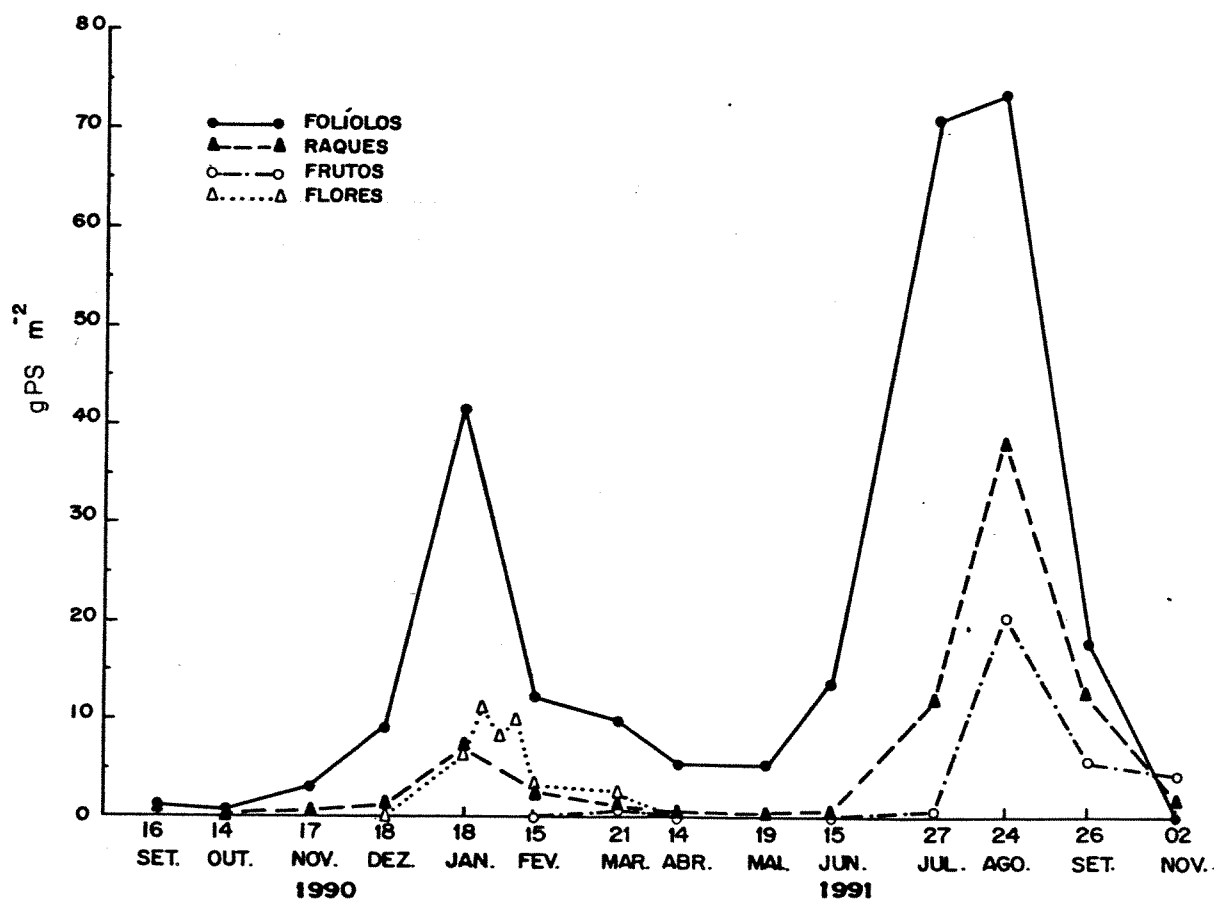


Figura 27 - Fenologia quantitativa de *C. tomentosum* (gPSm⁻²) avaliada na parcela do andaime (N = 10 coletores, 0,1 ind m⁻²)



Figura 28 - Indivíduo adulto de *C. tomentosum* decíduo (agosto 90). Notar a disposição tridimensional (Simpodial) dos ramos na estruturação da copa.

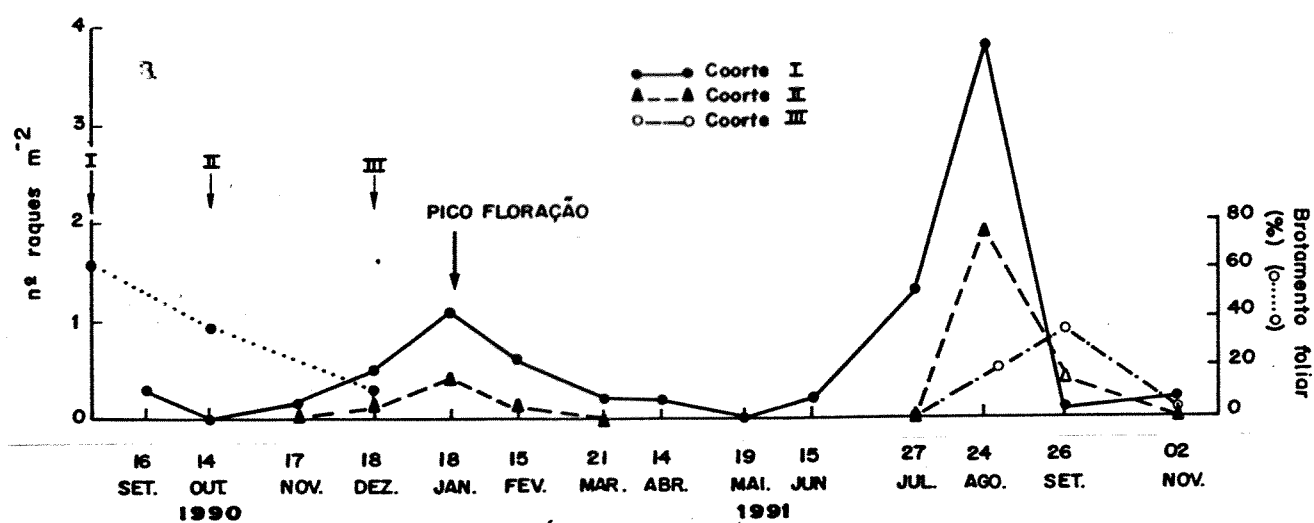


Figura 29 - Dinâmica e demografia dos módulos foliares de *C. tomentosum*. Brotamento (%) das cortes I, II e III (setas) em fluxo decrescente. Queda de raques (folhas) ao longo do período.

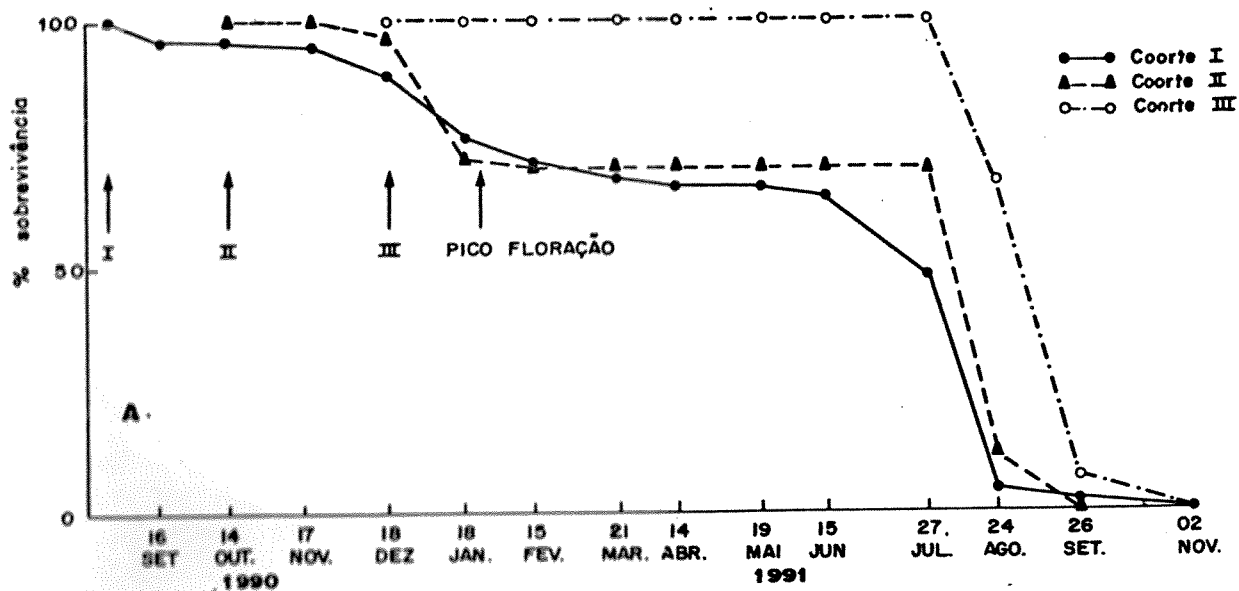


Figura 30 - Dinâmica e demografia dos módulos foliares de *C. tomentosum* - curva de sobrevivência das coortes foliares das árvores adultas ao long do período de estudo, considerando também as respectivas datas de crescimento (setas);

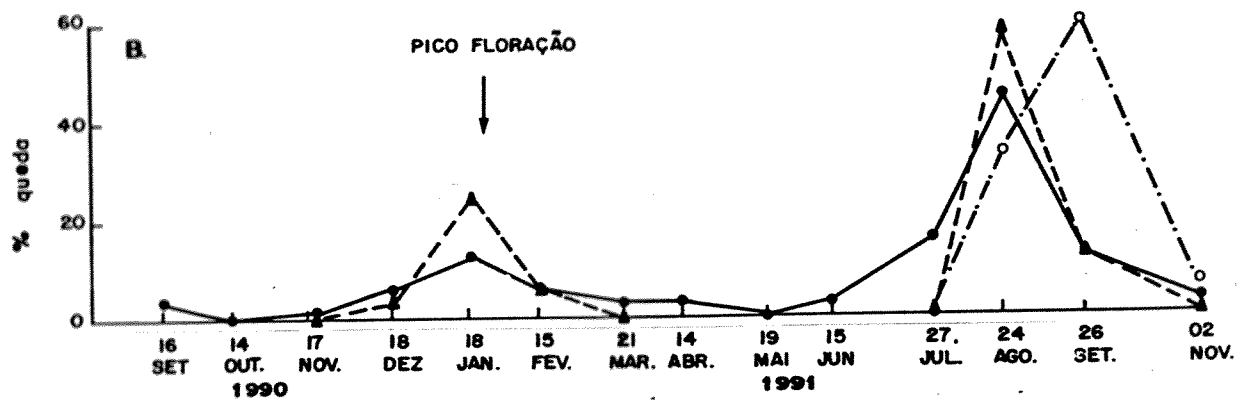


Figura 31 - Curva de queda das coortes foliares dos adultos de *C. Tomentosum* (%) (NI = 85; NII = 33; NIII = 15).

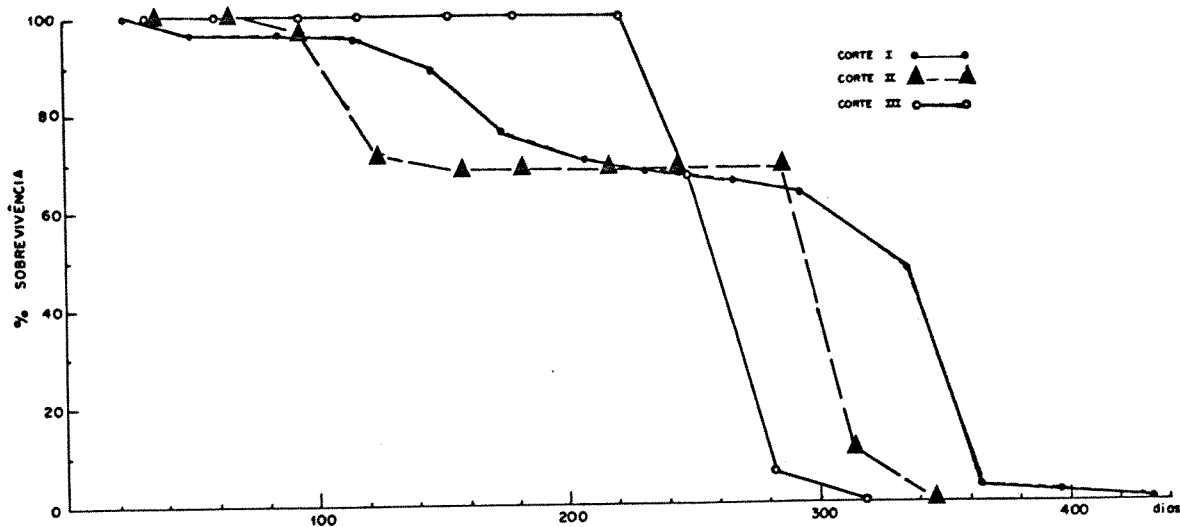


Figura 32 - Curvas de sobrevivência das coortes foliares das árvores de *Centrolobium tomentosum* em tempo relativo (dias) para comparação de seus comportamentos diferenciais (NI = 85; NII = 33; NIII = 15).

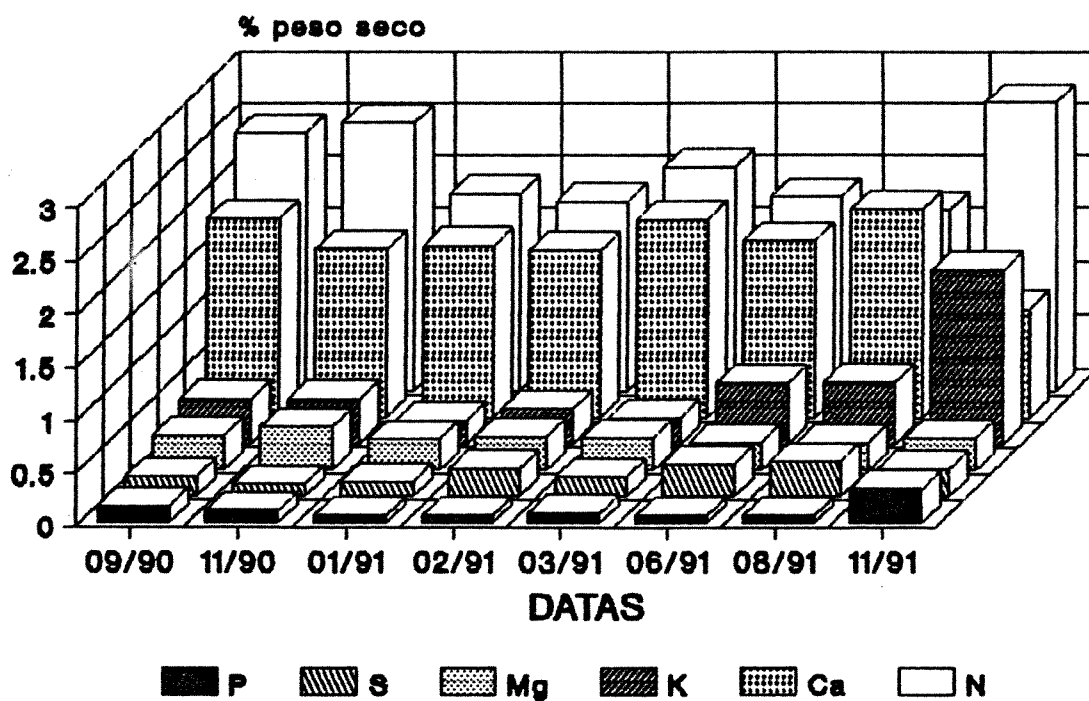


Figura 33 - Concentração de nutrientes (%) nos folíolos de *Centrolobium tomentosum* coletados durante o período de estudo. Os folíolos analisados em 02.11.91 para comparação foram coletados totalmente expandidos logo após sua emergência nos indivíduos adultos.

Em 1991 o pico de floração (abertura e queda de flores) ocorreu entre 25 janeiro e 8 fevereiro (figura 27), tendo dispersado os frutos durante a estação seca (42 frutos maduros por indivíduo) entre agosto e setembro, quando os indivíduos estão parcial ou totalmente decíduos.

As inflorescências terminais paniculadas da espécie apresentaram 483 ± 115 botões (média desvio padrão, $N = 17$ inflorescências) em cerca de 12 ± 3 ramificações laterais. Os cinco árvores mais próximas ao andaime apresentaram uma média (desvio padrão) de 54 ± 24 , sendo o número clara função da área ocupada pela copa de cada uma.

No período final da floração, entre 15 fevereiro e 21 março, houve uma elevada taxa de abortos de frutos, tendo sido apanhados pelos coletores 38 frutos abortados por indivíduo, o que resulta em uma taxa de 47,5%.

A taxa de mortalidade pós-antese é de 99,8%, pois dos 26.000 botões florais estimados por indivíduo, em média, somente 42 deles atingem o estado de fruto maduro.

Os experimentos de polinização realizados com 117 flores resultou em 11 frutos, isto é, 8,7%. Os 56 experimentos de polinização cruzada produziram 4 frutos (7,1%) e os 61 de autopolinização produziram 7 frutos (11,5%).

A flor de *C. tomentosum* é amarela e apresenta claramente funções específicas das pétalas individuais, sendo o estandarte (vexilo) associado com a atração do polinizador; a quilha ou carena ("keel") protege a coluna estaminal; e as asas e a quilha atuam como plataforma de pouso. O guia de néctar é localizado na base do estandarte e apresenta coloração levemente azulada, possivelmente visível em U.V.

As flores têm duração de um dia, sendo possível reconhecer aquelas que irão abrir no dia seguinte, pois estas apresentam no ápice dos botões as pontas amarelas das pétalas. O número de flores abertas por inflorescência por dia é pequeno (1 - 3) no início do período de floração, atingindo entre 2 - 5 durante o pico de abertura das flores.

Há a ocorrência de flores com estigma atrofiado (andromonoiccia), sendo sensivelmente menores e mais delicadas, geralmente caindo ao toque. A taxa de tal ocorrência foi estimada, tendo sido feitas coletas nos ramos e no chão da mata, em cerca de 16,7%. Estas flores foram evitadas nos experimentos de polinização apesar de apresentarem grande quantidade de pólen, pois não foi possível determinar a sua viabilidade.

A produção de néctar não é constante ao longo do dia, havendo uma maior oferta em volume durante o período inicial da manhã, que atinge o pico em torno do meio dia então decaindo sensivelmente (figura 34). O resultado obtido em relação a concentração de açúcar é decrescente ao longo do dia (figura 34).

A oferta de pólen é mais ou menos constante até o início da tarde quando então decai rapidamente (figura 35).

A visita das abelhas parece ocorrer em ondas, sendo maior a taxa de visita durante o período da manhã, possivelmente acompanhando a maior disponibilidade de recursos, tanto néctar como pólen (figura 36). Entretanto há a ocorrência de um pico de visita no meio da tarde que parece associado a procura dos recursos oferecidos pelas anteras, isto é, pólen (figura 36).

As flores foram visitadas por, no mínimo nove espécies de abelhas grandes generalistas dos gêneros *Xylocopa*, *Bombus*, *Centris* (5) e *Megachile* (2), ainda em identificação a nível específico (Figura 37).

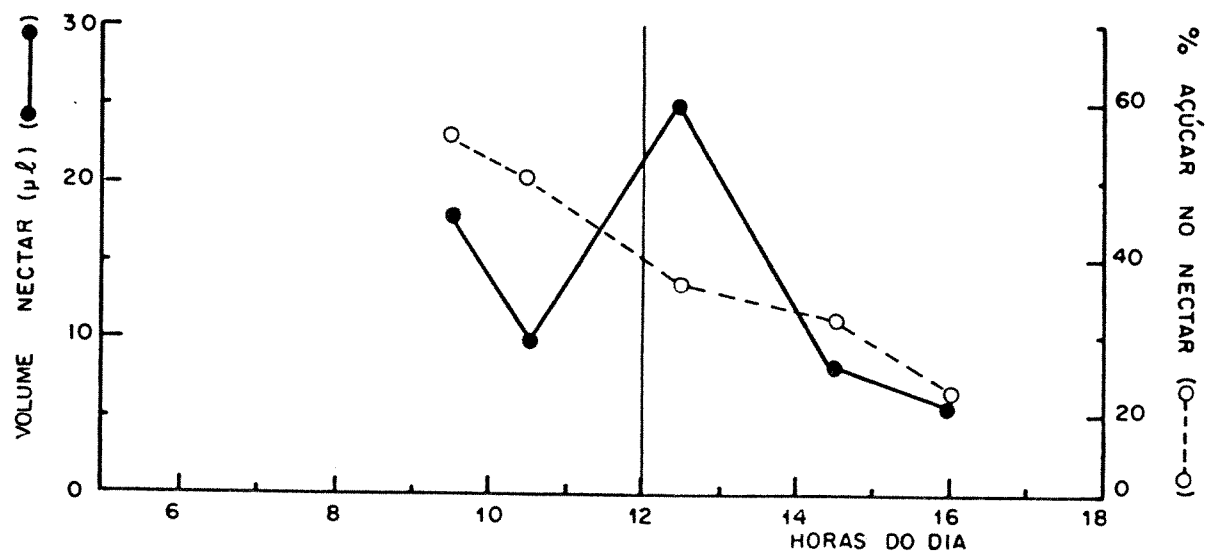


Figura 34 - Oferta de néctar das flores de *Centrolobium tomentosum* ao longo do dia no período de pico da floração. Volume de néctar em $\mu\ell$ e % média de açúcar. (2 < número de flores avaliadas < 4).

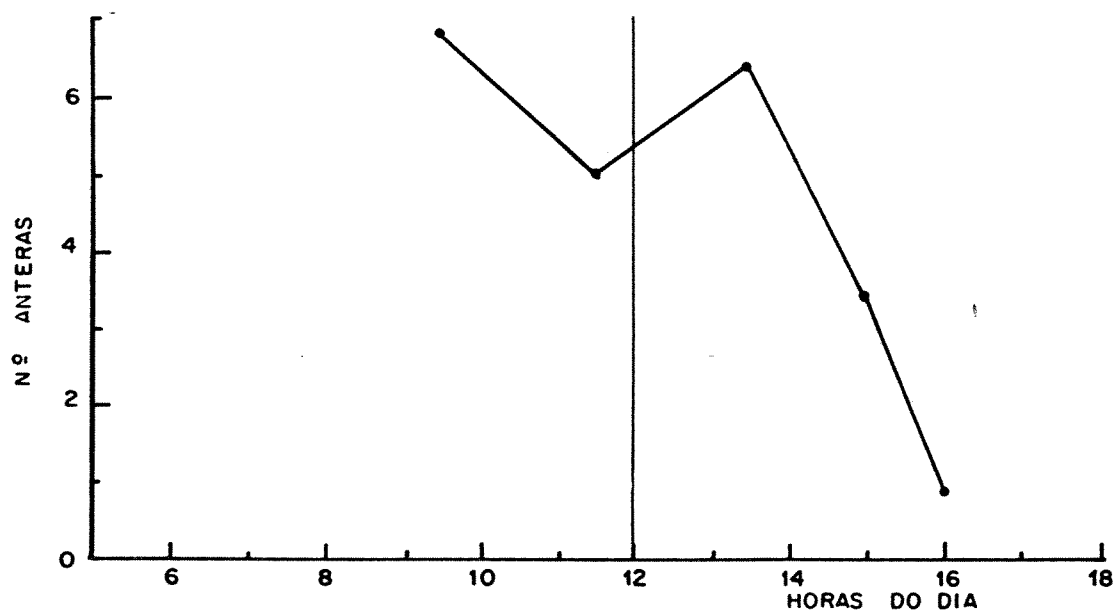


Figura 35 - Oferta de pólen nas anteras abertas de *Centrolobium tomentosum* ao longo do dia no período de pico da floração. (Número médio de anteras abertas apresentando pólen - 5 número de flores observadas 10).

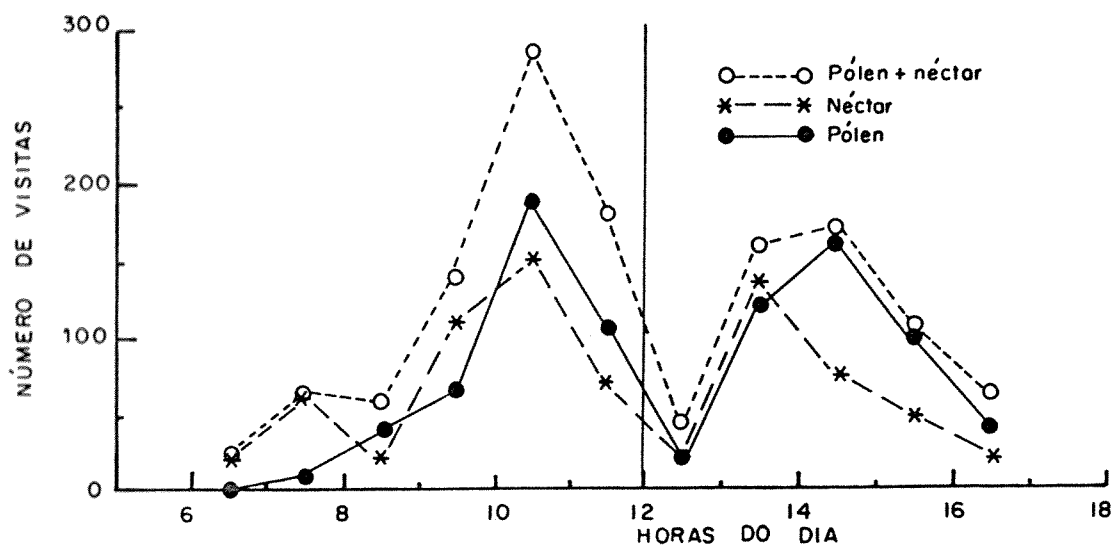


Figura 36 - Número absoluto de visitas de abelhas forrageadoras observadas em 270 flores de *C. tomentosum* no período de pico de floração, e a procura de recursos relacionada às visitas.



Figura 37 - Abelha do gênero *Centris* sp em visita a flor de *C. tomentosum*. Notar a posição de forrageamento (sugando néctar e coletando pólen com 3o par de pernas) obrigatória para o deslocamento das pétalas que protegem os recursos da predação (setas). (foto de Erich Fischer).

Foi observado que *C. tomentosum* apresenta brotamento vegetativo (Figura 38) através da ocorrência de raízes gemíferas (Rodrigues, com. pess.). O brotamento foi observado ocorrendo a vários metros do indivíduo principal, podendo este estar caldo ou não.

Rodrigues (com pess.) afirma que a ligação entre a rebrota e o indivíduo adulto, muitas vezes, pode ser deteriorada, o que resulta no desenvolvimento independente destes clones.

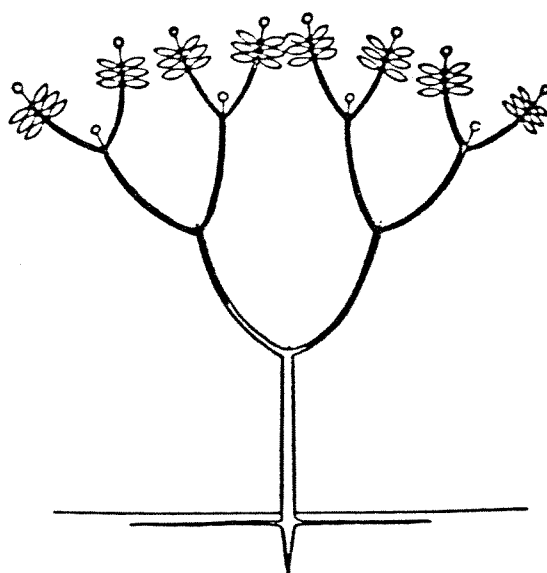


Figura 38 - Rebrotas (setas) de novos eixos de crescimento a partir de raízes gemíferas (reprodução vegetativa) após a queda de um indivíduo adulto de *Centrolobium tomentosum*.

O padrão de crescimento e desenvolvimento arquitetônico observado nos indivíduos pode ser descrito como: eixo com crescimento rítmico (sazonal) pois o meristema apical alterna períodos de dormência (deciduidade) e de crescimento, de acordo com a favorabilidade das estações; eixo vegetativo com crescimento determinado, pois ao longo do processo altera sua função passando a produzir flores (inflorescência terminal); eixo vertical (ortotrópico) com folhas compostas em espiral; ramificação proléptica (com dormência) e simpodial pois os meristemas das ramificações laterais têm atividade determinada e sazonal, não havendo meristema apical permanente.

A composição das características de diferenciação dos eixos apresentada pela espécie caracteriza o modelo Leeuwenberg (Figura 39) descrito por Prévost (1978) e Hallé (1986 apud Barthélémy et al. 1989) que consiste basicamente de uma sucessão simpodial de unidades modulares equivalentes. Esta unidade arquitetural multiplicada muitas vezes, compõe o complexo reiterado, cuja melhor ilustração é dada pela copa composta de vários eixos que parecem plantas jovens.

A representação esquemática da dinâmica dos módulos vegetativos e reprodutivos (figura 40) ilustra o desenvolvimento determinado e rítmico dos eixos e a evolução sazonal das fenofases.



Leeuwenberg

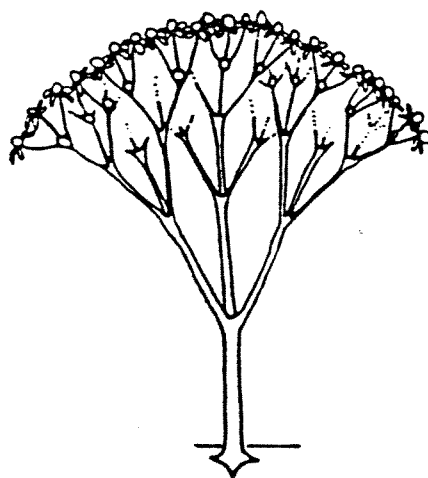


Figura 39 - Modelo arquitetônico de *Centrolobium tomentosum* em representações bi e tridimensionais (depois de Hallé et al. 1970; Oldeman 1974).

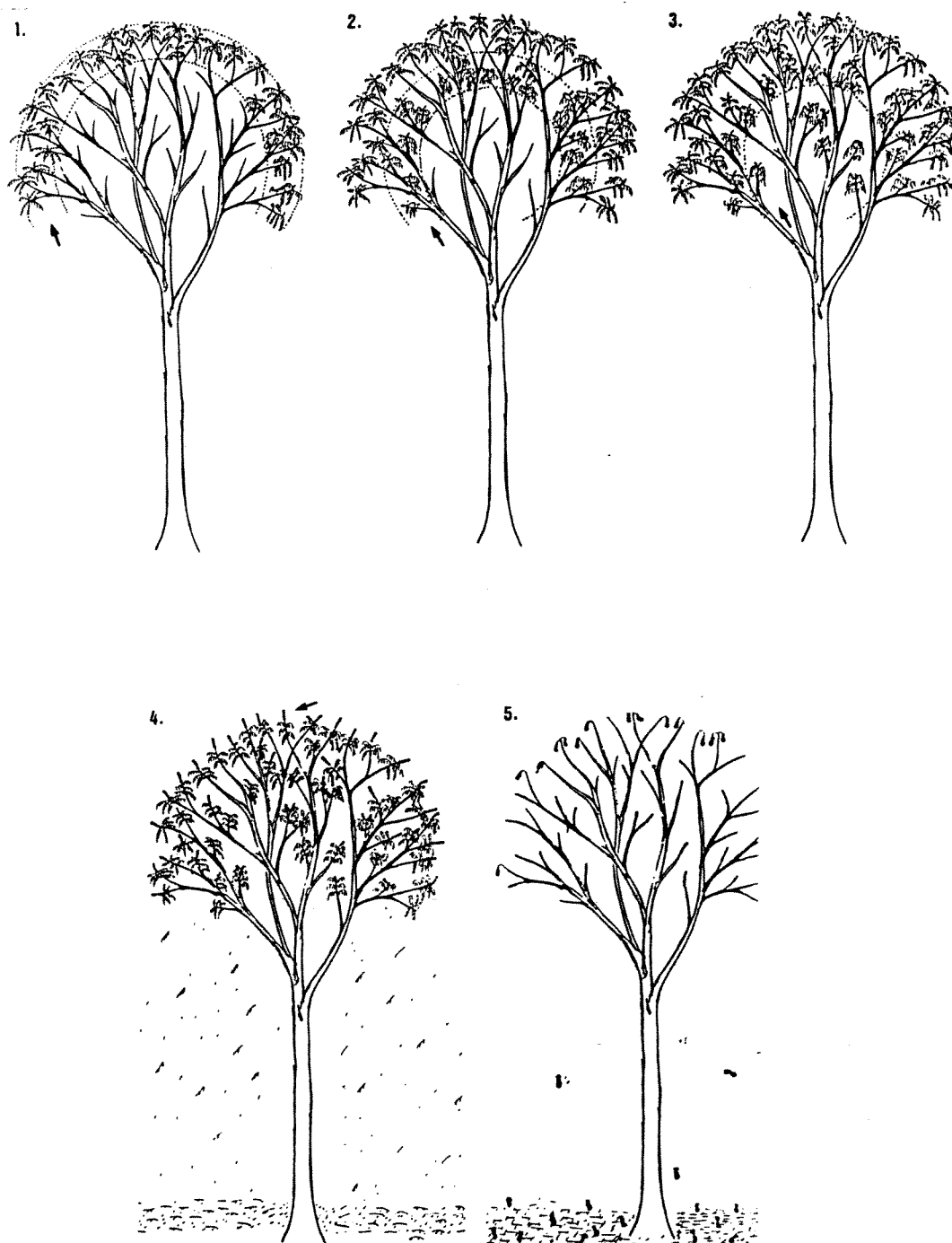


Figura 40 - Esquema da dinâmica dos módulos vegetativos e reprodutivos de *Centrolobium tomentosum* na área de estudo.

1. brotamento da coorte I - 25 agosto 1990
2. brotamento da coorte II - 14 outubro 1990
3. brotamento da coorte III - 18 dezembro 1990
4. pico de floração - entre 18 e 25 janeiro 1991
5. dispersão dos frutos - 24 agosto 1991

O crescimento das plântulas de *C. tomentosum* é maior a partir do 2º período de crescimento (depois de 325 após semeadura no início da primavera de 1990), parecendo haver durante o 1º uma fase crítica para o estabelecimento (figuras 21 a 24). É provável que ao longo deste período (1º) elas estejam investindo principalmente nas suas partes subterrâneas (raízes), que lhes garante a possibilidade de estabelecimento a partir do momento em que as condições para crescimento sejam ótimas (primavera e verão). Este comportamento apresentado em condições de viveiro (2º ano) conhece com o período no qual há uma maior disponibilidade de água e de luz no subosque da mata pois os adultos da espécie e também de outras, encontram-se decíduos. É possível que esta estratégia esteja associada a ocorrência da abertura do dossel na mata, ao menos durante certo período, favorecendo assim o recrutamento das plântulas sobreviventes.

A magnitude do crescimento em altura apresentado pela espécie (96.93 ± 43.64 cm em 602 dias) sugere que seu desempenho é compatível com as espécies secundárias estudadas por Swaine et al. (1983), Brokaw (1985b), Ross (1954) e Ewel (1977). O resultado obtido fica muito aquém das espécies pioneiras, que geralmente apresentam crescimento muito grande, atingindo cerca de $2-3\text{ m ano}^{-1}$ (Ross 1954, Uhl et al. 1981), chegando em *Trema micrantha* a 13,5m em 2 anos e 4,9m em um ano em *Cecropia insignis* (Brokaw, 1985b).

As taxas de crescimento relativas obtidas indicam claramente que o crescimento é função do tamanho da planta, isto é, quanto maior o indivíduo menor sua taxa de crescimento sendo este comportamento comum entre as plantas (Charles-Edwards et al. 1986). *C. tomentosum* apresenta também um efeito evidente das condições climáticas sobre o seu crescimento, sendo que durante o inverno quando a duração do dia, irradiação e as temperaturas são menores, os indivíduos crescem muito pouco.

Os resultados indicam que a deciduidade é dependente da condição hídrica local do solo, pois o início do processo de senescência foliar e posterior queda foi iniciado em junho 91 quando o solo passou a apresentar déficit hídrico, tendo o processo evoluído até a derrubada total das folhas no período de déficit máximo (agosto) (figura 5, 27 e 28).

As expectativas de vida das 6 primeiras folhas dos indivíduos jovens foram semelhantes entre si, parecendo que apesar das diferentes épocas de brotamento seu tempo de vida é determinado por fatores intrínsecos (genético) do desenvolvimento e não pelas condições de crescimento ao longo das estações. Estes valores também são comparáveis às expectativas de vida das coortes foliares das árvores adultas (a seguir).

As folhas de número 1 a 6 das plântulas nasceram entre novembro e janeiro 1990, tendo caído em junho até a 5a e em agosto a 6a. As folhas produzidas em abril e junho (nº 12 a 14, em média) não foram derrubadas durante o período de queda ocorrido em julho e agosto, reforçando a sugestão de um controle interno genético na programação do período de vida e não pelas condições climáticas sazonais que induzem a senescência.

As curvas de sobrevivência destas 6 primeiras folhas também foram semelhantes, isto é, com alta sobrevivência até o 5o mês e a partir daí, alta probabilidade de queda.

A dinâmica fenológica de *Centrolobium tomentosum* de modo geral indica um pronunciado comportamento sazonal, caracterizado pela deciduidade e dispersão de frutos durante o inverno, floração no verão e fluxo de brotamento no início do período chuvoso. Este padrão segue aqueles encontrados em grande número de estudos nas florestas sazonais de todas as regiões tropicais do mundo (Morellato, 1989), exceto quanto a floração no período úmido, normalmente menos comum, e a ocorrência de derrubada de folhas em dois períodos ao longo do ano.

Espécies de hábito decíduo são frequentes em todas as florestas tropicais do mundo, mesmo em climas com chuvas distribuídas uniformemente e altas temperaturas (Axelrod, 1966). Entretanto, Beard (1944) afirma que a frequência deste hábito aumenta gradualmente através das margens climáticas das florestas tropicais. Richards (1952) sugere que em florestas tropicais úmidas típicas, as árvores decíduas pertencem aos estratos mais altos. Holtum (1953) sugere que o hábito decíduo pode ter evoluído nos trópicos, permitindo que estas árvores se propagassem do cinturão equatorial para regiões com climas mais sazonais, evoluindo através de adaptação gradual à diminuição de precipitação, incremento da seca sazonal e maiores variações de temperatura. Esta inferência é consistente com as evidências obtidas através das floras do cretáceo e terciário, no oeste dos EUA, norte da África, sudoeste da Ásia, Austrália e Chile (Axelrod, 1966).

A evolução do hábito decíduo parece então, ser um exemplo de preadaptação para a invasão de novas zonas adaptativas, isto é, latitudes maiores, onde este comportamento apresenta valor adaptativo a seca moderada no período mais frio do ano (Beard 1955; Axelrod, 1966; Money et al., 1970;

Chabot & Hicks, 1982). De modo geral, é bem aceito que o estresse hídrico mantém estreita relação com a queda de folhas e que a rehidratação é seguida pela quebra da dormência das gemas foliares (Daubenmire, 1971; Frankie et al., 1974; Lieberman, 1982; Reich et al., 1984; Proctor, 1984; Boinski, 1989; Heideman, 1989; Bullock et al., 1990). Wright & Cornejo (1990) discutem se realmente o estresse hídrico é a causa principal da abscisão foliar, pois manipulando a disponibilidade hídrica do solo através de irrigação percebe que a queda de folha não é afetada pelo ciclo anual de disponibilidade hídrica do solo. Estes autores comentam, assim como Morellato (1989), que outros fatores, tais como comprimento do dia, variações bruscas de temperatura e radiação incidente podem controlar estes processos.

Reich & Borchert (1984) agrupam os padrões observados nas árvores da floresta tropical seca da Costa Rica em 3 grupos principais:

- árvores decíduas no início da estação seca, produzindo folhas novas em resposta a precipitação.
- árvores decíduas no meio ou fim da estação seca e as folhas novas são produzidas continuamente ao longo da condição seca e/ou em resposta à precipitação.
- árvores sempre verdes.

Centrolobium tomentosum parece estar incluída na classe B pois derruba suas folhas entre o meio e o fim da estação seca, produzindo novas folhas em resposta à precipitação. Esta correlação pode ser avaliada quando se compara o balanço hídrico anual (figura 5) na área de estudo e a dinâmica dos módulos foliares (figuras 29 e 30) durante o período estudado. A produção da coorte I em agosto de 1990 corresponde a um período de reposição de água no solo da área estudada, enquanto a queda de folhas ocorrida predominantemente em agosto 1991 corresponde a um período de forte déficit hídrico do solo.

A evolução do hábito decíduo parece estar relacionada com o diagrama climático normal (média de vários anos) das regiões onde ocorre, isto é, a pressão seletiva que resulta na adaptação a condições secas. Entretanto, a pressão de seleção para a ocupação destes ambientes por espécies adaptadas opera mais significativamente naqueles anos onde a situação de estresse hídrico é extrema, sendo estes períodos muitas vezes, capazes de excluir as espécies não adaptadas. Um exemplo deste processo pode ser compreendido quando se analisa o balanço hídrico anual para a área de estudo: os anos de 1989 e 1990 apresentaram períodos curtos intermitentes de seca não muito severas (89, março a maio - 46mm de déficit; agosto, 11mm déficit e novembro, 49mm déficit; em 1990, maio-junho, 30mm déficit e outubro, 37mm déficit) enquanto em 1991 a região apresentou forte seca durante cinco meses (julho-novembro, 259mm déficit). Esta condição extrema menos frequente, poderia ser responsável pela exclusão total daquelas espécies não adaptadas ou adaptadas apenas moderadamente a condição seca por períodos prolongados.

Um comportamento interessante mostrado pela espécie, e sem registro semelhante na literatura, é a queda de folhas no auge do verão (janeiro 1991) imediatamente anterior a floração. A análise da concentração de nutrientes ao longo do período de estudo para os folíolos coletados nos coletores (figura 33) sugere um processo de reabsorção dos nutrientes mais solúveis (nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre) nas folhas derrubadas pré-antese (24,7% raques coorte I e 32,3% coorte II correspondendo a 13,8% do total de raques; e 23,7% do total de folíolos).

As figuras 31 e 32 sugerem um real diferencial de função entre as coortes, onde a mortalidade experimentada pelas duas primeiras coortes está associada a um processo de translocação dos nutrientes para alocação na reprodução como demonstra o diferencial no conteúdo de nutrientes solúveis (N, K, S, P) dos folíolos coletados nos diversos períodos. Além disso, o processo de senescência foliar no auge do verão poderia auxiliar na atração de polinizadores, uma vez que a tonalidade amarela adquirida por estas é muito semelhante a cor da flor de *Centrolobium tomentosum*. A figura 33 indica que há uma queda de folíolos residual não intencional até novembro 90, quando então se inicia um processo de reassimilação, levado a cabo no auge da estação seca (agosto 91).

A coorte III não apresenta nenhuma mortalidade até a estação seca, provavelmente assumindo a função fotossintética daquelas que foram perdidas sendo responsável ao menos, parcialmente, pelo investimento na maturação dos frutos.

Ao se considerar os tamanhos relativos (número de folhas) das coortes foliares consideradas na avaliação do fluxo de brotamento (figura 29), chega-se a uma proporção inicial de 5:3:1 (coortes I, II e III, respectivamente) que é função da intensidade decrescente de produção. Após a ocorrência de

senescência foliar diferencial pré-antese entre estas coortes (queda de 24.7 % coorte I; 32.2 % coorte III), a nova proporção foliar entre elas passa a ser aproximadamente 4:2:1. Uma vez que este processo pré-antese não atinge a coorte III devido a sua época de brotamento (dezembro de 1990) que são praticamente simultâneos (figuras 27 e 29), a queda foliar é parcialmente "reposta", isto é, para cada duas folhas derrubadas (uma da cada coorte externa, I e II) existe a emergência de uma nova folha (coorte III).

O comportamento diferencial quanto a queda também pode ser observado no início do período de deciduidade onde ocorre um evidente sequenciamento centrípeto na queda das coortes (Figuras 30 e 31). O processo é iniciado com a coorte I em junho e julho seguida pela corte II em agosto, e III em setembro. Este comportamento sugere que a reabsorção de nutrientes foliares demonstrada durante a época seca é iniciada nas folhas mais velhas e externas, e então evoluindo no sentido do interior da copa.

Os resultados da expectativa de vida (e_x) das coortes foliares indica também a diferença de comportamento e de função na copa entre elas, sendo que os diferentes valores estão correlacionados a dois aspectos interativos: época da emergência e a probabilidade diferencial da queda nos dois períodos de senescência. Assim a e_x da coorte I é maior que a da coorte II principalmente devido a época de emergência; a e_x da coorte III é maior que a II devido a ocorrência significativa de queda desta última durante o verão.

As relativamente curtas e_x das coortes, provavelmente estão associadas com uma estratégia de manter o balanço positivo de carbono através da restrição das perdas respiratórias durante a estação desfavorável, conservando umidade e recuperando parte do investimento em nutrientes utilizados nas folhas (Chabot et al. 1982).

As e_x das coortes foliares das árvores adultas e das folhas dos jovens de *C. tomentosum* apresentam valores esperados para espécies decíduas, que geralmente variam entre 6 a 8 meses segundo Montes et al. (1977 apud Medina & Klinge, 1983) e Marin et al. (1981, apud Medina & Klinge, 1983).

Bawa et al. (1990) revisando as informações sobre a fenologia das espécies florestais concluem que existe uma considerável variação temporal e espacial em relação ao período, duração e frequência da floração e frutificação entre elas. Os autores ressaltam que o conhecimento dos fatores que regulam a iniciação, periodicidade e frequência da floração permanece obscuro.

Rathcke et al. (1985) e Richards (1952) sugerem que em florestas tropicais sazonais as espécies arbóreas florescem preferencialmente na estação seca (mais de que o dobro de espécies em relação a estação úmida). Morellato et al. (1989) apresentam resultados semelhantes para a mata mesófila semidecídua da Serra do Japi, Jundiá, SP., onde a floração ocorreu preferencialmente no fim da estação seca e início da estação úmida, entre setembro e dezembro, ressaltando que as primeiras chuvas parecem ser o estímulo fundamental que induz a antese. Os autores afirmam ainda, que a maioria das espécies florescem durante uma única estação, caracterizando o comportamento sazonal desta comunidade. Janzen (1967) sugere que a reprodução na estação seca poderia facilitar a polinização e a dispersão de propágulos, além de favorecer o crescimento vegetativo na estação úmida através da canalização de recursos.

A população de *Centrolobium tomentosum* na mata ciliar estudada do Rio Jacaré-Pepira floresce sincronicamente apresentando caráter sazonal. Entretanto, difere no período de floração da maioria das espécies arbóreas de florestas tropicais sazonais de todo o mundo. A espécie floresceu no auge da estação úmida (janeiro-fevereiro) com duração de cerca 6-7 semanas. Segundo Morellato et al. (1989) o fotoperíodo longo, as temperaturas médias mensais aproximadamente constantes e elevadas e principalmente a alta precipitação podem estar induzindo este comportamento.

A frutificação, também de caráter sazonal, ocorreu durante o período médio a final da estação seca (agosto-setembro). A espécie apresenta dispersão anemocórica. Estes resultados são semelhantes aos citados por Morellato (1992b) para a Serra do Japi, onde as espécies emergentes da mata mesófila semidecídua que frutificam na estação seca apresentam síndrome de dispersão anemocórica. Este comportamento está associado a deciduidade ocorrida na época seca, o que segundo vários autores facilita a dispersão pelo vento (Janzen 1967, Frankie et al., 1974; Lieberman 1982).

A alta ocorrência de mortalidade pós-antese observado é um comportamento comum descrito para a maioria das espécies tropicais de dossel e/ou emergentes (Bawa, 1984). A taxa de mortalidade absoluta, (número médio de botões florais relacionado ao número médio de frutos maduros produzido) foi de 99,8%, enquanto a taxa de aborto de frutos (número médio de frutos que não atingem a maturidade em relação ao número total de frutos que iniciam seu desenvolvimento) foi de 47,5%.

Estas taxas são muito altas, entretanto as razões de sua ocorrência não são claras, podendo incluir a impossibilidade do indivíduo sustentar o desenvolvimento de todas as flores em frutos, aborto

de flores não polinizadas, mortalidade seletiva de flores auto-fecundadas (Bawa & Hadley, 1990) ou ainda, funcionar como atrativo para polinizadores.

Os resultados obtidos através dos experimentos de polinização não permitem uma clara compreensão do sistema reprodutivo de *C. tomentosum*, mas sugere que a espécie é auto-compatível, uma vez que produziu frutos nos experimentos de auto-polinização. Os experimentos de polinização cruzada também resultaram em frutos, entretanto a ocorrência comum de reprodução vegetativa na população implica na possibilidade de que estes cruzamentos tenham sido realizados entre indivíduos geneticamente iguais, uma vez que foram realizados entre aqueles acessíveis no andaime e portanto, próximos entre si.

A ocorrência de alta mortalidade pós-antese e a alta taxa de aborto de frutos dificulta ainda mais a avaliação precisa do resultado reprodutivo efetivo da espécie, pois como sugere Bawa & Hadley (1990) pode ter ocorrido mortalidade seletiva de frutos originadas de flores de um determinado tratamento (autofecundação ou fecundação cruzada).

A possibilidade de *C. tomentosum* ser auto compatível é um resultado pouco comum em relação às informações disponíveis quanto aos sistemas reprodutivos de espécies arbóreas tropicais. Os dados de Bawa et al. (1985) que incluem uma lista de 333 espécies arbóreas da Costa Rica, indicam que 80% das espécies hermafroditas são auto-incompatíveis e que a maioria das espécies arbóreas das florestas secas do mesmo local são alógamas obrigatórias (Bawa, 1974).

Arroyo (1981) afirma que a auto-incompatibilidade é menos frequente em Papilionoideae do que nas outras duas subfamílias das Leguminosae, entretanto todos os gêneros testados da tribo Dalbergieae (6) são auto-incompatíveis. O autor afirma ainda que há uma alta frequência de auto-incompatibilidade nos grupos arbóreos da família Leguminosae e uma relativa baixa frequência em grupos herbáceos.

A polinização de *C. tomentosum* provavelmente é realizada por abelhas dos gêneros *Xylocopa*, *Bombus*, *Centris* e *Megachile*, corroborando os dados de Arroyo (1981) que indicam que a família leguminosae é principalmente polinizada por abelhas generalistas e que a complexa morfologia da flor papilionoidea é um reflexo da co-evolução associada a este grupo de animais. A autora afirma ainda, que algumas papilionoides são visitadas quase exclusivamente por abelhas grandes e generalistas que coletam pólen e néctar, tais como *Xylocopa*, *Centris* e *Bombus*.

Frankie et al. (1983, 1990) indicam que as abelhas são numericamente e funcionalmente o mais importante grupo polinizador entre as árvores e lianas das florestas secas na Costa Rica. Estes autores citam que várias espécies do gênero *Centris* e *Megachile* polinizam a espécie *Andira enermis* (Fabaceae) apresentando vôos de cruzamento a longas distâncias.

Frankie (1975) e Frankie & Coville (1979) indicam que as abelhas grandes visitam principalmente as flores das árvores do dossel da floresta seca na Costa Rica.

Frankie et al. (1990) afirmam que o gênero *Xylocopa* apresenta comportamento semelhante ao gênero *Centris* do ponto de vista de territorialidade e cruzamento, sendo também importante polinizador mesmo ocorrendo em baixa densidade.

A compreensão da estrutura genética de *C. tomentosum* foi comprometida pelos resultados não conclusivos do seu sistema reprodutivo, além da não investigação de fatores importantes na determinação desta estrutura, tais como tamanho efetivo da população, fluxo gênico e a variabilidade entre diferentes populações, além da determinação da individualidade entre as árvores trabalhadas.

A definição do modelo arquitetônico de *C. tomentosum* foi caracterizado segundo o padrão de crescimento dos eixos de ramificação, cuja significância ecológica é discutida a seguir. Os eixos apresentam crescimento determinado e rítmico (ou intermitente) com as ramificações laterais prolépticas, típicas do comportamento sazonal da espécie, no relativo às suas fenofases: o crescimento do eixo é iniciado com a emergência das folhas, dispostas em espiral, em resposta às primeiras chuvas após a estação seca quando o indivíduo se encontrava decíduo. A seguir o eixo produz inflorescências terminais no auge do verão, que irão produzir frutos. Durante a estação seca que se segue, as folhas são derrubadas e os frutos são dispersos. A partir daí inicia-se novo ciclo de crescimento. O significado adaptativo destas características estão associados aos habitats com flutuações pronunciadas das condições ambientais (Hallé et al., 1987; Fournier, 1979).

O crescimento vertical dos eixos (ortotrópico) é melhor adaptado a ambientes ensolarados (Hallé et al., 1978; Fournier, 1979; Givinish, 1984), favorecendo o crescimento em altura e o suporte de maior massa foliar por unidade de massa de galhos.

Neste tipo de conformação arquitetônica (modelo Leeuwenberg) o indivíduo não apresenta um controle de gema apical, formando uma série de pequenos módulos ortotrópicos equivalentes na estruturação arquitetônica da árvore, podendo o eixo do tronco ser representado pelo eixo simples de

uma plântula até a altura da 1ª ramificação (Tomlinson, 1978). As unidades de crescimento (módulos) são produzidas repetidamente através de ramificações, caracterizando a formação de um simpódio tridimensional, e apresentando atividade determinada do meristema apical, e floração terminal (Prévost, 1978).

C. tomentosum apresenta copa quase esférica estruturada em camadas múltiplas de folhas, que segundo Horn (1971) são mais produtivas em ambientes com alta irradiação. Este arranjo apresenta maior superfície foliar podendo ultrapassar o arranjo de camada única quanto a performance fotossintética. O autor sugere que árvores iniciais na sucessão tendem a apresentar arranjo foliar em camadas múltiplas.

Givinish (1988, 1984) argumenta que folhas compostas decíduas reduzem os custos em habitats áridos e quentes ou de alta irradiação, através do sombreamento dos ramos de maior ordem, o que reduz a perda por transpiração.

A inclinação dos folíolos em relação ao plano horizontal é importante em habitats ensolarados, secos ou pobres em nutrientes, e a espécie apresenta folíolos articulados na raque através de pulvinos sendo capaz de incliná-los em ângulos próximos de 90°. Durante o período de estudo pôde ser observado que as camadas de folhas na copa apresentaram diferentes inclinações dos folíolos durante os dias com alta irradiação. As camadas mais externas (coortes I e II) apresentam folíolos bastante inclinados, e as camadas mais internas tendiam a maior horizontalização conforme a sua posição se interioriza dentro da copa do indivíduo.

IV:2 - ECOFISIOLOGIA DA ABSORÇÃO DE NITRATO - Potencial Indutivo da Atividade de Nitrato Redutase Foliar e Radicular das Plântulas de *Centrolobium tomentosum*.

A enzima Nitrato redutase (NR) cataliza a redução do nitrato (NO_3) a nitrito (NO_2), passo inicial na assimilação de nitrato pelos vegetais que é dirigido diretamente por nucleotídeos piridinas (NAD(P)H) derivados do processo fotossintético (Campbell & Samareli, 1986; Jackson et al., 1986) (Figura 41). A Nitrato redutase (NR) é uma enzima citoplasmática o que facilita sua investigação através de metodologia simples.

Os resultados obtidos através do experimento de indução da atividade da NR por nitrato nas plântulas cultivadas em viveiro demonstram que o sistema assimilatório de nitrato em *C. tomentosum* apresenta potencial de indutibilidade, tanto em folhas como em raízes (Este sistema de indução por substrato é um dos poucos exemplos que ocorrem em plantas superiores). A atividade de NR foi mais significativa nas folhas das plântulas submetidas a todos os tratamentos, inclusive o controle, onde não foi fornecido suprimento de nitrogênio (Figura 42).

A análise das diferenças entre as médias dos tratamentos realizada através do teste Tukey de comparações múltiplas indicam que só ocorrem indução da atividade da NR no tratamento com nitrato, tanto foliar como radicular. As médias entre os outros tratamentos não foram significativamente diferentes. A razão de atividade NR foliar e radicular no tratamento com nitrato foi de 13,7 caracterizando claramente a preferência da espécie pela redução a nível foliar (Figura 42).

O potencial de indução da atividade NR demonstrado no tratamento com Nitrato demonstrou alta variabilidade entre os indivíduos, sugerindo que sua regulação é muito complexa (Campbell et al., 1986).

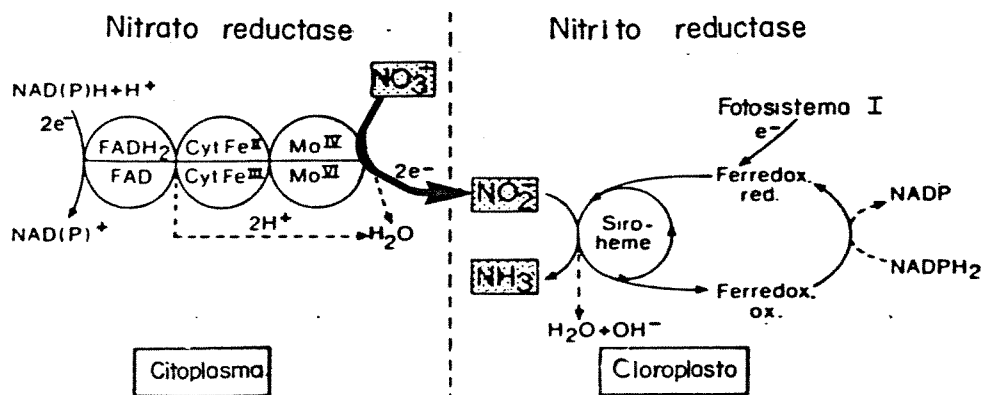


Figura 41 - Representação esquemática da sequência de redução de nitrato a amônia em folhas (adaptado de Guerrero et al., 1981).

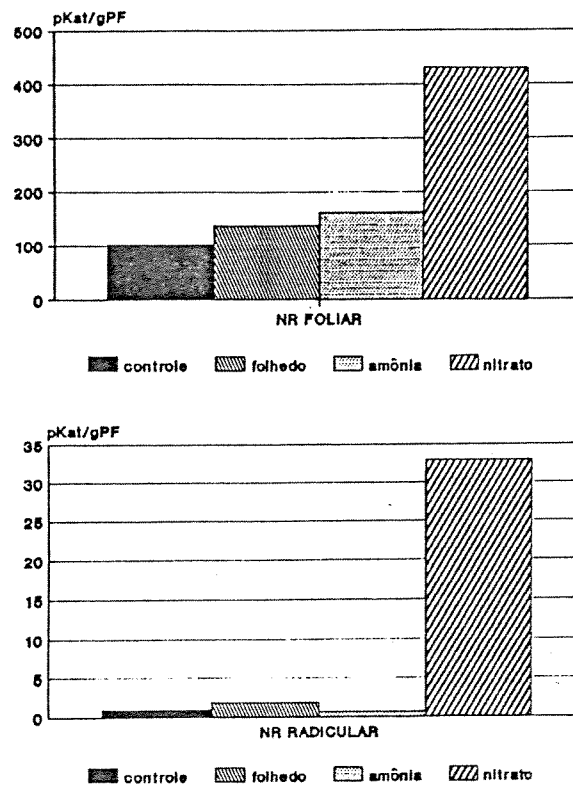


Figura 42 - Histogramas da atividade de nitrato redutase foliar e radicular nas plântulas de *C. tomentosum* no experimento de indução por substrato (NO_3) ($N = 40$ plântulas, 10 por tratamento. (Unidades em $\text{pKatgPF}^{-1} = \text{pMol NO}_2 \text{ s}^{-1} \text{ gPF}^{-1}$). Teste Tukey: $\text{NR}_{\text{foliar}}$ (média $\pm$ desvio padrão) - Controle = $102.96 \pm 55.41a$; Folheda = $137.11 \pm 67.10a$; Amônia = $161.85 \pm 67.40a$; Nitrato = $429.26 \pm 350.50b$; $p < 0.0025$. $\text{NR}_{\text{radicular}}$ - Controle = $0.91 \pm 1.26a$; Folheda = $1.81 \pm 2.19a$; Amônia = $0.66 \pm 1.54a$; Nitrato = $31.30 \pm 29.95b$; $p < 0.001$.

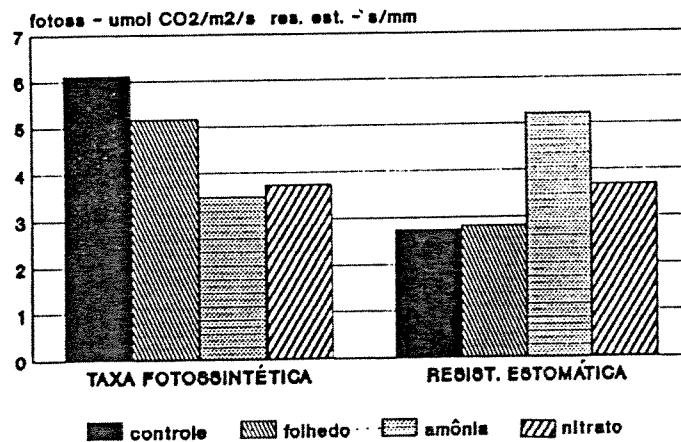


Figura 43 - Histogramas da taxa fotossintética e resistência estomática média das plântulas de *C. tomentosum* dos tratamentos ($N = 5$ por tratamento) do experimento de indução de atividade da NR.

Os resultados obtidos com as taxas fotossintéticas e resistência estomática (figura 43) indicam uma correlação negativa significativa entre as médias dos tratamentos nas duas medidas ($r = -0,901$; $y = 12,27 \times 10^{-0,802}$) sugerindo que as maiores taxas fotossintéticas estão associadas a menor resistência estomática, como seria de se esperar.

A correlação entre a taxa fotossintética e atividade NR não foi demonstrada, entretanto o comportamento observado sugere certa tendência de relação inversa, isto é, quanto maior a atividade NR menor a taxa fotossintética apresentada.

As plântulas da espécie apresentam grande número de nódulos no sistema radicular. Segundo as descrições morfológicas de Corby (1981) estes são do tipo Echinomenóide (característico dos gêneros de leguminosas, Aeschynomeneae e Adesmieae), isto é, pequenos, circulares e numerosos, ocorrendo ao longo dos eixos das raízes e ramos laterais.

Os resultados do experimento de indução de atividade NR em *C. tomentosum* sugerem um comportamento de espécie secundária adaptada a condições de clareira e apresentando atividade de intensidade média, isto é, maior que 50pkat gPF^{-1} e preferência pela redução de nitrato no nível foliar. Segundo Smirnoff et al. (1984, 1985) a preferência de redução ao nível foliar está relacionada a um menor custo energético quando comparado à raiz, podendo ter uma significância ecofisiológica adaptativa na ocupação de ambientes onde a competição por nutrientes e luz é pequena.

Stewart et al. (1983; 1988; 1992) indicam que as espécies arbóreas pioneiras ou colonizadoras exibem grande capacidade de redução foliar de nitrato, enquanto espécies de subosque e de dossel apresentam baixas atividades de NR foliar e pequena capacidade de utilizá-lo mesmo quando altamente disponíveis.

Stewart et al. (1992) trabalhando com 37 espécies da mata mesófila semidecídua do Japi e Santa Genebra, mata atlântica de Ubatuba, mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, e cerrado de Mogi Guaçu, indicam que 80-85% daquelas espécies originárias das matas mesófilas e ciliar e 40% daquelas de cerrado apresentam baixa atividade de NR (menor que 50pkat gPF^{-1}), enquanto as espécies vindas das bordas florestais ou clareiras apresentavam níveis mais altos do que das espécies de áreas florestais não perturbadas, principalmente as do Japi e Brotas. Os autores concluem que as espécies pioneiras ou iniciais tem maior atividade, assim como ocorre com as espécies pioneiras nigerianas (Stewart & Orebamjo, 1983) e australianas (Stewart et al., 1988), enquanto as espécies climácicas preferem reduzir o nitrato no sistema radicular.

A grande atividade de NR nas espécies pioneiras pode estar relacionada com a maior taxa de nitrificação normalmente ocorrente em áreas perturbadas.

A capacidade de utilização de nitrato inorgânico quando este é disponível mesmo na presença de nódulos radiculares deve estar relacionada ao menor custo de utilização direta de nitrato, o que pode levar a planta a detectar a presença deste. Além disso, é bastante conhecido o efeito inibitório de nitrato sobre a atividade dos nódulos (Becana & Sprent, 1987).

A correlação inversa entre a taxa fotossintética e a resistência estomática das folhas das plântulas era esperada, uma vez que a segunda condiciona o suprimento de gás carbônico disponível para o processo fotossintético. A aparente tendência de relação inversa entre a atividade NR e a taxa fotossintética (figuras 42 e 43) é um resultado interessante, pois sugere que ocorre uma maior competição pelos redutores fotossintéticos quando há a redução de nitrato ao nível foliar, o que conseqüentemente diminui a "taxa de fotossíntese aparente", isto é, aquela avaliada através da variação de gás carbônico na câmara do aparelho utilizado.

Em termos de valores absolutos a taxa fotossintética dos jovens da espécie avaliados são comparáveis aos valores citados por Bazzaz (1991) para árvores. Os valores absolutos individuais variaram entre 1,834 a 8,142 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, enquanto os valores citados mais significativos são: *Copaifera venezuelana* 7,5 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$; *Virola* sp 6,3; *Cordia alliodora* 6,8; *Hymenaea coubaril* 5,0; e *Hymenaea parviflora* 3,5. Estes resultados são de difícil avaliação quanto a sua significância ecológica em termos de preferências ao ambiente luminoso. Oberbauer et al. (1984) indicam que na Costa Rica as plantas de sombra tem taxa fotossintética média em torno de 6,8 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, plantas de clareiras pequenas 11,3 e clareiras grandes 27,7, confirmando as predições sobre uma relação direta entre taxa fotossintética e status sucessional. (Bazzaz & Pickett, 1980)

IV.3 - DEMOGRAFIA, ESTRATÉGIA DE REGENERAÇÃO E TEMPERAMENTO DE *Centrolobium tomentosum*

Foram amostrados 65 indivíduos adultos, 290 jovens e 1 morto (tronco em pé), o que resulta em densidades de 130 adultos ha^{-1} e 580 jovens ha^{-1} .

A distribuição espacial dos indivíduos da espécie (Figuras 44 e 45) apresenta dispersão contagiosa tanto para adultos como para jovens. O índice de dispersão de morisita (Id) (Brower & Zar, 1984) foi utilizado em jovens e adultos: Id adultos = 1,12 com padrão de dispersão agregado e $p < 0,001$; Id jovens = 2,04 com padrão de dispersão agregado e $p < 0,001$.

A análise da distribuição dos indivíduos adultos da espécie contra a gradiente de declividade da área de estudo (Figuras 44 e 45) foi realizada através da correlação entre a porcentagem do número de indivíduos e a porcentagem da área ocupada em cada classe de declividade (Figura 46). O resultado obtido indica que a espécie não apresenta distribuição preferencial em relação à declividade.

A distribuição de frequência dos indivíduos adultos por classes de distância do rio (figura 47) indica que há predominância dos indivíduos nas classes maiores, ainda que ocorra certa descontinuidade. Cerca de 85% dos indivíduos ocorrem a uma distância maior do que 30m.

A metodologia utilizada para a determinação da profundidade do solo não foi adequada para o estabelecimento de correção com a distribuição dos indivíduos adultos, principalmente devido a pequena quantidade de pontos determinados para a confecção de um mapa de distribuição da profundidade.

A população de árvores adultas apresentou altura média e desvio padrão igual 12,8 $\pm$ 3,6 m (N = 45), área basal média de $450,97 \pm 350,23 \text{ cm}^2$ (diâmetro médio $23,96 \pm 21,12 \text{ cm}$) e área basal total $5,95 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. A população de indivíduos jovens apresentou altura média de $0,17 \pm 0,14 \text{ m}$ e diâmetro médio de $0,335 \pm 0,186 \text{ cm}$.

A taxa de árvores com copa quebrada foi elevada, sendo igual a 30,8% (N = 20).

A análise da estrutura etária da população foi realizada separadamente para adultos e jovens devido a necessidade do uso de diferentes intervalos de classes, tanto para altura como para diâmetro. As distribuições de frequência dos jovens utilizou intervalos de classes de 10cm (0,01m) para a altura e 0,2cm para os diâmetros, enquanto para adultos foram utilizados intervalos de 2m para altura e 5 cm para os diâmetros.

A taxa de árvores com copa quebrada foi elevada, sendo igual a 30,8% (N = 20).

A análise da estrutura etária da população foi realizada separadamente para adultos e jovens devido a necessidade do uso de diferentes intervalos de classes, tanto para altura como para diâmetro. As distribuições de frequência dos jovens utilizou intervalos de classes de 10cm (0,01m) para a altura e 0,2cm para os diâmetros, enquanto para adultos foram utilizados intervalos de 2m para altura e 5 cm para os diâmetros.

Os propágulos dispersos na estação seca de 1990 germinaram em relativa sincronia durante o verão de 91, atingindo o máximo durante o mês de janeiro.

As distribuições de frequência dos jovens por classe de altura (Figura 48a) e por classe de diâmetro (Figura 48b) indicam a ocorrência de grande predominância das classes menores, 10-19cm de altura com frequência 83,1% e 0,2-0,39cm de diâmetro com frequência 87,9%. As classes de valores maiores apresentam frequências muito baixas ou ausentes caracterizando curvas com forma de J invertido.

A análise destas distribuições em termos da taxa de mortalidade das plântulas indica valores extremamente altos entre as classes iniciais e decrescente entre as subseqüentes. Ao se considerar as classes de altura a taxa de mortalidade é de 91,7% entre as classes 2 e 3; 70% entre 3 e 4; 67% entre 3 e 4.

As distribuições de frequência dos adultos por classe de altura (Figura 48c) e diâmetro (Figura 48d) indicam a ocorrência de descontinuidade nas classes de menores valores e relativa homogeneidade nas classes de valores médios, decrescendo nas classes maiores.

Na população de adultos ocorreram indivíduos com mais de um tronco (26,2%, N = 17) originados ao nível do solo, mas de indiscutível ligação. Desses, 7 apresentaram 2 troncos, 9 com 3, e 1 com 4 troncos.

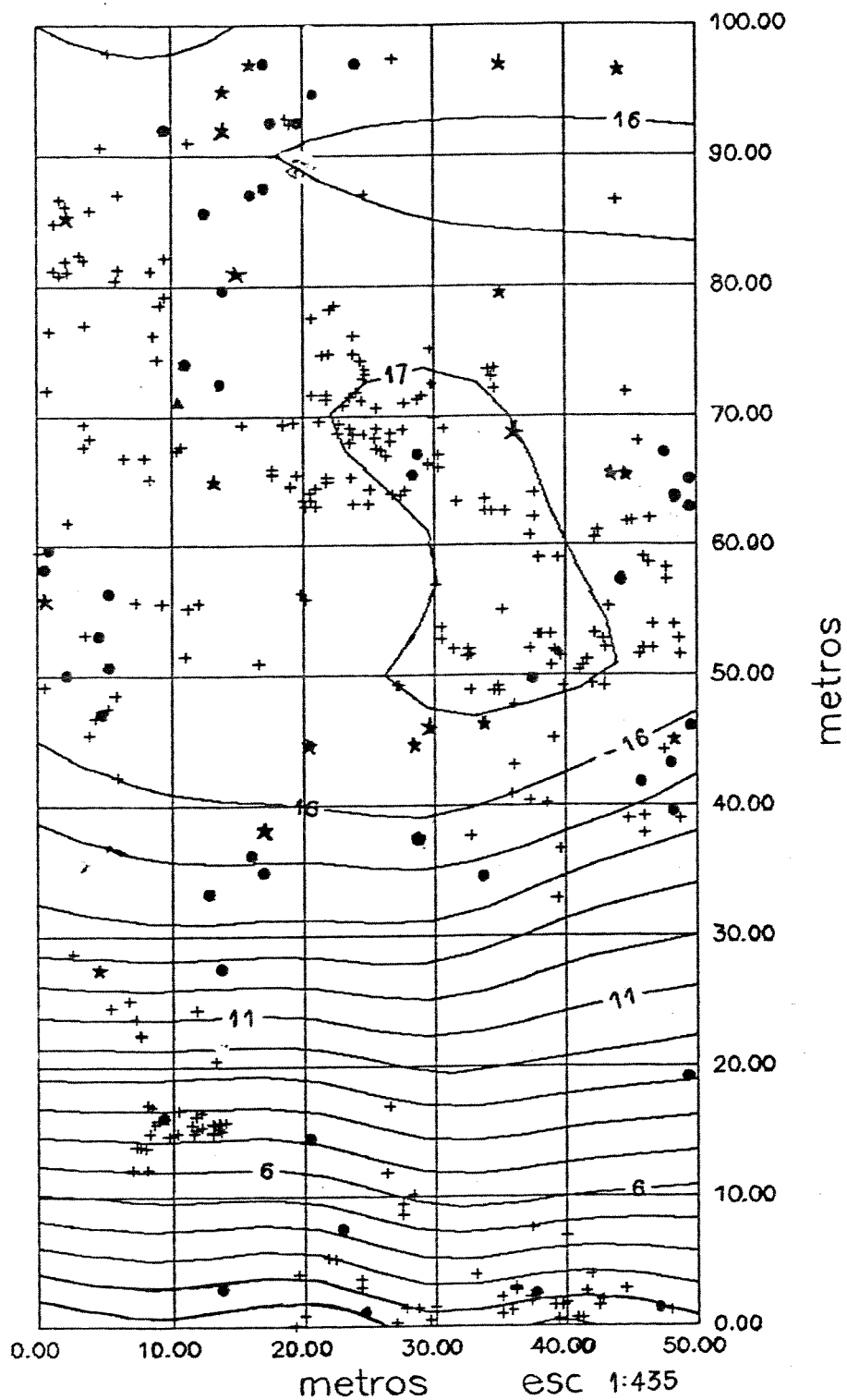


Figura 44 - Distribuição espacial dos indivíduos amostrados de *Centrolobium tomentosum* na área de levantamento e o gradiente altimétrico (cota = 1m). (+ - plântulas; • - árvores adultas; * - árvores adultas com a copa quebrada; Δ - árvores mortas).

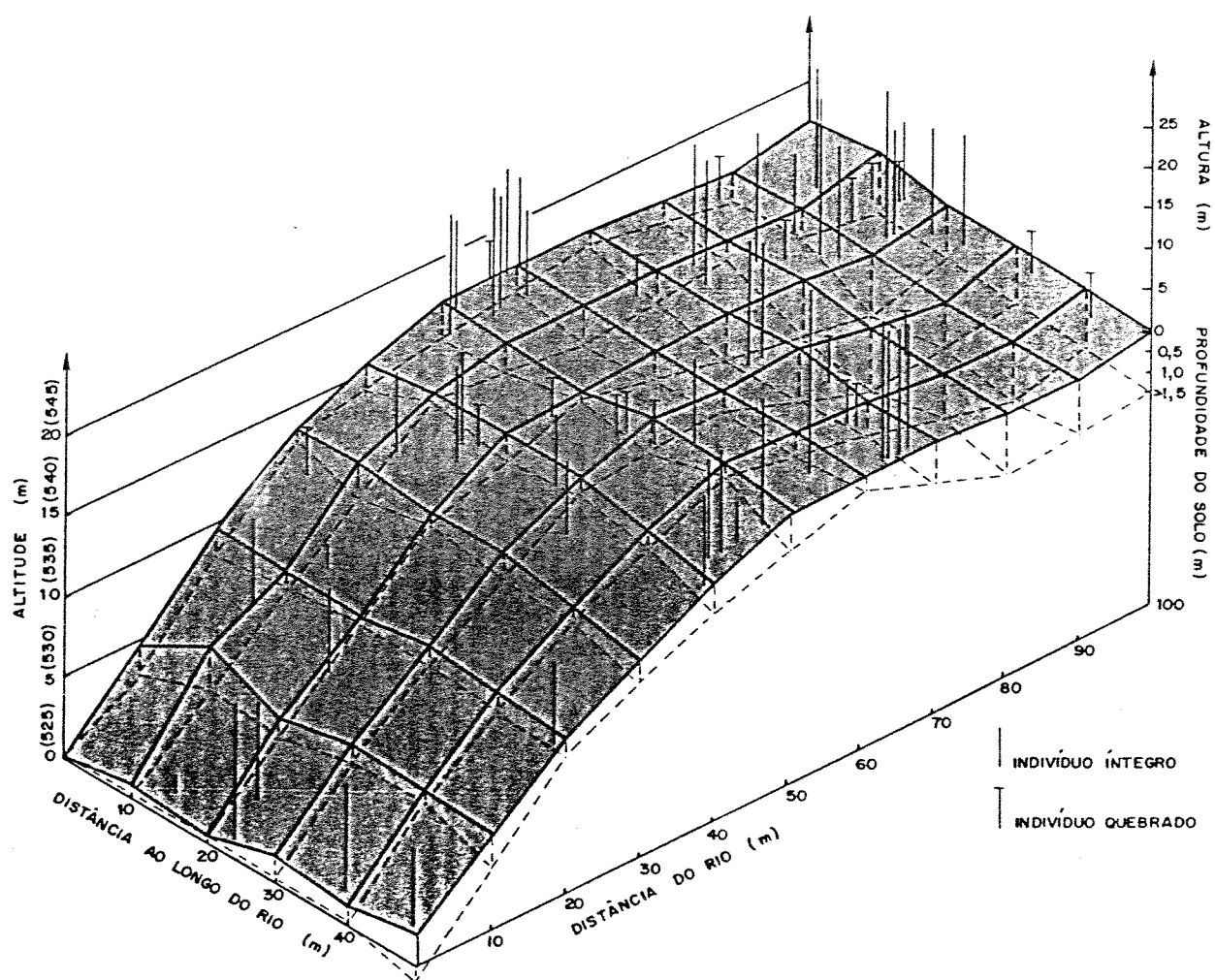


Figura 45 - Distribuição das árvores adultas de *Centrolobium tomentosum* contra o gradiente topográfico e a profundidade do solo na área de estudo (50 x 100 m; 0.5 ha.)

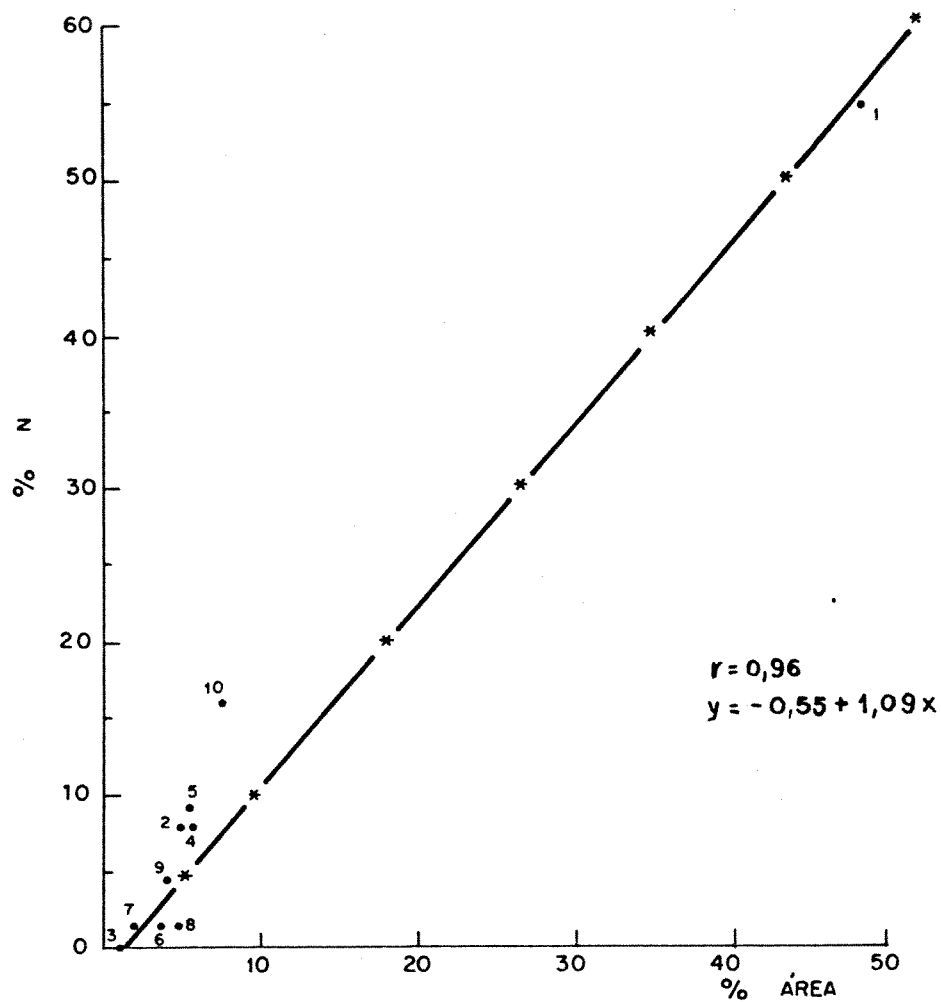


Figura 46 - Curva de correlação da distribuição de frequência do número de árvores adultas de *Centrolobium tomentosum* e a área ocupada pelas classes de declividade.

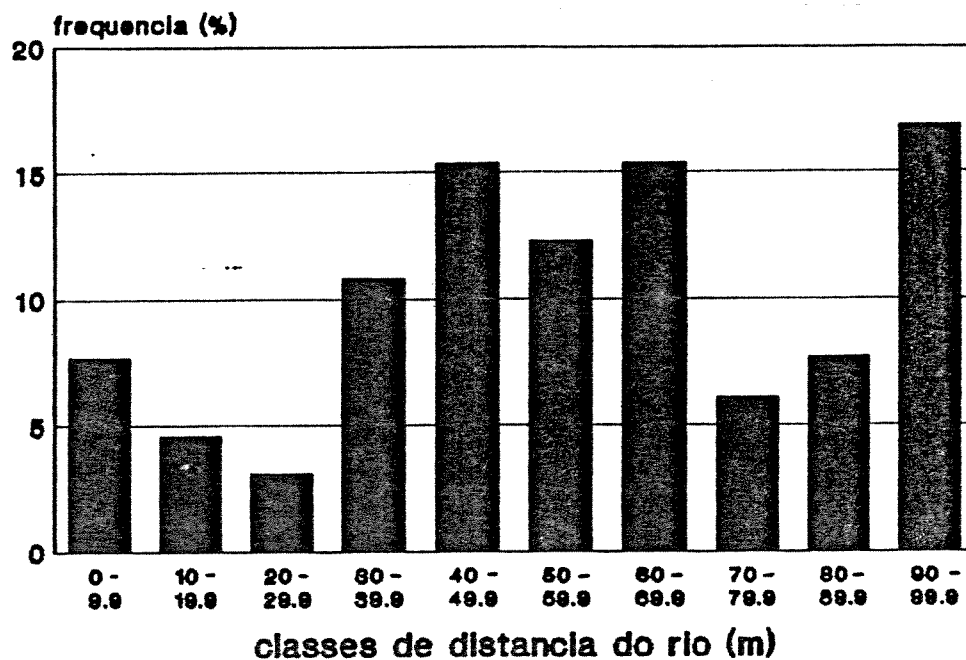


Figura 47 - Distribuição de frequência dos indivíduos adultos de *Centrolobium tomentosum* por classe de distância do rio (m).

Entre os trinta e dois indivíduos adultos com apenas um tronco não quebrado foi estabelecida uma correlação potencial entre altura e diâmetro ($A = 1.81 d^{0.64} r^2 = 0,806$).

Ao se analisar a taxa de mortalidade apresentada pela população através dos números absolutos de indivíduos encontrados nas duas fases do ciclo de vida considerados, ela é de 82%, isto é, 65 indivíduos recrutados (adultos) para um total de 355 indivíduos no total (adultos + jovens). Este valor alto indica a baixa ocorrência de recrutamento na população de cerca de 18%.

A distribuição espacial apresentada pela espécie em relação à tendência de ocupação de locais mais distantes do rio e a independência do grau de declividade do terreno, sugere que *C. tomentosum* prefere ambientes relativamente mais secos quando comparados com aqueles justapostos ao rio e sob influência direta de inundação. Alguns indivíduos ocorreram bem próximos ao rio, mas como pode ser observado na figuras 44, 45 e 47, eles ocorrem sobre uma área relativamente elevada (entre 0,80 - 1,20m), onde a inundação só ocorre em eventos extremos de cheia.

Durante os cinco anos de visitas à área (1987-1992) somente no verão de 1991 foi observado um período de 3 a 4 semanas de inundação que atingiu cerca de 5m acima do nível normal do rio.

Este comportamento reforça as afirmações de Rodrigues (1991) sobre *C. tomentosum*, que é uma espécie típica de mata mesófila semidecídua podendo ocorrer justaposta aos cursos d'água se as características topográficas locais evitam a influência direta da inundação.

O padrão de dispersão contagiosa dos indivíduos jovens provavelmente é decorrência da síndrome de dispersão dos propágulos apresentada pela espécie. Como os frutos são grandes devido a ala (que pode ter 16-22cm), e relativamente pesados (o peso médio dos frutos coletados em 1991 foi de 7,4g), a anemocoria não propicia condições de dispersão a longa distância, exceto em condições de ventos muito fortes.

A dispersão contagiosa dos adultos provavelmente é determinada por 3 fatores concorrentes: a ocorrência do mesmo padrão de dispersão dos frutos que resulta em grande concentração dos indivíduos; a ocorrência de reprodução vegetativa que tende a formar grupos agregados de troncos; e o agrupamento formado através do desenvolvimento em clareiras, característica de espécies secundárias e pioneiras. (Salis, 1990)

A distribuição de tamanhos dos jovens com grande predominância das classes iniciais indica a formação de uma coorte relativamente sincrônica de plântulas no subosque da mata. Este comportamento sugere a formação de um banco de plântulas anual que experimenta alta mortalidade nos meses subsequentes a germinação, o que resulta em um baixo recrutamento. A taxa de recrutamento obtida através da relação entre os números absolutos de indivíduos adultos e indivíduos como um todo de 18%, provavelmente foi superestimada devido a ocorrência de rebrota.

A distribuição de tamanhos dos adultos com predominância das classes intermediárias sugere que o desenvolvimento ocorre em surtos confirmando os resultados obtidos por Salis (1990), Gabriel (1990), Martins (1979), Matthes (1980) e Nicolini (1990), parece estar associado a intolerância dos indivíduos às condições de subosque, indicando a dependência de clareiras para o recrutamento com sucesso.

A taxa de quebra da copa dos indivíduos adultos de *C. tomentosum*, espécie caracteristicamente dos estratos superior e emergente, relativamente alta (26,2%), provavelmente está relacionada a dois fatores básicos: a alta frequência de ocorrência de lianas, típicas das matas mesófilas semidecíduas que ao crescerem sobre as copas das árvores exercem grande peso sobre estas; e a ocorrência de ventos fortes durante a estação seca que agem principalmente sobre as copas dos indivíduos do dossel e emergentes; e a ocorrência dos remanescentes vegetais em fragmentos relativamente pequenos.

Como se sabe, a quebra de copas ou parte delas, é a maior fonte de formação de clareiras de tamanho pequeno (Brokaw, 1985a, b) que são de modo geral, rapidamente ocupadas pelas copas das árvores vizinhas ou mesmo por rebrota do tronco quebrado. Na área de estudo este comportamento pode ser observado em duas situações, onde a rebrota do indivíduo quebrado e a expansão lateral das copas vizinhas contribuíram para o rápido fechamento da cicatriz. Desse modo, parece que as plântulas de *C. tomentosum* dependem da ocorrência de clareiras um pouco maiores, que necessitam de maior tempo para cicatrização, para o seu estabelecimento com sucesso, por exemplo, queda de uma árvore inteira. Segundo Rodrigues (com. pes.) *Centrolobium tomentosum* é uma espécie facilitadora de clareiras pequenas, cuja taxa de formação esta intimamente ligada à sua capacidade de manutenção na formação vegetal, principalmente dependente da reprodução vegetativa (rebrota). Já o recrutamento de novos indivíduos (plântulas) é dependente de clareiras maiores, o que sugere que a espécie é dependente deste processo para a ocupação de novos ambientes.

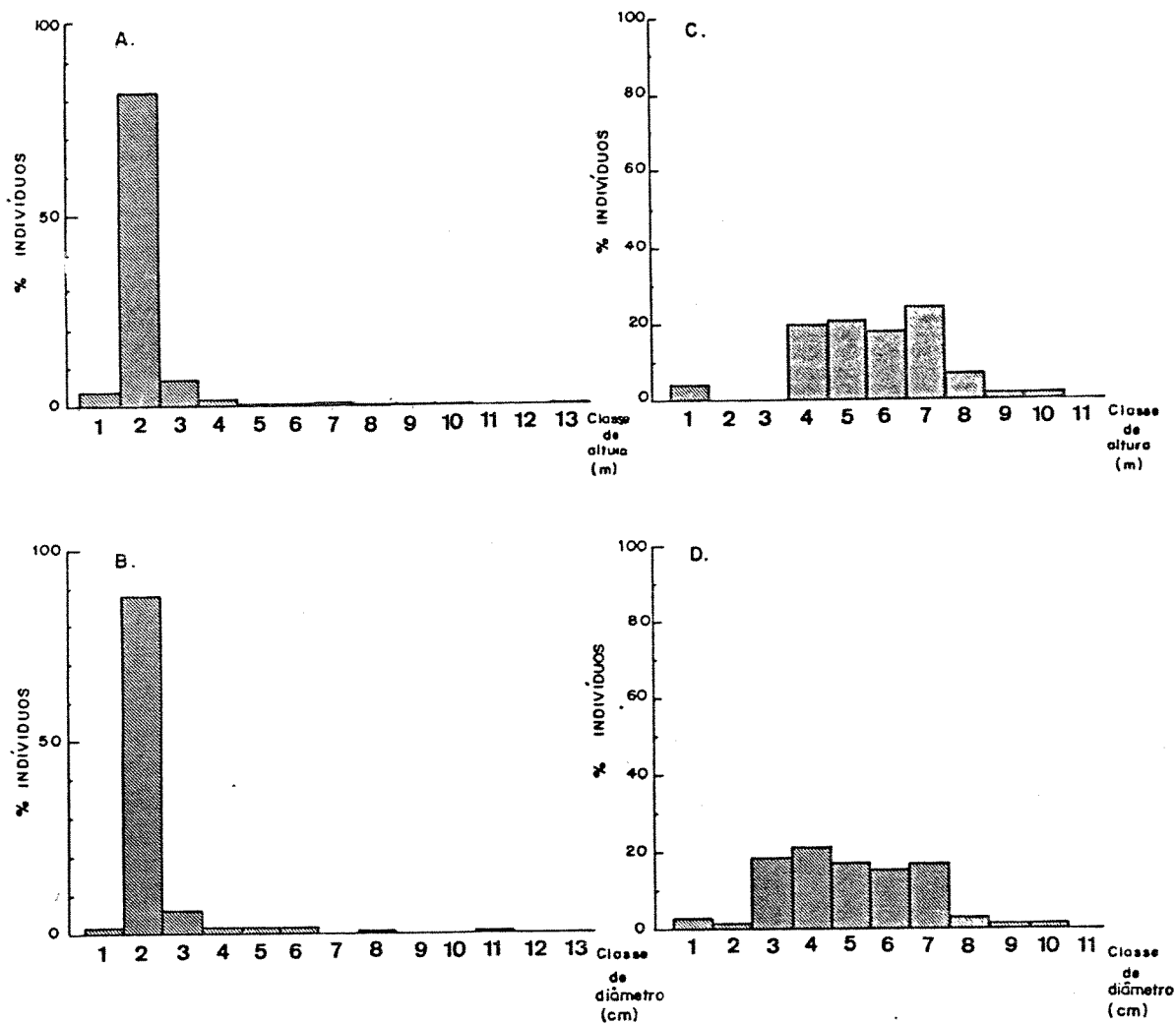


Figura 48:

A. Distribuição de frequência por classe de altura dos jovens de *Centrolobium tomentosum*, N = 290. (classe 1: 0 - < 0.1m; 2: 0.1 - < 0.2m; 3: 0.2 - < 0.3m; 4: 0.3 - < 0.4m; 5: 0.4 - < 0.5m; 6: 0.5 - < 0.6m; 7: 0.6 - < 0.7m; 8: 0.7 - < 0.8m; 9: 0.8 - < 0.9m; 10: 0.9 - < 1.0m; 11: 1.0 - < 1.1m; 12: 1.1 - < 1.2m; 13: 1.2 - < 1.3m.

B. Distribuição de frequência por classe de diâmetro dos jovens de *Centrolobium tomentosum*, N = 290. (classe 1: 0 - < 0.2cm; 2: 0.2 - < 0.4cm; 3: 0.4 - < 0.6cm; 4: 0.6 - < 0.8cm; 5: 0.8 - < 1.0cm; 6: 1.0 - < 1.2cm; 7: 1.2 - < 1.4cm; 8: 1.4 - < 1.6cm; 9: 1.6 - < 1.8 cm; 10: 1.8 - < 2.0cm; 11: 2.0 - < 2.2cm.

C. Distribuição de frequência por classe de altura dos adultos de *Centrolobium tomentosum*, N = 45. (classe 1: 2 - < 4m; 2: 4 - < 6m; 3: 6 - < 8m; 4: 8 - < 10m; 5: 10 - < 12m; 6: 12 - < 14m; 7: 14 - < 16m; 8: 16 - < 18m; 9: 18 - < 20m; 10: 20 - < 22m.

D. Distribuição de frequência por classe de diâmetro dos adultos de *Centrolobium tomentosum*, N = 45. (classe 1: 0 - < 5cm; 2: 5 - < 10cm; 3: 10 - < 15cm; 4: 15 - < 20cm; 5: 20 - < 25cm; 6: 25 - < 30cm; 7: 30 - < 35cm; 8: 35 - < 40cm; 9: 40 - < 45cm; 10: 45 - < 50cm.

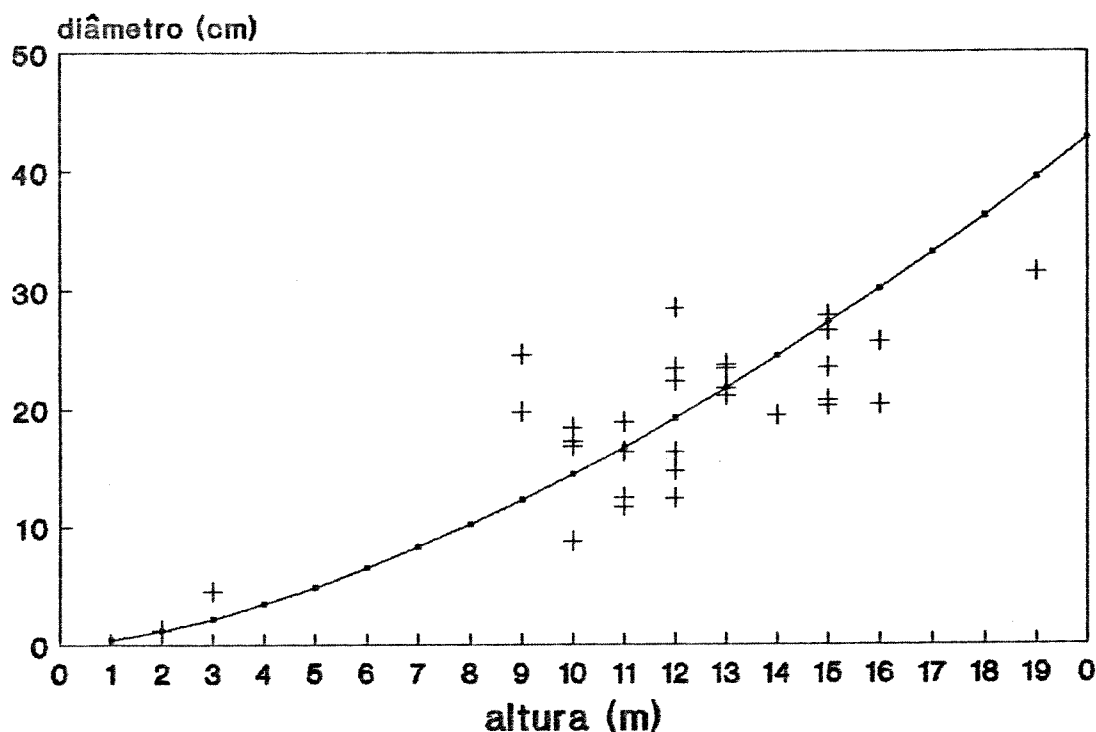


Figura 49 - Curva de correlação entre diâmetro e altura das árvores de *Centrolobium tomentosum* levantadas em campo e com apenas um tronco não quadrado (N = 32). $A = 1.81 d^{0.64}$; $r^2 = 0.806$

Estas características em conjunto sugerem que *C. tomentosum* é uma espécie secundária intolerante à sombra, cujas plântulas dependem da ocorrência de clareiras de tamanho médio para a ocupação de novos locais e aí crescerem e atingirem o dossel da mata.

O grande valor de importância da espécie na área, pode ser compreendido através das informações históricas a respeito da frequência de perturbações das matas do interior do Estado de São Paulo: a espécie é típica de matas mesófilas semidecíduas, ocorrendo com pequeno valor de importância (Gabriel, 1990; Nicolini, 1990) passando a assumir maior importância conforme o regime de perturbação é acentuado (Martins 1979; Matthes, 1980; Bertoni, 1984; Mantovani, 1986). A área em estudo sofre forte perturbação antrópica, através da retirada seletiva de madeira antes de 1960, o que provavelmente criou clareiras de tamanho médio, hoje se encontrando em estado avançado de sucessão secundária (Salis, 1990) sugerindo que a espécie tenha atingido um elevado grau de predominância através da sua capacidade de regeneração em clareiras deste tipo. Além disso, a ocorrência esporádica de fogo nestas áreas pode favorecer a ocupação de espécies que possuem reprodução vegetação.

Como afirma Salis (1990) a espécie tende a decrescer em importância a partir do momento em que a probabilidade de ocorrência de clareiras maiores, em geral originadas por ação antrópica, decresce. Além disso, o caráter florestal da formação em sucessão secundária, conferido pela alta frequência de indivíduos arbóreos da espécie favorece a recolonização por espécies que apresentam fases iniciais de crescimento tolerantes as condições de subosque e mais afeitas a ocupação de clareiras pequenas, tipicamente pertencentes a espécies "clímax" e secundárias tardias. (Budowski 1965, 1970;

Bazzaz & Pickett, 1980; Oldeman, 1983; 1986; 1990; Swaine & Hall, 1988; Swaine & Whitmore, 1988; Oldeman & Van Dijk, 1991).

As características apresentadas por *Centrolobium tomentosum* em relação à formação da copa, arranjo foliar, ciclo de vida e estratégia de regeneração indicam o comportamento caracteristicamente secundário da espécie (Budowski, 1965, 1970; Swaine et al. 1988; Whitmore, 1974), mesmo quando são analisadas sob diferentes critérios de separação dos grupos ecológicos, o que tem gerado grande confusão na literatura (Swaine & Whitmore, 1988).

A história de vida, conceito associado ao desenvolvimento vegetativo do indivíduo arbóreo, apresentado por *C. tomentosum* é caracterizado como dependente de clareira, ali se estabelecendo e crescendo até a maturidade (Oldeman & Van Dijk, 1991).

Do ponto de vista específico, isto é, da população, é fundamental a consideração da estratégia reprodutiva, que junto com os aspectos da história de vida vai resultar na avaliação do "temperamento" da espécie, noção antiga e não muito bem definida na literatura, mas cujo sentido é auto-evidente. Oldeman & Van Dijk (1991) o define como o conjunto de reações de crescimento e desenvolvimento de uma árvore no seu ambiente ao longo do seu ciclo de vida, isto é, a combinação das preferências ambientais, desde a germinação até a fase madura do indivíduo.

Segundo Bazzaz & Pickett (1980), Pickett (1983), Oldeman & Van Dijk (1991), as espécies arbóreas tropicais podem ser divididas basicamente em dois grupos em relação as estratégias reprodutivas, dependência de clareira e atividade ecofisiológica do metabolismo: "gambler" - jogador - produzem grande número de plântulas incapazes de sobreviver no subosque sombreado, necessitando de luz para seu estabelecimento e crescimento. Estas espécies investem grande esforço reprodutivo com chances altas de no mínimo uma plântula se estabelecer em clareiras; "Struggle" - lutador, produzem pequeno número de plântulas persistentes que apresentam algum crescimento no subosque fortemente sombreado, e algumas serão capazes de completar seu ciclo de vida.

Oldeman & Van Dijk (1991) sugerem uma classificação dos temperamentos mais ampla, combinando a estratégia reprodutiva e as características vegetativas foliares e da estruturação da copa das espécies. Esta classificação na verdade, compõe um contínuo de temperamentos, que podem ser divididos em 5 grupos básicos. Segundo esta classificação *C. tomentosum* se enquadra na categoria de "hard-gambler" - jogador inveterado - onde os propágulos são produzidos em grande número, as plântulas só sobrevivem e crescem sob luz, sendo esta condição principalmente encontrada em eco-unidades de tamanho médio a grande. *Centrolobium tomentosum* adapta-se muito bem a esta classificação, exceto quando se analisa o tamanho do seu fruto. Este é relativamente grande e pesado, não sendo produzido em números muito elevados. Este aspecto reafirma o comentário do autor quando considera que há na realidade um contínuo de temperamentos entre os polos opostos, e que portanto, as espécies dificilmente apresentam todas as características preditas em cada um dos grupos básicos.

Em relação a produção de propágulos, a espécie apresenta a formação de um banco de plântulas sazonal e transitório (no verão subsequente a dispersão dos frutos) que sofre pesada mortalidade no período mais seco (inverno) subsequente à germinação. Os resultados indicam a ocorrência de certa latência no crescimento da parte aérea ao longo do primeiro ano após a germinação, provavelmente devido ao maior investimento na parte subterrânea, fundamental para o estabelecimento. Aquelas plântulas que sobreviverem às condições adversas são bastante favorecidas no início da estação chuvosa (primavera) quando a maior umidade do ambiente e a abertura do dossel provocado pelo comportamento semidecíduo característico das matas mesófilas de planalto. Estas condições favoráveis propiciam então, uma maior possibilidade para o estabelecimento efetivo com o consequente recrutamento. Se ainda há a abertura de uma clareira, esta possibilidade é muito elevada, resultando no crescimento da planta.

A correlação entre o temperamento da espécie e o desenvolvimento e arquitetura da eco-unidade é consequência do fato que as árvores são os componentes determinantes do ecossistema florestal, e suas características adaptativas às condições ambientais encontradas durante seu desenvolvimento determinam o tipo de eco-unidade que formarão.

Em vista destes aspectos a classificação do temperamento de *C. tomentosum* pode ser resumido em: arranjo foliar esférico ou hemi-esférico, status sucessional inicial (secundário inicial), origem da eco-unidade através de grandes clareiras, dependente de luz e intolerante a sombra, modelo tipo leeuwenberg, arquitetura dos ramos em simpódio tridimensional com grandes folhas compostas congestas, árvores grandes e provavelmente de vida longa (certamente mais longa que de espécies pioneiras), podendo ter um papel predominante na fragmentação das eco-unidades maiores em menores, já que domina o dossel.

A recuperação do ecossistema ciliar apresenta um aspecto complicador adicional que é a recuperação do solo uma vez que após o corte da floresta, este é extremamente perturbado. A remoção da cobertura vegetal em geral leva à remoção da sua camada superior fértil através dos processos erosivos, além da maior exposição à radiação que resulta na elevação da temperatura média, déficit de pressão, saturação e amplitudes diurnas (Anderson & Spencer, 1991). A redução na capacidade de infiltração pela compactação (Nortcliff & Dias, 1988) eleva a erosão devido ao fluxo superficial, antes desprezível. Assim, qualquer processo de restauração do ecótono ciliar deve considerar alternativas de manejo cuidadoso destes solos.

IV.4 - PRODUÇÃO E DECOMPOSIÇÃO DO FOLHEDO DE *Centrolobium tomentosum*

A queda média de folheto por indivíduo ocorreu durante todo o ano com o mínimo em outubro de 1990 igual a 0,0469 g ind. dia⁻¹. Ocorreram dois picos ao longo do ano: o maior em agosto correspondendo a 4,2675 g ind. dia⁻¹ e julho 1991 com 1,6993 g ind. dia⁻¹; o segundo em janeiro com 1,7777 g ind. dia⁻¹ e fevereiro com 1,7146 g ind. dia⁻¹ (Figura 50).

A produção total anual de folheto para a região de estudo (90 árvores produtivas ha⁻¹) atingiu 424.63 kg ha⁻¹ (4.72 kg árvore⁻¹) sendo 271.33 kg ha⁻¹ de folíolos (63,9%), raques 70.26 kg ha⁻¹ (16,6%), flores 48.20 kg ha⁻¹ (11,3%) e frutos 34.84 kg ha⁻¹ (8,2%).

A concentração de nutrientes (%) nos diferentes componentes do folheto variou sazonalmente (figura 33), com as maiores amplitudes encontradas nos folíolos e raques. A dinâmica sazonal das concentrações nos folíolos apresentou um comportamento bimodal que acompanha o comportamento de queda dos folíolos: as concentrações são maiores nos períodos onde a queda é menor, ou seja, em setembro-novembro (1990 e 1991) e março (1991) e menores nos períodos de queda em janeiro-fevereiro e junho-agosto (1991). Em relação as raques os elementos apresentaram baixas concentrações em agosto 1990 durante o período de queda, e apresentando valores maiores em novembro de 1991 nas raques recém distendidas coletadas na copa para comparação.

As concentrações de Ca foram maiores nas folhas maduras (raques e folíolos) que nas jovens.

As concentrações de Mg mostraram pouca variação ao longo do ano nos folíolos, mas foi maior nas raques maduras do que nas jovens.

As concentrações de enxofre nos folíolos mostrou variações sem um padrão definido. Para raques não mostrou variação em relação à idade destas.

Os frutos apresentaram maior concentrações de N, Ca, Mg e S nos abortos que nos maduros. As concentrações de K mostraram tendência inversa e a de P não variou.

O cálculo da transferência de elementos através do folheto resultou num total de 6.05 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ (67.2 g árvore⁻¹ ano⁻¹) de nitrogênio, 0.39 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ (4.3 g árvore⁻¹ ano⁻¹) de fósforo, 2.34 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ (26.0 g árvore⁻¹ ano⁻¹) de potássio, 6.96 Kg ha⁻¹ (77.3 g árvore⁻¹ ano⁻¹) de cálcio, 1.17 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ (13.0 g árvore⁻¹ ano⁻¹) de magnésio e 0.90 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ (10.0 g árvore⁻¹ ano⁻¹) de enxofre para uma densidade de 90 ind. ha⁻¹.

O processo de decomposição mostrou um comportamento sazonal (figura 51) com uma clara interrupção do processo durante a estação seca (27/04/90 a 16/09/90). Entretanto a dinâmica de decaimento apresentou um padrão exponencial considerando também este período de baixa atividade %PS = 0,9459 e^{-0,0015t} r² = 0,90 (t = em dias).

As porcentagens remanescentes do folheto a cada intervalo são apresentadas na figura 51. O tempo necessário para 50% de decomposição foi estimada através da curva de correlação, resultando em 435,5 dias, isto é, sendo necessário cerca de 2,4 anos para que o folheto de *C. tomentosum* depositado seja totalmente decomposto. A taxa de decomposição em base anual foi de 44,57%.

O comportamento de perda dos nutrientes do folheto em mg gPS⁻¹ para o ambiente (Figura 52), foi muito diverso para cada um. O nitrogênio e o cálcio apresentaram decaimento lento e constante, resultando em um comportamento linear ([N] = 85,22873 - 0,06128t; [Ca] = 95,5878 - 0,1195t). O tempo para 50% de transferência de N é muito alto, correspondendo a 697 dias, enquanto para o Ca é de 388 dias.

O enxofre apresentou comportamento exponencial ([Ca] = 8,9479 e^{0,00275t}) que resultou em 145 dias para atingir 50% da concentração inicial.

O decaimento de potássio e magnésio apresentaram comportamento logarítmico ([K] = 8,622 - 0,998 ln t; [Mg] = 12,2184 - 0,5410 ln t). O potássio leva cerca de 2,5 dias para atingir 50% da concentração inicial, enquanto o Mg parece se estabilizar acima desta concentração.

O fósforo apresentou comportamento complexo não configurando uma curva de decaimento.

Ao longo do processo de decomposição os elementos apresentaram diferentes comportamentos em relação a concentração nos tecidos foliares:

- nitrogênio - tendência de elevar a concentração com a perda de peso que apresentou padrão sazonal, como já apresentado ([N] = 1921 - 0,583%PS r = 0,87).
- fósforo - tendência inicial de elevação da concentração com a perda de peso, seguida do processo inverso
- potássio - apresentou grande declínio de concentração no início, e a seguir uma tendência de lento declínio.

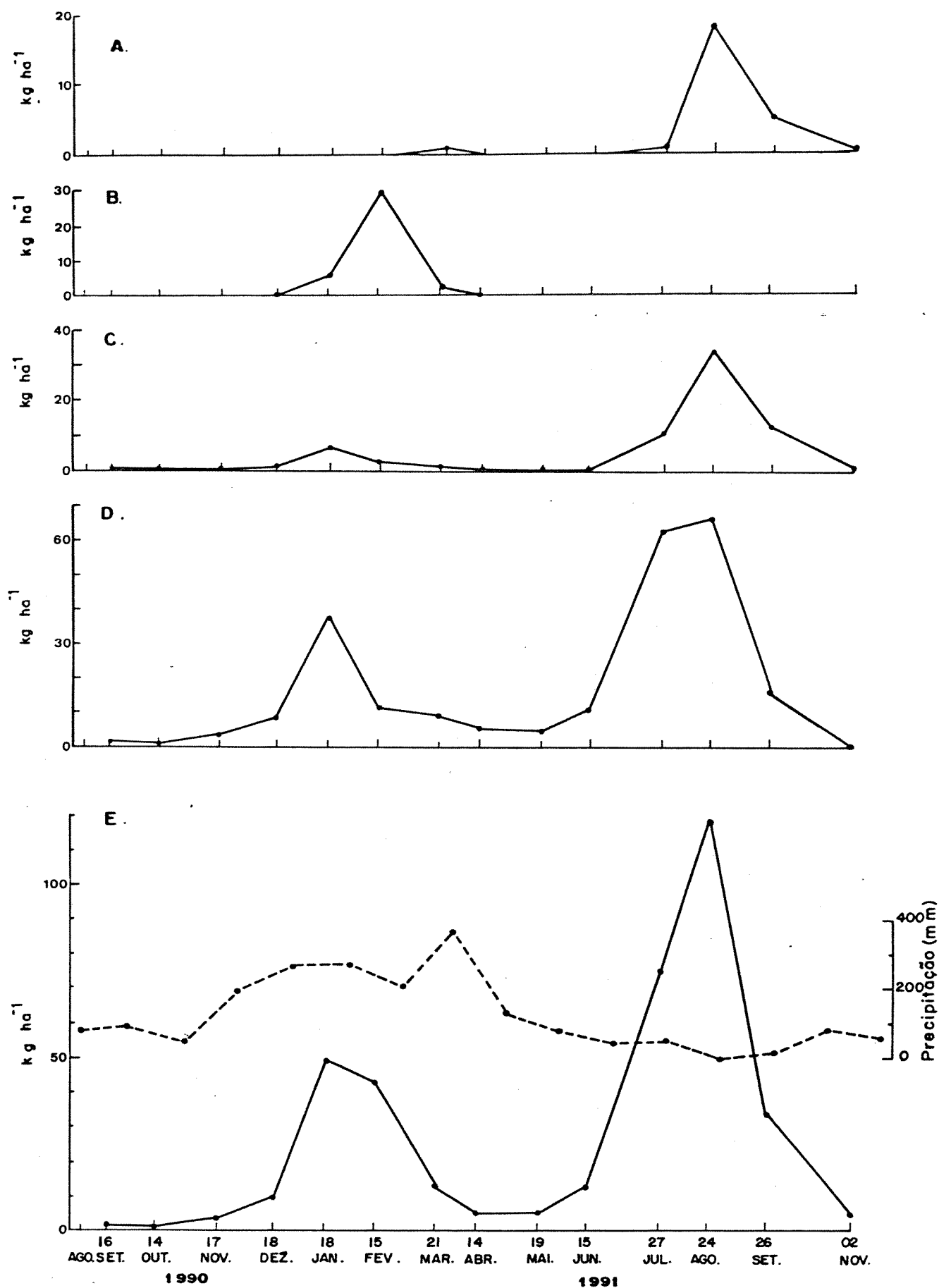


Figura 50 - Produção de folheto (Kg ha⁻¹) de *Centrolobium tomentosum* na área de estudo (densidade de 90 indivíduos produtivos por hectare). A) Frutos (8.2%); B) Flores (11.3%); C) Raques (16.6%); D) Folíolos (63.9%) e E) Produção total e precipitação mensal no período.

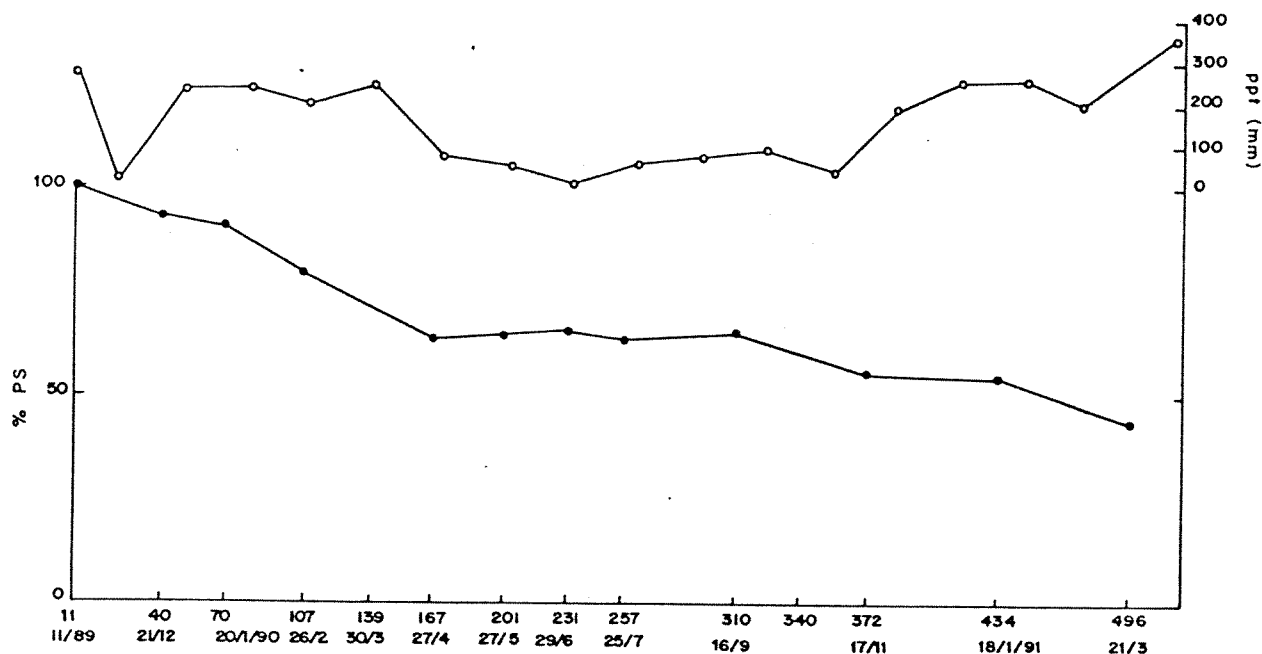


Figura 51 - Curva de decomposição de folheto de *Centrolobium tomentosum* em %, e a precipitação ao longo do período de estudo (N = 12).

- cálcio - tendência inicial de elevação da concentração seguido de estabilização.
- enxofre e magnésio - declínio inicial de concentração seguido de padrão pouco definido.

A dinâmica de nutrientes nas florestas tropicais tem recebido muita atenção nos últimos anos. Vitousek (1984) apresenta uma revisão sobre os padrões de ciclagem de nitrogênio, fósforo e cálcio em 62 florestas tropicais, concluindo que as florestas tropicais de planícies tem mais nitrogênio e menor proporção de peso seco por nitrogênio no folheto do que florestas temperadas, sendo o retorno de fósforo muito baixo. O autor conclui que o fósforo, e não o nitrogênio, é normalmente limitante nestes sistemas. Cuevas & Medina (1986) concluem que na Amazônia, a floresta de terra firme é limitada por fósforo, enquanto a caatinga o é por nitrogênio.

Apesar deste grande interesse, poucos estudos sobre ciclagem de nutrientes tem sido realizados nas matas mesófilas semidecíduas e matas ciliares do Estado de São Paulo (Meguro et al., 1979; Carpanezzi, 1980; Delitti, 1984; Diniz, 1987; Cézar, 1988; Lamparelli, 1989; Pagano, 1989a; Poggiani et al., 1990; Morellato, 1992).

Nos estudos realizados em mata ciliar a quantidade de folheto produzido corresponderam a: 10503 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Lençóis Paulista (Carpanezzi, 1980); 6687 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Mogi Guaçu (Delitti, 1984) e 5683 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Itirapina (Lamparelli, 1989). Em mata mesófila semidecídua foram de 9400 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em São Paulo (Meguro et al., 1979), 8600 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Rio Claro (Pagano, 1989), 9100 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Anhembi (Cezar, 1988) 11600 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Araras (Diniz, 1987) e 8600 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ em Jundiá (Morellato, 1992).

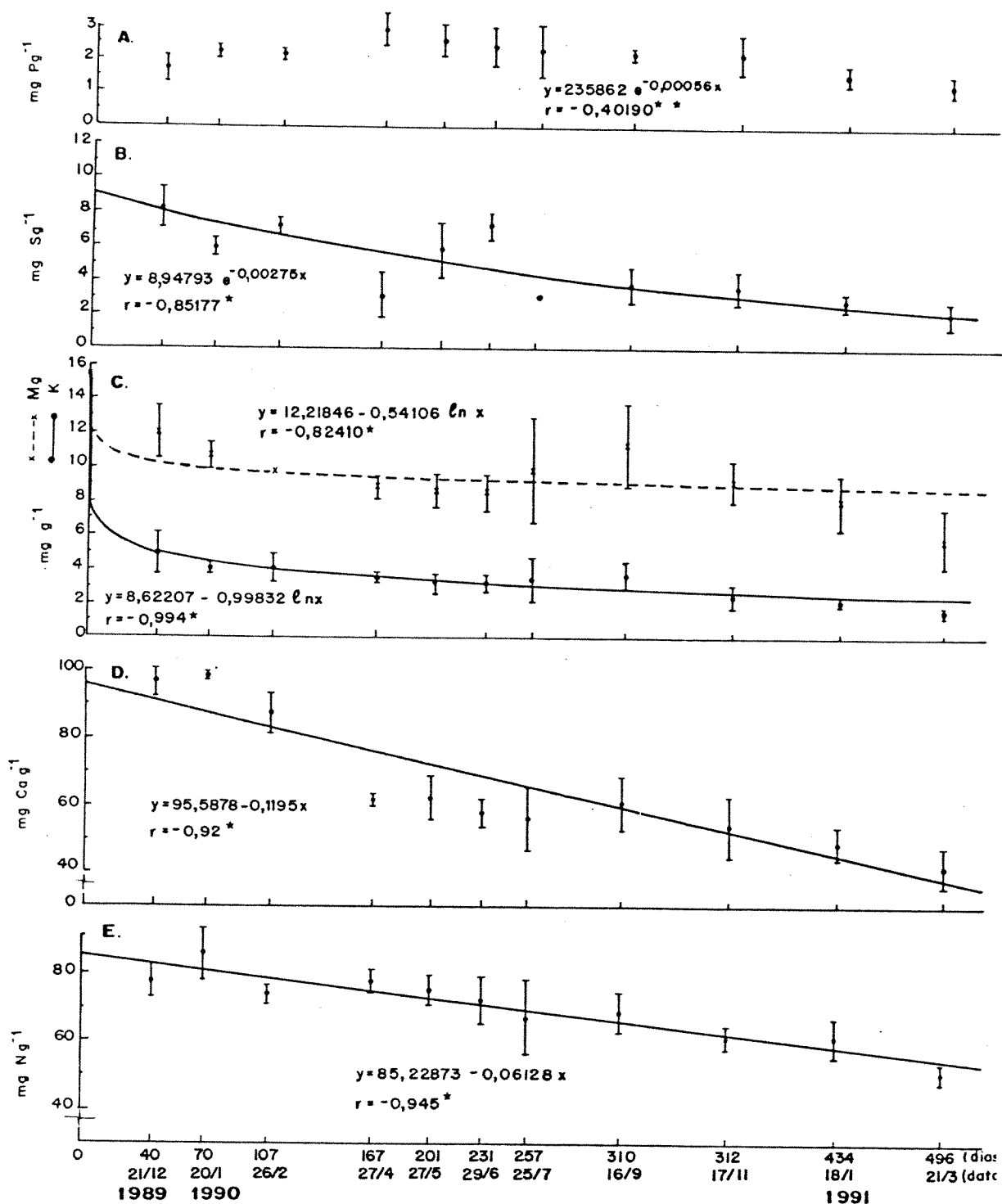


Figura 52 - Curvas de translocação dos macronutrientes do folheto de *Centrolobium tomentosum* para o solo: A - translocação de fósforo; B - translocação de enxofre; C - translocação de magnésio e potássio; D - translocação de cálcio; E - translocação de nitrogênio. (* significante $p < 0.005$; ** não significante).

O folheto produzido por *Centrolobium tomentosum* ($424.63 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) representa cerca de 4-6% dos valores estimados para as matas ciliares, porém deve ser considerado que tais valores correspondem a produção de toda a comunidade, o que torna a comparação inadequada. Garrido & Poggiani (1982) trabalhando em Assis, SP., apresentam a deposição anual em $\text{g ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de povoamento puros de espécies nativas em espaçamento inicial de $2 \times 2 \text{ m}$ que resulta em uma densidade de 2500 indivíduos por hectare. A transformação destes resultados para comparação (densidade de 90 ind ha^{-1}) indica que: *Anadenanthera falcata* (Angico) depositou $157,7 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; *Astronium urundeuva* (Aroeira) depositou $82,7 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; *Gochnatia polymorpha* (Cambará) depositou $171,0 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$; e *Tabebuia impetiginosa* (Ipê-roxo) depositou $35,2 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Nos estudos realizados em mata mesófila semidecídua, a fração folha representou entre 62% a 71% do total do folheto produzido. O resultado obtido com *C. tomentosum* foi pouco maior quando se considera conjuntamente as raques (19,1%) e folíolos (63,2%). Este valor sensivelmente superior pode ser consequência da não inclusão de material lenhoso no folheto estudado.

Morellato (1992) indica o comportamento sazonal da produção de folheto nas matas mesófilas onde o pico ocorre durante a estação seca. O autor sugere ainda, que este pico está relacionado à seca sazonal associada à baixa temperatura.

Centrolobium tomentosum apresentou um padrão de deposição bimodal, isto é, com dois picos correspondendo aos períodos de janeiro-fevereiro ($92,807 \text{ Kg ha}^{-1}$ - 24,6% e julho-agosto $193,435 \text{ Kg ha}^{-1}$ - 51,3%). Este comportamento bimodal também foi descrito para *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. em Assis (Garrido & Poggiani, 1982), onde a deposição ocorreu em setembro-outubro e dezembro. Entretanto este resultado sugere mais a ocorrência de certa descontinuidade durante o mês de novembro do que um claro comportamento bimodal. O comportamento de *Centrolobium tomentosum* está claramente relacionado aos eventos sazonais, isto é, o pico de verão está associado ao período de floração, quando ocorre a translocação de nutrientes das folhas para investimento na reprodução e com a estação seca onde ocorre a reabsorção dos nutrientes mais solúveis para reinvestimento no próximo período de crescimento vegetativo, como sugere a análise da figura 33.

Os padrões de transferência de elementos através do folheto em florestas tropicais é revisado por Vitousek, (1984), e em relação a mata ciliar Delitti (1989) apresenta uma revisão. Quanto a transferência apresentada pelas espécies, as informações são escassas (Dunham, 1989; Britez et al., 1992; Garrido & Poggiani, 1982).

Britez et al. (1992) trabalhando em floresta de araucária, São Mateus do Sul, Paraná, apresenta os valores anuais de produção de serrapilheira (Kg ha^{-1}) e concentração de nutrientes (referente ao mês de maior deposição) para espécies decíduas: *Cedrella fissilis*, espécie típica de matas mesófilas atingiu $176 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para folheto, $3,04 \text{ Kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, $0,14 \text{ Kg P ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, $2,17 \text{ Kg Ca ha}^{-1}$, $0,35 \text{ Kg Mg ha}^{-1}$. Entretanto os autores não indicam a densidade na qual ocorre, impossibilitando comparações.

As transformações para fins de comparação dos dados de Garrido & Poggiani (1982) indicam que: *Anadenanthera falcata* depositou, em $\text{Kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, 3,06 N; 0,10 P; 0,53 K; 1,14 Ca e 0,25 Mg; *Astronium urundeuva* 1,17 N; 0,09 P; 0,48 K; 0,86 Ca; 0,22 Mg. *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr., 2,06 N; 0,08 P; 2,14 K; 1,09 Ca; 0,50 Mg; e *Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl. 0,41 N; 0,02 P; 0,38 K; 0,70 Ca; 0,11 Mg.

Estes resultados comparados aos obtidos em *Centrolobium tomentosum* são sensivelmente menores para todos os elementos analisados, indicando a relevância da espécie no processo de ciclagem de nutrientes no ecótono mata ciliar. Os altos valores de produtividade e transferência de elementos no folheto também sugerem um maior potencial de assimilação e/ou maior eficiência no uso dos nutrientes, reforçando a possibilidade de maior capacidade de filtração do fluxo de água que atravessa o sistema.

A taxa de decomposição de $44,57\% \text{ ano}^{-1}$ para a espécie é comparável aos obtidos para *Ilex obcordata* e *Podocarpus urbanii* e maior que *Guarea swartzii* na Jamaica (Tanner, 1981). As informações na literatura que utilizam esta taxa em relação a espécies são muito escassas sendo difícil maiores comparações.

A dinâmica de decomposição apresentou comportamento exponencial como sugerido por Jenny et al., (1949), Olson (1963) e Swift et al. (1979), mesmo tendo apresentado um estágio de menor decaimento durante o inverno.

O papel regulatório de fatores físicos ambientais, principalmente temperatura e umidade, sobre a atividade dos decompositores é bem conhecido (Anderson & Swift, 1983; Swift et al., 1979). Em ambientes sazonais onde a umidade e temperatura decrescem até valores críticos, a atividade de decomposição praticamente cessa, como demonstrado neste estudo.

É interessante notar que devido o processo de reabsorção de nutrientes solúveis no período que antecede o pico de queda do folheto, este é descartado com a concentração mínima de N, P e K e máxima de Ca.

A dinâmica de transferência dos nutrientes do folheto em decomposição apresentou 3 comportamentos diferentes: a) N e Ca apresentaram decaimento constante com a perda de peso, sugerindo que estão associados a componentes estruturais dos tecidos. O N apresenta um efeito de elevação da concentração (%) com o decorrer da perda de peso sugerindo que tende a se tornar menos disponível, provavelmente associado a tanização de proteínas pelos fenóis produzidos durante a decomposição ou pela imobilização no protoplasma microbiano que só são liberados com a morte (Swift et al., 1979); b) o S apresenta decaimento exponencial e um padrão complexo quanto a concentração nos tecidos durante a decomposição; c) o Mg e K apresentam decaimento logarítmico com grande perda inicial através da lixiviação (Gosz et al., 1973; Anderson & Swift, 1983; Swift et al., 1983), permanecendo então relativamente constantes. Esta estabilidade relativa pode ser resultado da retenção pelos heterótrofos para o K (Gosz et al., 1973) e parede celular como pectato de magnésio (Swift et al., 1983).

Em relação ao S, Gosz et al. (1973) sugere que sua retenção, assim como aconteceu neste estudo, deve estar associada a imobilização no protoplasma dos decompositores.

IV.5 - DISCUSSÃO GERAL

Um ecótono não é simplesmente um limite ou uma fronteira. Ele constitui a interação entre dois ou mais ecossistemas, que resulta em processos não existentes em nenhum dos ecossistemas componentes.

Em ambos, ecossistemas e ecótonos, valem os mesmos princípios fundamentais quanto a dinâmica de energia, materiais e espécies. Entretanto, os ecótonos são caracterizados por descontinuidades e taxas de alterações na intensidade e direção dos fluxos, enquanto a dinâmica dos ecossistemas é essencialmente estabilizada por mecanismos de auto-regulação.

Os ecótonos são inerentemente instáveis, mas podem ser auto-sustentados ao longo do tempo e espaço (Naiman et al., 1989).

Em bacias hidrográficas, a eficiência do ecótono ciliar na retenção de nutrientes e sedimentos está relacionada a área que ocupa na paisagem e a flutuação do nível da água. A retenção é mais eficiente quando as áreas ripárias (senso Rodrigues, 1991) são inundadas e o lençol freático que está mais próximo da superfície coloca a água em contato com as áreas mais altas fora da influência direta da inundação, e que transportam sedimentos e nutrientes, favorecendo os processos de filtração e tamponamento. A habilidade do ecótono na retenção depende da topografia, comprimento do ecótono e densidade da vegetação e folheto, sendo maior onde ocorre abrupta diminuição da energia cinética da água e vento.

A dinâmica dos fluxos de nutrientes, energia e água através do ecótono determina como este interage com os ecossistemas adjacentes, mas que entretanto, apresenta um padrão complexo e não bem compreendido. Apesar deste fato, alguns processos regulatórios são evidentes: a vegetação e hidrologia compõem um sistema de controle recíproco, pois quando a planta cresce altera os padrões do fluxo de água e deposição de sedimentos, o que por sua vez afeta a germinação, crescimento e distribuição das várias espécies vegetais; a vegetação e os microorganismos formam um segundo sistema porque a qualidade do detrito vegetal, de origem interna ou externa ao ecótono, afeta a atividade microbiana essencial para a mineralização dos nutrientes requeridos para o próprio crescimento vegetal. A taxa de decomposição geralmente é maior nos ecótonos que nos ecossistemas aquático e terrestre adjacentes e é proporcional à maior produtividade primária. A ação conjunta destes dois sistemas reciprocamente regulados, resulta em um alto fluxo de substratos orgânicos que são intensivamente degradados no próprio ecótono.

O modelo de dinâmica florestal da mata ripária (senso Rodrigues, 1991) (figura 53) do rio Passa Cinco é uma proposição bastante adequada para a visualização da composição do ecótono e seus fatores determinantes essenciais. Na verdade é na zona ocupada pelas diferentes formações florísticas e/ou fisionômicas com diferentes comportamentos quanto a presença da água, que as características do ecótono emergem e determinam a intensidade e direção dos fluxos. O modelo proposto também ressalta a importância da formação florestal e dos seus processos reguladores na estruturação do ecótono, como um todo.

Em vista da enorme e ainda crescente degradação dos ecótonos ciliares do interior do Estado de São Paulo, que comprometem a qualidade ambiental das bacias hidrográficas, é urgente o desenvolvimento de alternativas, locais e regionais, para a recuperação destas áreas a fim de minimizar o impacto das atividades antrópicas sobre o ecossistema, podendo inclusive transformá-las em áreas produtivas sob o ponto de vista do desenvolvimento sustentado de florestas. (Schreckenberg & Hadley, 1991).

Considerando a alta complexidade da dinâmica do ecótono ciliar, cuja reabilitação depende necessariamente da restauração de suas características estruturais e principalmente funcionais, relacionadas à estabilidade do solo e margens do curso d'água, retenção de nutrientes e sedimentos, alta produtividade, habitat para ocupação e regeneração de espécies e a regulação da qualidade e fluxo superficial da área, é clara a necessidade de modelos de recomposição que levem em consideração estes aspectos.

Mas, apesar da urgente necessidade de ação, muito pouco se conhece sobre o ciclo de vida, necessidade ecofisiológica, capacidade competitiva, sistema reprodutivo, estratégia regenerativa, enfim, sobre a autoecologia da maioria das espécies vegetais que ocorrem nestes habitats. Esta limitação sobre os requerimentos de espécies individuais é o maior obstáculo para a implantação adequada dos projetos de recuperação.

Este estudo procurou demonstrar o potencial ecológico de utilização de *Centrolobium tomentosum* como parte de um programa de reabilitação dos ecótonos ciliares na bacia do rio Jacaré-Pepira.

Assim, a principal proposta deste estudo é a utilização mais intensa de *Centrolobium tomentosum* nos projetos de recuperação de ecótonos ciliares com o objetivo de restaurar a estrutura arquitetônica da formação florestal e alguns aspectos funcionais deste. Esta abordagem é fundamental no primeiro momento, pois a preocupação deve ser a recuperação funcional do sistema e não a recomposição da biodiversidade, objetivo muito complexo e difícil, se é que possível.

Um exemplo de metodologia que associa a recuperação de áreas degradadas e o manejo florestal, na qual *Centrolobium tomentosum* poderia ser utilizada em consorciação com outras espécies importantes, é apresentada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1991) onde a área justaposta aos corpos d'água são divididas em 3 zonas: zona 1 - área em contato com o corpo d'água (largura mínima de 15 pés, isto é, 4,5 m) recoberta por formação florestal não manejável e adaptada à condição de inundação periódica; zona 2 - área justaposta à zona 1 e recoberta por floresta manejada através de cortes seletivos periódicos, cujo objetivo é remover os nutrientes capturados nos tecidos lenhosos dos vegetais, contribuindo assim para a manutenção dos processos de absorção de nutrientes do solo através do crescimento das árvores (largura mínima de 60 pés, isto é, 18 m); zona 3 - área de controle de fluxo hídrico onde deve haver barreiras (por exemplo curvas de nível) que dispersam o fluxo concentrado, facilitando a infiltração da água no solo (largura mínima de 20 pés, isto é, 6 m).



Figura 54 - Modelo de manejo florestal da Mata Ciliar proposto pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos: zona 1- formação florestal não manejável; zona 2 - formação florestal manejada através de cortes seletivos periódicos para remoção dos nutrientes imobilizados nos tecidos lenhosos para a manutenção dos processos de absorção; zona 3 - área de controle de fluxo hídrico com curvas de nível para dispersão do fluxo concentrado. (adaptado de USDA, 1991).

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Centrolobium tomentosum é uma espécie que apresenta as seguintes características básicas:

- germinação sincrônica e não apresentando dormência.
- forma banco de plântulas de verão que apresenta certa "latência" ao longo do primeiro ano de crescimento.
- crescimento rápido com produção de boa madeira e determinado pelas condições sazonais do ambiente onde ocorre.
- espécie típica das matas mesófilas semidecíduas do estado de São Paulo, podendo ocorrer próximo aos rios quando a situação topográfica evita influência direta de inundação.
- espécie de distribuição agregada, tanto pela ocorrência de reprodução vegetativa como pela dispersão de frutos a curta distância.
- padrão fenológico sazonal com floração sincrônica no verão, dispersão de frutos e deciduidade no inverno e brotamento de folhas no início da estação chuvosa (primavera)
- padrão de senescência foliar de aspecto bimodal, associado à época de reprodução (verão) e deciduidade (inverno). A queda de folhas durante o verão está associada à translocação dos nutrientes para o esforço reprodutivo, enquanto a queda de inverno está associada a estocagem para investimento no período de crescimento seguinte.
- a expectativa de vida foliar das plântulas oscila em torno de 5.5 meses, independente da época de emergência.
- as árvores adultas apresentam coortes foliares com funções e expectativas de vida diferentes.
- polinizada por abelhas grandes generalistas de voo longo e de alto do dossel da mata.
- sistema reprodutivo obrigatoriamente auto-compatível.
- modelo arquitetônico do tipo Leewenberg, com eixo de crescimento determinado e vertical, compondo uma sucessão simpodial de módulos.
- plântulas com potencial indutivo da atividade da enzima de redução de nitrato (nitrato redutase), tanto em folha como nas raízes.
- preferência de redução de nitrato nas folhas indica a significância ecofisiológica adaptativa na ocupação de ambientes de clareira.
- espécie com temperamento "hard gambler" - arranjo foliar esférico com grandes folhas compostas congestas espiraladas, de sucessão inicial, de eco-unidade média, dependente de luz e intolerante à sombra, árvore grande de vida relativamente longa.
- alta produtividade e transferência de nutrientes para o solo, além de nodulante.

VI - BIBLIOGRAFIA

- ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (ACIESP). - 1987. **Glossário de ecologia**. 271 p. São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. de, HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B. de & FUCK, R. - s.n.t. **Províncias Estruturais Brasileiras**. 43p.
- ALMEIDA, F.F.M., HASUI, Y., PONÇANO, W.L., DANTAS, A.S.L., CARNEIRO, C.D.R., MELO, M.S., BISTRICHI, C.A. - 1981a. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, v.1, São Paulo, 126p.
- ALMEIDA, C.L.F., OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. - 1981b. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Brotas: 1. Mapa de solos**. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas.
- ALMEIDA, C.L.F.; OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. - 1982. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadrícula de Jaú: mapas de solo**. Instituto Agrônomo de Campinas.
- ANDERSON, J.M. & SWIFT, M.J. - 1983. Decomposition in tropical forests. In: Sutton, S.L.; Whitmore, T.C. & Chadwick, A.C. (ed) **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Blackwell Scientific Publ. p.287-310.
- ANDERSON, J.M. & SPENCER, T. - 1991. Carbon, nutrient and water balances of tropical rain forest ecosystems subject to disturbance: Management implications and research proposals. **MAB Digest 7**. UNESCO
- ARROYO, M.T.K. - 1981. Breeding systems and pollination biology in leguminosae In: Polhill, R.M. & Raven, P.H. (ed) **Advances in legume systematics, Parts I, II**. Royal Botanical Gardens, Kew, England p. 723-770.
- ARRUDA, F.B.; ZULLO, Jr., J & OLIVEIRA, J.B. - 1987. Parâmetros de solo para cálculo da água disponível com base na textura do solo. **Rvta. Bras. Ci. Solo** 11: 11-15
- AUGSPURGER, C.K. - 1984. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. **Ecology**, 65(6):1705-1712.
- AXELROD, D.I. - 1966. Origin of deciduous and evergreen habits in temperate forests. **Evolution** 20:1-15
- BAITELLO, J.B.; PASTORE, J.A.; AGUIAR, O.T. de, SÉRGIO, F.C. & SILVA, C.E.F. da. -1988. A vegetação arbórea do Parque Estadual do Morro do Diabo, município de Teodoro Sampaio, Estado de São Paulo. **Acta Bot. Bras.** 1(2): 221-30.
- BASTOS, H.M. - 1952. Contribuição para o conhecimento dendrológico das espécies do gênero *Centrolobium*. **Rodriguésia, Arquivos do Serviço Florestal** - RJ 6: 125-167.
- BAKER, H.G; BAWA, K.S.; FRANKIE, G.W. & OPLER, P.A.- 1983. Reproductive biology of plants in tropical forests. In: Golley(ed.) **Tropical rain forest ecosystems structure and function. Ecosystems of the world 14 A**. Elsevier scientific publishing company p. 183-224.
- BARRELLA, W. - 1989. **Estrutura da comunidade de peixes da bacia do Rio Jacaré-Pepira (SP) em diferentes biótopos**. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- BARTHÉLÉMY, D.; EDELIN, C. & HALLÉ, F. - 1989. Architectural concepts for tropical trees. In: Holm-Nielsen, L.B.; Nielsen, I.C. & Balslev (ed) - 1989. **Tropical Forests. Botanical dynamics, speciation and diversity**. Academic Press. London. 380p.
- BAWA, K.S. - 1974. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community. **Evolution** 28: 85-92.
- BAWA, K.S., PERRY, D.R. & BEACH, J.H. - 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. I sexual systems and incompatibility mechanisms. **American journal of Botany** 72: 331-345.

- BAWA, K.S. & HADLEY, M. (eds.) - 1990. **Reproductive Ecology of tropical forest plants**. Man and Biosphere series vol. 7 UNESCO. The Parthenon Publishing Group.
- BAWA, K.S. & KRUGMAN, S.L. 1991. - Reproductive biology and genetics of Tropical trees in relation to conservation and management. In: GÓMES-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) **Rain forest regeneration and management**. MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris, pg. 119-136.
- BAZZAZ, F.A. & HARPER, J.L. - 1977. Demographic analysis of the growth of *Linum usitatissimum*. **New Phytol.** 78:193.
- BAZZAZ, F.A. & PICKETT, S.T.A. - 1980. Physiological Ecology of tropical Sucession: A Comparative Review. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 11: 287-310.
- BAZZAZ, F.A. - 1991. Regeneration of Tropical forests: physiological responses of pioneer and secondary species. In: GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) **Rain forest regeneration and management**. MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris, pg. 91-118.
- BEARD, I.S. - 1994. Climax Vegetativo in Tropical America **Ecology** 25(2): 127-158.
- BECANA, M. & SPRENT, J.I. - 1987. Nitrogen fixation and nitrate reduction in the root nodules of legumes. **Physiol. Plant.** 70:757-765
- BEEVERS, L. & HAGEMAN, R.H. - 1980. Nitrate and nitrite reduction. In B.J. MIFLIN (Ed). **The biochemistry of plants**. vol. 5, Academic Press, New York, pp. 115-168.
- BERTONI, J.E.A. - 1984. **Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta do interior do Estado de São Paulo: Reserva Estadual de Porto Ferreira**. Tese de Mestrado, UNICAMP, Campinas,
- BERTONI, J.E.A. & MARTINS, F.R. - 1987. Composição florística de floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botanica Brasilica** 1(1): 17-26.
- BOINSKI, S. - 1989. Seasonal patterns in a tropical lowland forest. **Biotropica** 21(3):223-233
- BOURGERON, P.S. - 1983. Spatial aspects of vegetation structure. In: Golley (ed.) **Tropical rain forest ecosystems structure and function**. Ecosystems of the world 14 A. Elsevier scientific publishing company. New York. p. 29-48.
- BRITEZ, R.M.; REISSMAN, C.B.; SILVA, S.M. & SANTOS FILHO, A. - 1992. Deposição estacional de serrapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do sul, Paraná. **Anais II congresso nacional sobre essências nativas**. (no prelo).
- BRANDANI, A.; HARTSHORN, G.S. & ORIAN, G.H. - 1988. Internal heterogeneity of gaps and species richness in Costa Rica tropical wet forest. **J. Tropical Ecology**. 4(2): 99-120.
- BRANDANTI, A.; HARTSHORN, G.S. & ORIAN, G.H. - 1988. Internal heterogeneity of gaps and species richness in Costa Rican tropical wet forest. **J. Trop. Ecol.** 4:99-199.
- BROKAW, N.V.L. - 1985a. Treefalls regrowth, and community structure in tropical forests. In: Pickett, S.T.A. & White, P.S. (Ed.). **The ecology of natural disturbance and patch dynamics** pp. 53-69.
- BROKAW, N.V.L. - 1985b. Gap-phase regeneration in tropical forest. **Ecology** 66(3) - 682-687.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H. - 1984. **Field and laboratory methods for general ecology**. Wmc. Brown Iowa. 2ª ed. 226p.
- BUDOWSKY, G. - 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba** 15:40-42.
- BUDOWSKI, G. - 1966. Los bosques de los trópicos húmedos de América. **Turrialba** 16(3): 278-285.
- BUDOWSKI, G. - 1970. The distinction between old secondary and climax species in tropical central american lowland forests. **Trop. Ecol.** 11(1) 44-48.
- BULLOCK, S.H. & SOLIS-MAGALLANES, J.A. - 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica** 22(1):22-35.
- CÂMARA, I.G. - 1991. **Plano de ação para a Mata Atlântica**. Sos Mata Atlântica. 152p.
- CAMPBELL, W.H. & SAMARELI JR., J. - 1986. Nitrate reductase: biochemistry and regulation. In: Neyra, (ed). **Biochemical basis of plant breeding** vol. II nitrogen metabolism. CRC Press Inc. Florida p. 1-42.

- CARPANEZZI, A.A. - 1980. **Decomposição de matéria orgânica e nutrientes em um floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior Estado de São Paulo**. Dissertação Mestrado ESALQ 101p.
- CAMARGO, J.C.G.; CESAR, A.L.; GENTIL, J.P.; PINTO, S.A.F. & TROPMAIR, H. - 1971. Estudo fitogeográfico da vegetação ciliar do rio Corumbatai, SP. **Biogeografia** - Instituto de Geografia Universidade de São Paulo 3: 1-14.
- CATHARINO, E.L.M.; MANTOVANI, W. & BORGES, H.B.N. - 1987. Composição florística de formações vegetais e fitossociologia de mata ciliar da bacia hidrográfica do ribeirão Passa Cinco, Ipeúna, SP. IN **Resumos do XXXVIII Cong. Nac. Botânica**, São Paulo, pp. 254.
- CATHARINO, E.L.M. - 1989. Florística de matas ciliares. In: **Simpósio sobre Mata Ciliar, SP. Programa e Resumos**. SP. Secretaria do Meio Ambiente, I. Botânica p. 61-70
- CAVASSAN, O.; CESAR, O. & MARTINS, F.R. - 1984. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, Estado de São Paulo. **Revta. Bras. Bot.** 7(2): 91-106.
- CESAR, O. - 1988. **Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro rico, município de Anhembi, SP)**. Rio Claro. Tese (Livre-Docência). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências.
- CETESB - 1989. **Levantamento da vegetação nativa remanescente da bacia do rio Jacaré-Pepira. Relatório Parcial 1 - Município de Brotas, São Paulo**.
- CETESB - 1992. **Levantamento da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Jacaré-Pepira. Relatório técnico (no prelo)**.
- CONSEMA - 1985. **Áreas Naturais do Estado de São Paulo**. CONSEMA, São Paulo.
- CHABOT, B.F. & HICKS, D.J. - 1982. The ecology of leaf life spans. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 13: 229-259.
- CHARLES-EDWARDS, D.A.; DOLEY, D. & RIMMINGTON, G.M. - 1986. **Modelling plant growth and development**. Academic Press inc. Florida 235p.
- CORBY, H.D.L. - 1981. The systematic value of leguminous root nodules. In: Polhill, R.M. & Raven, P.H. (ed) **Advances in legume systematic. Parts I, II**. Royal Botanical Gardens, Kew, England 1049p.
- CORTEZ, A.T.C.- 1991. **Contribuição ao estudo das matas ciliares: o exemplo da porção meridional do APA de Corumbataí (SP)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo.
- COSTA, L.G.S. - 1992. **Estrutura e dinâmica de trecho de mata mesófila, semidecídua, na estação ecológica de Ibicatu, Piracicaba. SP**. Tese Mestrado Ecologia Instituto de Biologia, USP, São Paulo.
- COUTINHO, L.M. - 1978. O conceito de cerrado. **Revta. Bras. Bot.** 1(1) 17:24.
- COUTINHO, L.M. - 1990. Fire in the ecology of brasilian cerrado. In: Goldammer, J.G. (ed.) **Fire in tropical biota**. Ecol. Studies 84: 82-105.
- CPLA/SMA - 1989. **Subsídios para o planejamento ambiental da Bacia do rio Jacaré-pepira**. Relatório de trabalho.
- CRAWLEY, M.J. (ed) - 1986. **Plant Ecology**. Blackwell Scientific Publications Oxford 496p.
- CUEVAS, E. & MEDINA, E. - 1978. Nutrients dynamics within Amazonian forests II. Fine roots growth, nutrient availability and leaf litter decomposition. **Oecologia** 76:222-235
- DAUBENMIRE, R. - 1971. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forest in north-western Costa Rica. **J. Ecol.** 60:147-170.
- DENSLOW, J.S. - 1980. Patterns of plant species diversity during succession under different disturbance regimes. **Oecologia** 46: 18-21.
- DÉCAMPS, H. & R.J. NAIMAN - 1990. Towards an Ecótone perspective. In: Naiman & Décamps (eds) - 1990a. **The ecology and management of Aquatic - Terrestrial ecótones**. Man and the Biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. p.1-6.
- DELITTI, W.B.C. - 1982. **Aspectos dinâmicos da serapilheira de uma floresta implantada de Pinnus elliottii Engelm. var. elliottii (Mogi Guaçu, SP)**. Tese de Mestrado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.

- DELITTI, W.B.C. - 1984. Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinnus elliottii* Engelm. var. *elliottii* (Mogi Guaçu, SP). Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- DELITTI, W.B.C. - 1989. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares In: **Simpósio sobre Mata Ciliar, SP. Programa e Resumos**. SP. Secretaria do Meio Ambiente, I. Botânica p.88-98.
- DEMATTÊ, M.E.S.P.; AQUINO, C.A. de; RODRIGUES, E.H. de A. & LOUREIRO, N. - 1987. Árvores e palmeiras de matas ciliares remanescentes nos municípios de Jaboticabal e Guariba. In: **Resumos XXXVIII Cong. Nac. Bot.** São Paulo, p. 284.
- DEMATTÊ, J.L.I. - 1989. Caracterização e formação de solos sob mata ciliar. In: **Simpósio sobre Mata Ciliar, SP. Programa e Resumos**. SP. Secretaria do Meio Ambiente, I. Botânica p. 14.
- DENSLOW, J.S. - 1987. Tropical Rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Rev. Ecol. Syst.* 18:431-451.
- DIAZ, P. - 1992. Araribá (*Centrolobium tomentosum* Guillem. ex Benth. - FABACEAE) Revisão bibliográfica de essência nativa de grande potencial silvicultural. **Anais II Congresso de Essências Nativas**.
- DINIZ, S. - 1987. Ciclagem e nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folheto em um ecossistema de mata mesófila semidecídua, no município de Araras, SP. Tese Mestrado IB UNESP, Rio Claro.
- DIRZO, R. & SARUKHAN, J. - 1984. (ed) Perspectives on plant population ecology. Sinaner Associates Inc., Publishers USA 478p.
- DUNHAM, K.M. - 1989. Litterfall, nutrient-fall and production in *Acacia albida* woodland in Zimbabwe. *J. Trop. Ecol.* 5:227-238.
- DURIGAN, G. & GARRIDO, M.A.O. - 1988. Fitossociologia de uma mata ciliar remanescente no município de Assis - SP. In **XXXIX Cong. Nac. Bot.**, Belém, pg. 101.
- EITEN, G. - 1990. Cerrado: características, ocupação e perspectivas ECTED. UNB - SEMATEC, D.F.
- EWEL, J.J. - 1977. Differences between wet and dry successional tropical ecosystems. *Geo-Eco-Trop.* 1: 103-17.
- FARIA, S.M., LEWIS, G.P.; SPRENT, J.I. & SUTHERLAND, J.M. - 1989. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. *New Phytol.* 111, 607-619.
- FELIPPE, G.M.; VÁLIO, F.M.I.; PEREIRA, M.F.A.; SHARIF, R.R. & VIEIRA, S.R. - 1985. Fisiologia do desenvolvimento vegetal. **Curso Prático**. 2ª ed. Ed. UNICAMP. 66p.
- FENNER - 1987. Seedlings In: Rorison, I.H.; Grime, J.P.; Hunt, R.; Hendry, G.A.F. & Lewis, D.H. - 1987. Frontiers of comparative plant ecology. **Reprint of the new phytologist 106 (supplement)**. The new phytologist trust academic press Londres p. 35-48.
- FISCHER, E.A. - 1990. Distribuição de frequência de classes de tamanho e estratégia reprodutiva de *Calophyllum brasiliense* Camb. (Guttiferae) em mata ciliar na Estação Ecológica Estadual Juréia-Itatins, São Paulo. In: **II Anais Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasil**. 1:337-347.
- FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. - 1986. **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons. NY.
- FOURNIER, A. - 1979. Is architectural radiation adaptative? DEA Botanique tropicale. Université des sciences et techniques du languedoc (USTL). Montpellier.
- FRANKEN, M.; IRMLER, O. & KLINGE, H. - 1979. Litter fall in inundation, riverine and terra firme forests of central Amazonia *Tropical Ecology*, 20 (2): 225-235.
- FRANKIE, G.W. - 1975. Tropical forest, phenology and pollinator plant coevolution In: Gilbert, L.E. & Raven, P.H. (Eds). **Coevolution of animals and plants** p. 192-209. University of Texas press. austin.
- FRANKIE, G.M.; BAKER, H.G. & OPLER, P.A. - 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-913.
- FRANKIE, G.W. & COVILLE, R.E. - 1979. An experimental study on the foraging behavior of selected solitary bees species in the Costa Rican dry forest. *Journal of Kansas entomological society*, 52: 591-602.

- FRANKIE, G.W.; HABER, W.A.; OPLER, P.A. & BAWA, K.S. - 1983. Characteristics and organization of the large see-pollination system in the Costa Rican dry forest. In: Jones, E.C. & Little, R.J. (eds). **Hand book of experimental Pollination Ecology** pp 411-47. Van Nostrand Reinhold. NY.
- FRANKIE, G.W., VINSON, S.B., NEWSTROM, L.E.; BARTHELL, J.F.; HARBER, W.A. & FRANKIE, J.K. - 1990. Plant phenology, pollination ecology, pollinator behaviour and conservation of pollinators in neotropical dry forest. In: Bawa, K.S. & HADLEY, M. (Eds.) **Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants**. p. 37-47 UNESCO & The Parthenon Publish. Group. Paris.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA - 1992. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da mata atlântica no estado de São Paulo no período 1985-1990**. Fundação. SOS Mata atlântica/INPE.
- GABRIEL, J.L.C.- 1990. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de mata mesófila semidecídua encosta no município de Botucatu, S.P. Rio Claro**. 198p. Dissertação (mestrado). universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências.
- GANDOLFI, S., LEITÃO FILHO, H. de F. & BEZERRA, C.L.F.- 1990. Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, Guarulhos, SP. In: **Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo**, 8. Campinas, Resumos. p. 104.
- GANDOLFI, S. - 1991. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, Município de Guarulhos, SP**. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- GARRIDO, M.A.O. & POGGIANI, F. - 1982. Avaliação da quantidade e do conteúdo de nutrientes do folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies indígenas. **Silvic. S.Paulo** 15/16:1-22.
- GIANOTTI, E. - 1988. **Composição florística e estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado e de transição entre cerrado e mata ciliar da Estação Experimental de Itirapina, SP**. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- GIBBS, P.E. & LEITÃO FILHO, H.F. - 1978. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, state of São Paulo, S.E. Brazil. **Revta. Bras. Bot.** 1:151-156.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F. & ABBOTT, R.J. - 1980. Application of the point-centred quarter method in a floristic survey of an area of gallery forest at Mogi Guaçu, SP, Brazil. **Revta. Bras. Bot.** 3(1/2):17-22.
- GIBBS, P.E.; LEITÃO FILHO, H.F. & SHEPHERD, G.J. - 1983. Floristic composition and community structure in an area of cerrado in S.E. Brazil. **Flora** 173: 433-449.
- GIVINISH, T.J. - 1984. Leaf and canopy adaptations in tropical forests. In: Medina, E.; Moovey, H.A. & Vázquez-Yanes, C. (eds) **Physiological ecology of plants of the wet tropics**, p. 51-84. Dr. W. Junk Publish
- GIVINISH, J. - 1986 (ed). **On the economy of plant form and function**. Cambridge University Press. 717p.
- GIVINISH, T.J. -1988. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Aust. J. Plant Physiol.** 15: 63-92.
- GOLLEY, F.B. (Ed) - 1983a. **Tropical rain forest ecosystems structure and function**. Ecosystems of the world 14 A. Elsevier scientific publishing company. New York. 381p.
- GOLLEY, F.B. -1983b. Nutrient cycling and nutrient conservation. In: Golley (ed) **Tropical rain forest ecosystems structure and function**. Ecosystems of the world 14 A. Elsevier scientific publishing company p. 137-156.
- GOLLEY, F.B. -1983c. Decomposition. In: Golley (ed) **Tropical rain forest ecosystems structure and function**. Ecosystems of the world 14 A. Elsevier scientific publishing company. p. 157-166.

- GÓMEZ-POMPA, A. & BURLEY, F.W. - 1991. The management of natural Tropical forests. In GÓMEZ-POMBA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) **Rain forest regeneration and management**. MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris, pg. 3-18.
- GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (Ed) - 1991. **Rain florest regeneration and management**. MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris.
- GOSZ, J.R.; LIKENS, G.E. & BORMANN, F.H. - 1973. Nutrient realase from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook Forest, New Hampshire. **Ecol. Monogr.** 47:173-191
- GREGORY, S.V.; F.J. SWANSON; W.A. MCKEE & K.W. CUMMINS - 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. Focus on links between land and water. **Bioscience** 41(8): 540-551.
- GROMBONE, M.T.; BERNACCI, L.C.; MEIRA NETO, J.A.A.; TAMASHIRO, J.Y. & LEITÃO FILHO, H. de F.-1991. Estrutura fitossociológica da mata semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia - Estado de São Paulo). **Acta Bot. Bras.** (no prelo).
- GUERRERO, M.G.; J.M. VEGA & M. LOSADA - 1981. The assimilatory Nitrate-reducing system and its regulation. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, 32: 169-204.
- GURGEL FILHO, O.A. - 1975. Essências Indígenas. **Silvicultura em São Paulo** 9:47-52.
- GURGEL FILHO, O.A.; MORAES, J.L. & GURGEL GARRIDO, L.M.A. - 1982. Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos hemóclitos coetâneas experimentais (1): *Centrolobium tomentosum* Benth. (araribá-amarelo) **Silvicultura em São Paulo** 16A(2):841-847.
- GUTSCHICK, V.P. - 1981. Evolved strategies in nitrogen acquisition by plants. **The American Naturalist**, 118(5):607.
- HAAG, H.P. (coord.) - 1985. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fund. Cargill. 144p.
- HADLEY, M. - 1986 (ed) **Rain forest regeneration and management**. Report of a MAB/UNESCO Workshop Biology International; special issue 18-68p.
- HAHN, C.; SHWENCK, JR. P.M.; MENDONÇA, F.J.; FARIA, K.; RODRIGUES, R.L.V. & HERNANDES FILHO, P. - 1990. Levantamento da vegetação natural do Estado de São Paulo. **Anais VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Manaus.
- HALLÉ, F; OLDEMAN, R.A.A. & TOMLINSON, P.B. - 1978. **Tropical trees and forests**. Springer, Berlin.
- HARPER, J.L. & WHITE, J. - 1974. The demography of plants. **Annual Rev. Eco. Syst.** 5: 419-463.
- HARPER, J.R. - 1977. **Population Biology of Plants**. Academic Press. London. 892p.
- HARTSHORN, G.S. - 1980. Neotropical forests dynamics. **Biotropica** 12 (Supl.): 23-30.
- HOEHNE, F.C. - 1926. Uma excursão botânica ao norte do Estado de São Paulo e regiões limítrofes do Estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro, realizada de 12 de abril a 5 de maio de 1926. **Observações gerais e contribuições ao estudo da flora e fitofisionomia do Brasil** 1.
- HOEHNE, F.C. - 1939. Excursão botânica feita pelo sul do Estado de Minas Gerais e regiões limítrofes do Estado de São Paulo de 12 de abril a 9 de junho de 1927, procedida de referências e outras anteriores nas serras do interior. **Observações gerais e contribuições ao estudo da flora e fitofisionomia do Brasil** 3.
- HOEHNE, F.C. - 1941. **Flora brasileira: leguminosas - papilionadas**. Secretaria de Agricultura, Indústria e comércio de São Paulo 25 (2): 3-9.
- HOLTUM, R.W. - 1953. Evolutionary trends in an equatorial climate. **Synp. Soc. Exp. Biolo.**, 7: 159-73.
- HORN, H.S. - 1971. **The adaptive geometry of trees**. Priceton University Press
- HORN, H.S. - 1974. The ecology of secondary sucession. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 5: 25-37.
- HUBBEL, S.P. - 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science** 203 (4387): 1299-1309.
- HUBBELL, S.P. & FOSTER, R.B. - 1987. La estructura espacial en gran escala de um bosque neotropical. **Rev. Biol. Trop.** 35(1): 7-22.

- IMAGEM (ENGESPAÇO I.C. LTDA.) - 1991. Contagem de área em cartas temáticas, utilizando-se mesa digitalizadora. Relatório técnico, imagem sensoriamento remoto S/C. São José dos Campos.
- JACKSON, W.A.; PAN, W.L.; MOLL, R.H. & KAMPRASU, E.J. - 1986. Uptake, translocation and reduction of nitrate In: Neyra (ed). Biochemical basis of plant breeding vol. II nitrogen metabolism CRC Press Inc. Florida p. 73-108.
- JANZEN, D.H. - 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry-season in central America *Evolution* 21:620-637.
- JANZEN, D.H. & VÁSQUEZ-YANES, C. - 1991. Aspects of Tropical seed ecology of relevance to management of Tropical forest wildlands. In: GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) Rain forest regeneration and management. MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris, pg. 137-154.
- JENNY, H.; GESSEL, S.P. & BINGHAM, P. - 1949. Comparative study of decomposition rates of organic matter in temperate and tropical regimes. *Soil Science* 68:419-432
- JOLY, C.A. - 1986. Heterogeneidade ambiental e diversidade de estratégias adaptativas de espécies arbóreas de mata de galeria. *Anais X Simp. Acad. Cien. S. Paulo - Perspectivas de Ecologia Teórica*: 19-38.
- JOLY, C.A. - 1990a. Flooding tolerance in Tropical forest trees. In JACKSON, M.B.; DAVIES, D.D. & LAMBERS, H. Plant life under oxygen deprivation: ecology, physiology and biochemistry. SBP Academic Publishing, pp. 23-34.
- JOLY, C.A. - 1990b. Adaptações de plantas de savanas e florestas neotropicais à inundação. In: Las Sabanas Americanas: aspectos de su biogeografía, ecología y utilización (G. Sarmiento, ed). Fondo Editorial Acta Científica Venezolana. Caracas, p. 243-257.
- JOLY, C.A. - 1991. Flooding tolerance in Tropical forest trees. In: Plant life under oxygen stress: ecology, physiology and biochemistry (M.B. Jackson, D.D. Davies, H. Lambers & B.B. Vartapetian, eds.). SP4BP Academic Publishing, The Hague, p. 23-34.
- JOLY, C.A. - 1992. The role of oxygen diffusion to the root system on the flooding tolerance of Brazilian trees. *Revta Bras. Biol.* (no prelo).
- JOLY, C.A. & CRAWFORD, R.M.M. - 1982. Variation in tolerance and metabolic responses to flooding in some tropical trees. *J.exp.Bot.* 33: 799-809.
- JOLY, C.A., LIEBERG, S.A. & SPIGOLON, J.R. - 1988. Recuperação da mata ciliar do rio Jacaré-Pepira (Brotas-SP) com base no estudo fitossociológico de relictos desta formação. In: Congresso Nacional de Botânica, 39. Belém. v.1. Resumos. p. 423.
- JORDAN, C.F. - 1983. Productivity of tropical rain forest ecosystems and in implications for their use as future wood and energy sources. In: Golley (eds) Tropical rain forest ecosystems structure and function. Ecosystems of the world 14 A. Elsevier scientific publishing company p. 117-136.
- KAGEYAMA, P.Y. - 1990. Genetic structure of tropical tree species of Brazil. In: BAWA, K.S. & HADLEY, M.(eds.) Reproductive Ecology of Tropical Forest Plants. p. 37-47 . UNESCO & The Parthenon Publish. Group. Paris p.375-387.
- KAGEYAMA, P.Y. (coord) - 1986. Estudo para implantações de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público. Relatório de Pesquisa DAEE-ESALQ-FEALQ.
- KALLIOLA, R. & M. PUHAKKA - 1988. River dynamics and vegetation mosaicism: a case study of the river kamajohka, northernmost, finland *J. Biogeography* 15: 703-719.
- KARR, J.R. & SCHLOSSER, I.J. - 1978. Water resources and the land-water interface. *Science* 201: 2929-234.
- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. - 1989. Composição florística e estrutura de uma mata mesófila semidecídua na cabeceira do rio da Cachoeira, Serra de Itaqueri, Itirapina, São Paulo. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. & JOLY, C.A. - 1988. Estudo florístico da mata ciliar do rio Passa Cinco, Serra do Itaqueri, Itirapina, SP. In: Resumos do XXXIX Cong. Nac. Botânica, Belém, pp 465.

- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O. & JOLY, C.A. - 1988. Estudo florístico da mata ciliar do rio Passa Cinco, Serra do Itaqueri, Itirapina, SP. In: **Resumos do XXXIX Cong. Nac. Botânica**, Belém, pp 465.
- LAMPARELLI, M.C. - 1989. **O aporte de serrapilheira ao rio Itaqueri (Itirapina, SP) e sua contribuição à economia de nutrientes**. Tese de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. SP.
- LEE, J.A. & G.R. STEWART - 1983. Ecological aspects of nitrogen assimilation. In: **Nitrogen as an ecological factor**, eds. J.A. Lee, S. McNeill & I.H. Rorison, 470p. Blackwell Scientific Publications, Oxford. p.2-43.
- LECHOWICZ, M.J. - 1984. Why do temperate deciduous trees leaf out at different times? Adaptation and Ecology of Forest Communities. **Am. Nat.** 124(6):821-842.
- LEITÃO FILHO, H.F. - 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: **Anais do Congresso Nacional sobre Essências Nativas**, 16. Campos do Jordão, p. 197-206.
- LEITÃO FILHO, H.F. - 1987. **Considerações sobre a florística de tropicais e subtropicais do Brasil**, IPEF, Piracicaba, 45:41-46.
- LIEBERG, S.A. - 1990. **Tolerância a inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* DC.** Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- LIEBERG, S.A. & JOLY, C.A. - 1992. *Inga affinis* DC. (Mimosaceae): Germinação e tolerância de plântulas à submersão. **Revta.Bras.Bot.** (no prelo).
- LIEBERMAN, D. - 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest, In Ghana **J. Ecol.** 70:791-806.
- LIMA, H.C. - 1985. *Centrolobium* Mart. ex Benth. (Leg - pap.): estudo taxonômico das espécies brasileiras extra-amazônicas. **Arq. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 27: 177-91.
- LIMA, H.C. - 1986. Tribo Dalbergiae (Leguminosae - Papilionoideae) - Um estudo morfológico dos frutos, sementes e plântulas e sua aplicação na sistemática. Tese mestrado Ciências Biológicas UFRJ.
- LIMA, W. de P. - 1989. Fundação hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L.M. coord. **Simpósio sobre mata ciliar**. Campinas, Fundação Cargil. Anais. p.25-42.
- LIMA, W.P. - 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre mata ciliar** Anais. Campinas, Fundação Cargil, Anais. p. 25-42.
- LOWRANCE, R.; TODD, R.; FAIL JR. J.; HENDRICKSON JR, O.; LEONARD, R. & ASMUSSEN, L. - 1984. Riparian Forests as Nutrient Filters in Agricultural Watersheds. **BioScience** 34(6): 374-377.
- MAIER, M.H. - 1983. **Geoecologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos antrópicos na bacia do rio Jacaré-Pepira**. Tese de Doutorado, Departamento de Ciências Biológicas, UFSCar, São Carlos.
- MANIERI, C. & CHIMELO, J.P. - 1989. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. IPT, SP 23:45-46.
- MANTOVANI, W. - 1989. Dinâmica das populações. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre mata ciliar** Anais. Campinas, Fundação Cargil, p.120-129
- MANTOVANI, W. - 1983. **Composição e similaridade florística, fenologia e espectro biológico do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo**. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. SP.
- MANTOVANI, W., CATHARINO, E.L.M. & BORGES, H.B.N. - 1986. Composição florística e fitossociológica. In: KAGEYAMA, P.Y. (coord.). **Estudo para implantações de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público**. Relatório de Pesquisa DAEE/ESALQ/USP, pp 34-102.
- MANTOVANI, W.; ROSSI, L. ROMANIUC NETO, S.; ASSADD-LUDEWIGS, I.Y.; WANDERLEY, M.G.L.; MELO, M.M.R.F. de & TOLEDO, C.B. - 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre mata ciliar**. Anais. Campinas, Fundação Cargil, pp 235-67.

- MARINHO FILHO, J.S. & REIS, M.L. - 1989. A fauna de mamíferos associada as matas de galeria. In: BARBOSA, L.M. (coord.). **Simpósio sobre mata ciliar**. Anais. Campinas, Fundação Cargil, pp 43-60.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. inc. Florida. 674p.
- MATHES, L.A.F. - 1980. **Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do Planalto Paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP)**. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- MARTINS, F.R. - 1979. **O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo.
- MEDINA, E. & KLINGE, H. - 1983. Productivity of tropical forests and tropical woodlands. In: Lange, O.L.; Nobel, P.S.; Osmond, C.B. & Ziegler, H. (ed). **Physiological Plant Ecology IV**. Encyclopedia of Plant Physiology. New Series, vol 12 D. p.281-303.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N. & DELITTI, W. - 1979. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. I - produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. **Bol. Botânica Univ. São Paulo** 7: 11-31.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N. & DELITTI, W. - 1979a. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária-São Paulo. II - o papel da precipitação na importação e transferência de potássio e fósforo. **Bol. Botânica Univ. São Paulo** 7: 61-67.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G.N. & DELITTI, W. - 1980. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. III - decomposição do material foliar e liberação dos nutrientes minerais. **Bol. Botânica Univ. São Paulo** 8: 7-20.
- MEIRA NETO, J.A.A.; BERNACCI, L.C.; GROMBONE, M.T.; TAMASHIRO, J.Y. & LEITÃO FILHO, H. de F. - 1990. Composição florística da mata semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia - Estado de São Paulo). **Acta Bot. Bras.** (no prelo)
- MOREIRA, A.G. - 1987. **Aspectos demográficos de Emmotum nitens (Benth.) Miers (Icacinaeae) em um cerradão distrófico no Distrito Federal**. Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- MORELLATO, L.P.C.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. & JOLY, C.A. - 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revta. Brasil. Bot.** 12:85-98.
- MORELLATO, L.P.C. - 1992a. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. I - litterfall and litter standing crop. **J. Trop. Ecol.** 8:205-215.
- MORELLATO, L.P.C. - 1992b. **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Editora da UNICAMP/FAPESP. 322p.
- MORELLATO-FONZAR, L.P. - 1987. **Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiá, SP**. Dissertação de mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- MAB/UNESCO - 1988. The role of land/inland water ecotones in landscape management and restoration: **A proposal for a collaborative research plan**. Eds. R.J. Naiman, H. Décamps & F. Fournier. UNESCO/MAB Programme.
- MASHIMOTO, G. (supervisor) - 1988. **Conheça o verde**. Centro de Pesquisas de história Natural, SP.
- MATHEUS, C.E. & TUNDISI, J.C. - 1988. Estudo físico-químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão e Represa do Lobo. In: Limnologia e Manejo de Represas. Série: **Monografias em Limnologia**. Ed. J.C. Tundisi. Vol I tomo 1. p. 419-472. EESC-USP/CREHA/ACIESP.
- NAIMAN, R.; DÉCAMPS, H. & FOURNIER, F. - 1989. **Role of land/inland water ecotones in landscape management and restoration: a proposal for collaborative research**. MAB Digest 4, UNESCO, Paris.
- NAIMAN, R.J. & H. DÉCAMPS, (eds) - 1990a. **The ecology and management of aquatic - terrestrial ecotones**. Man and the biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. 316 p.

- NIMER, E. - 1989. **Climatologia do Brasil**. IBGE 421p.
- NICOLINI, E.M. - 1990. **Composição florística e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo em mata mesófila semidecídua no município de Jau, SP**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.
- NOGUEIRA, J.C.B.; SIQUEIRA, A.C.M.F.; GARRIDO, M.A.O.; GARRIDO, L.M.A.G.; ROSA, P.R.F.; ZANDARIN, M.A. & GURGEL FILHO, da - 1982b. - Ensaio de competição de algumas essências nativas em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo** 16A(2): 1051-1063.
- NORTCLIFF, S. & DIAS, A.C.P. - 1988. The change in soil physical conditions resulting from forest clearance in the human tropics. **Journal of Biogeography** 15:61-66
- OBERBAUER, S.F. & STRAIN, B.S. - 1984. Photosynthesis and successional status of Costa Rican rain forest trees. **Photosynthesis research** 5: 227-32.
- OLDEMAN, R.A.A. -1983. Tropical rain forest, architecture, silvigenesis and diversity. In: Sutton, S.L.; Whitmore, T.C. & Chadwick, A.C.(Eds.). **Tropical RainForest: Ecology and Management**. Blackwell Scientific Publ.p.139-150.
- OLDEMAN, R.A.A. & VAN DIJK, J. - 1991. Diagnosis of the temperament of tropical rain forest trees In: Gomes-Pompa, A.; Whitmore, T.C. & Hadley (ed) **Rain forest regeneration and management**. Man and biosphere series vol. 6 UNESCO the parthenon publishing group. p 21-66.
- OLDEMAN, R.A.A. - 1986. **Forest ecology for silvicultural design Parts 1, 2, 3**. Depto. of Silviculture and Forest Ecology. Wageningen agricultural University 640p.
- OLDEMAN, R.A.A. - 1989. Dynamics in tropical rain forests. In: Holm-Nielsen, L.B.; Nielsen, I.C. & Balslev (ed) - 1989. **Tropical Forests. Botanical dynamics, speciation and diversity**. Academic Press. London. p. 3-20.
- OLDEMAN, R.A.A. - 1987. Tropical forest: the ecosystems In: Bensekom, C.F. Van, Goor, C.P. Van & Schimdt, P. (ed). **Wise utilization of tropical rain forest lands**. Tropenbos scientific series 1. The tropenbos programme 154p.
- OLSON, J.S. - 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology** 42(2):322-331
- ORIAN, G.H. - 1982. The influence of tree-falls in tropical forests in tree species richness. **Trop. Ecol.** 23(2): 255-279.
- PAGANO, S.N. - 1985. **Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP**. Tese de Livre Docência, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.
- PAGANO, S.N. - 1989. Produção de folheto em Mata Mesófila Semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revta. Bras. Biol.** 49:633-639.
- PAGANO, S.N.; LEITÃO FILHO, H.F. & SHEPHERD, G.J. - 1987. Estudo fitossociológico em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, Estado de São Paulo. **Revta. Bras. Bot.** 10 (1): 49-61.
- PAGANO, S.N.; CESAR, O. & LEITÃO FILHO, H.F. - 1988a. Composição florística do estrato arbustivo-arbóreo da vegetação de cerrado da Área de Proteção Ambiental (APA) de Corumbataí - Estado de São Paulo. **Revta. Bras. Biol.** 49(1): 37-48.
- PAGANO, S.N.; CESAR, O. & LEITÃO FILHO, H.F. - 1988b. Estrutura fitossociológica do estrato arbustivo-arbóreo da vegetação de cerrado da Área de Proteção Ambiental (APA) de Corumbataí - Estado de São Paulo. **Revta. Brasil. Biol** 49(1).
- PETERJOHN, W.T. & CORVELL, D.L. - 1984. Nutrient Dynamics in an Agricultural Watershed: observations on the role of a riparian forest. **Ecology** 65(5):1460-1475
- PETERS, C.M. - 1991. Plant demography and the management of Tropical forest resources: a case study of Brosymun alicastrum in Mexico. In GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) **Rain forest regeneration and management**. MAB Series vol.6, UNESCO, Paris, pg. 265-272.

- PETTS, G.E. - 1990. The role of ecótones in aquatic landscape management. In: Naiman & Décamps (eds) - 1990a. **The ecology and management of Aquatic - Terrestrial ecotones**. Man and the Biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. p. 227-262.
- PICKETT, S.T.A. - 1983. Differential adaptation of tropical species to canopy gaps and its role in community dynamics. **Tropical Ecology** 23:68-84
- PICKETT, S.T.A. & WHITE, P.S. (ed.) - 1985 **The ecology of natural disturbance and patch dynamics**. Academic Press. inc. California USA 472p.
- PICKETT, S.T.A.; COLLINS, S.L. & ARMESTO, J.J. - 1987. Hierarchical consideration of causes and mechanisms of succession. **Vegetatio** 69:109-114.
- PINAY, G; H. DÉCAMPS; E. CHAUVET & E. FUSTEC - 1990. Functions of ecótones. In: Fluvial systems. In: Naiman & Décamps (eds) - 1990a. **The ecology and management of Aquatic - Terrestrial ecotones**. Man and the Biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. p. 141-171.
- PINTO, M.M. - 1989. **Levantamento fitossociológico de uma mata residual: campus de Jaboticabal da UNESP. Jaboticabal**, 114p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- POGGIANI, F. - 1976. Ciclo de nutrientes e produtividade de floresta implantada. **Silvicultura São Paulo** 193: 45-48.
- POHILL, R.M. & RAVEN, P.H. (eds.) - 1981. **Advances in Legume Systematics Part I, II** Royal Botanical, Kew, England. 1049p.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. - 1981. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, v.1, São Paulo, 94p.
- PRÉVOST, M. - 1978. Modular construction and its distribution in tropical woody plants. In: Tomlinson, P.B. & Zimmermann, M.H. (ed) **Tropical trees as living systems** Cambridge University Press. p. 223-332.
- PROCTOR, J. - 1984. Tropical forest litterfall. II: The data set In: Chadwick, A.C. & Sutton, S.L. (eds) **Tropical rain forest: the leeds symposium** pp. 83-113.
- PUTZ, F.E. - 1983. Treefall pits and mounds, buried seeds and the importance of soil disturbance to pioneer trees on Barro Colorado Island, Panamá. **Ecology** 64(5): 1069-1074.
- RATHCKE, B. & LACEY, E.P. - 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 16:179-214
- REICH, P.B. & BORCHET, R. - 1984. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **J. Ecol.** 72:61-74.
- RICHARDS, P.N. - 1952. The tropical rain forest: an ecological study. Cambridge univ. press. 450p.
- RICHARDS, P.W. - 1964. The upland forests of cameroon mountains **J. Ecol.** 51:529-554.
- RISSER, P.G. - 1990. The ecological importance of land-water ecótones. In: Naiman & Décamps - 1990a. **The ecology and management of Aquatic - Terrestrial Ecotones**. Man and the Biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. p. 7 - 22.
- RIZZINI, C.T. - 1971. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. Ed. Edgard Blucher/USP p 142-3.
- RIZZINI, C.T. - 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. **Revta. Bras. Geogr.**, 25(1): 3-64.
- RODRIGUES, R.R. - 1986. **Levantamento florístico e fitossociológico das matas da Serra do Japi, Jundiaí, SP**. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. São Paulo.
- RODRIGUES, R.R. - 1989. Análise estrutural das formações ripárias. In: BARBOSA, L.M. (ccord.). **Simpósio sobre mata ciliar**. Anais. Campinas, Fundação Cargil, pp 99-119.
- RODRIGUES, R.R. & LEITÃO FILHO, H.F. - 1988. Recomposição artificial da mata ciliar ao redor da represa de abastecimento de água do município de Itacemópolis, SP. IN **XXXIX Cong. Nac. Bot.**, Belém, pag. 387.

- RODRIGUES, R.R. 1991. **Análise de um remanescente de vegetação natural às margens do rio Passa Cinco, Ipeúna, SP.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- RORISON, I.H.; GRIME, J.P.; HUNT, R.; HENDRY, G.A.F. & LEWIS, D.H. - 1987. **Fronteirs of comparative plant ecology.** Reprint of the New Phytologist 106 (supplement). The new phytologist trust Academic Press londres 317p.
- ROSS, R. - 1954. Ecological studies on the rain forest of southern nigeria II. Secondary succession in the shasha forest reserve. *J. Ecol.* 42: 259-82.
- ROSSI, L. - 1987. **A flora arbóreo-arbustiva da mata de Reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira", São Paulo, SP.** Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- ROZZA, A. & RIBEIRO, C.A. - 1990. Recomposição da mata ciliar de um trecho do ribeirão piracicamimirm - Piracicaba, SP. **VII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Resumos, Campinas. SP.**
- SALIS, S.M. DE - 1990. **Composição florística e estrutura de um remanescente de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP.** Tese de Mestrado, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas.
- SALIS, S.M. & JOLY, C.A. - 1987. Levantamento preliminar da composição e estrutura da mata ciliar do rio Jacaré-Pepira-Mirim, Brotas, SP. In **Resumos do XXXVIII Cong. Nac. Botânica, São Paulo, pp. 231.**
- SALIS, S.M. DE & JOLY, C.A. - 1988. Estudo florístico e fitossociológico de um relicto de mata ciliar do rio Jacaré-Pepira, Brotas, SP. In **Resumos do XXXIX Cong. Nac. Botânica, Belém pp 460.**
- SALO, J.; R. KALLIOLA,; I. HAKKINEN; Y. MAKINEN; P. NIEMELA; M. PUHAKKA & P.D. COLEY - 1986. River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322. 254-258.
- SALO, J. - 1990 - External processes influencing origin and maintenance of inland water-land ecotones. In: Naiman & Décamps - 1990a. **The ecology and management of Aquatic - Terrestrial ecotones.** Man and the Biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. p. 37-64.
- SALVADOR, J.L.G. - 1987. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos na margens derios e reservatórios.** São paulo, CESP, 29p.
- SANTOS, P.F.; PAGANO, S.N. & CESAR, O. - 1982. Decomposição do folheto em ecossistemas de mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo. *Cien. Cult.* 34 (supl): 561.
- SARUKHAN, J. - 1980. Demographic problems in ecosystems. In: SOLBRIG, O.T. (ed). **Demography and evolution in plant populations.** Nerkely, University of California Press, pp. 168-188.
- SARUKHAN, J.; PINERO, D. & MARTINEZ-RAMOS, M; - 1985. Plant demography: A community-level interpretation. In. Harper, J.L.(eds.) **Studies on Plant Demography.** Academic Press, London.
- SCHMIDT, R.C. - 1991. Tropical rain forest management: a status report. In GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) **Rain forest regeneration and management.** MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris, pg. 181-207.
- SCHRECKENBERG, K.; HADLEY, M. - 1991. **Economic and ecological sustainability of tropical rain forest management.** MAB digest 8, UNESCO, Paris.
- SETZER, J. - 1966. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo.** São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 61p.
- SMIRNOFF, N.; TODD, P. & STEWART, G.R. - 1984. The occurence of nitrate reduction in the leaves of woody plants. *Annals Botany* 54: 363-374.
- SPIGOLON, J.R.; LIEBERG, S.A. & JOLY, C.A. - 1989. Recuperação das matas ciliares da bacia do rio Jacaré-Pepira, Estado de São Paulo. In **Resumos do XL Cong. Nac. Botânica, Cuiabá, MT.**
- SMIRNOFF, N. & G.R. STEWART - 1985. Nitrate assimilation and translocation on by higher plants: Comparative physiology and ecological consequences. *Physiol. Plant.,* 64: 133-140.

- SMIRNOFF, N. P. TODD G.R. STEWART - 1984. The Occurrence of nitrate reduction in the leaves of woody plants. **Ann. of Botany**, 54: 363-374.
- STEINBLUMS, I.J.; FROELICH, H.A. & LYONS, J.K. - 1984. Designing stable buffer strips for stream protection. **J. Forestry** 82:49-52.
- STEWART, G.R. & T.O. OREBAMJO - 1983. Studies of nitrate utilization by the dominant species of regrowth vegetation of tropical West Africa: a Nigerian example, pp. 167-188. In: J.A. Lee, S. McNeill & I.H. Rorison (eds.) **Nitrogen as an ecological factor**, eds. , 470p. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- STEWART, G.R.; POPP, M; HOLZAPFEL, I.; STEWART, J.A. & DICKIE-ESKEW, A. - 1986. Localization of nitrate reduction in ferns and its relationship to environment and physiological characteristics. **N. Phytol.** 104: 373-384.
- STEWART, G.R.; JOLY, C.A. & SMIRNOFF, N. - 1992. Partitioning of morganic nitrogen assimilation between the roots and shoots of cerrado and forest trees of contrasting plant communities of southeast Brazil. **Oecologia** (in press.)
- STEWART, G.R.; HEGARTY, E.E. & SPECHT, R.L. - 1988. Inorganic nitrogen metabolism in plants of australian rain forest communities. **Physiol. plant.** 74: 26-33.
- SWAINE, M.D. & HALL, J.B. - 1983. Early sucession on cleared forest in Ghana. **Journal of Ecology** 71:601-628
- SWAINE, M.D. & HALL, J.B. -1988b. The mosaic theory of forest regeneration and the determination of forest composition in Ghana. **Journal of tropical Ecology** 4:253-269.
- SWAINE, M.D. & WHITEMORE, T.C. - 1988. On the definition of ecological species groups in tropical forests. **Vegetatio** 75:81-86
- SILVERTOWN, J.W. - 1987. Introduction to plant population ecology, Longman ed. London. 859p.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. - 1981. **Biometry**. W.H.Freman & Co., New York.
- SUTTON, S.L.; WHITMORE, T.C. & CHADWICK, A.C. - 1983. **Tropical rain forest: ecology and management**. Special publication 2 of the British Ecological Society. Blackwell scientific publications, oxford. 338p.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M. - 1979. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. University of California Press. 372p.
- TAMASHIRO, J.Y.; RODRIGUES, R.R. & SHEPHERD, G.J. - 1986. **Estudo florístico e fitossociológico da Reserva da Mata de Santa Genebra, Campinas, SP**. Relatório Científico à FAPESP.
- TANNER, E.V.J. - 1981. The decomposition of leaf litter in jamaican montane rain forest. **Journal of Ecology** 69:263-275
- TOMLINSON, P.B. 1978. Branching and axis differentiation in tropical trees In:Tomlinson, P.B. & Zimmermann, M.H. (ed) - **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. p. 187-208.
- TOMLINSON, P.B. - 1983. Structural elements of the rain forest. In: Golley (eds)**Tropical rain forest ecosystems : structure and function**. Ecosystems of the world 14 A. Elsevier scientific publishing company p. 9-28.
- TOMLINSON, P.B. - 1987. Architecture of tropical plants. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 18:1-21.
- TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. (ed) - 1978. **Tropical trees as living systems**. Cambridge University Press. 675p.
- TORRES, R.B.-1989. **Estudos florísticos em mata secundária da Estação Ecológica de Angatuba, Angatuba (São Paulo)**. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. São Paulo.
- THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. - 1955. **The balance water**. Certerton, N.J. Laboratory of climatology 104p. (publications in climatology vol (81).
- UHL, C.; CLARK, K.; DEZZEO, N. & MAQUIRINO, P. - 1988. Vegetation dynamics in Amazonian tree fall gaps. **Ecology** 69(3): 751-763.
- UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, H. & MURPHY, P. - 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro regiou of the amazon batin. **J Ecol.** 69: 631-49.
- VICTOR, M.A.M. - 1975. **A devastação florestal**. Sociedade Brasileira de Silvicultura, São Paulo.

- VITOUSEK, P. - 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. **Ecology** 65:285-298
- WCED - 1987 . Comissão Mundial para o Desenvolvimento e Meio Ambiente. **Our Common future**. Oxford University Press.
- WHITE, P.S. - 1979. Pattern, process and natural disturbance in vegetation. **Bot. Rev.** 45(3): 229-299.
- WHITMORE, T.C. - 1975. **Tropical rain forests of the far west** Clarendon press. Oxford 282p.
- WHITMORE, T.C. - 1982. On pattern and process in forest. In NEWMANN, E.I. (ed). **The plant community as a working mechanism**. Special Publication Series of the British Ecological Society, no 1, Blackwell Scientific, pp 45-59.
- WHITMORE, T.C. - 1991. Tropical rain forest dynamics and its implication for management. In GÓMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C. & HADLEY, M. (eds) **Rain forest regeneration and management**. MAB Series vol. 6, UNESCO, Paris, p.67-90.
- WISSMAR, R.C. & SWANSON, F.J. 1990. Landscape disturbances and lotic ecotones. In: Naiman & Décamps (eds) - 1990a. **The ecology and management of Aquatic - Terrestrial ecotones**. Man and the Biosphere series. vol. 4. UNESCO; Parthenon Publishing Group. p.65-90.
- WRIGHT, S.J. & CORNEGO, F.H. - 1990. Seasonal drought and the timing of leaf fall in a tropical forest. **Ecology** 71: 1165-75.
- USDA Forest Services - 1991. **Riparian forests buffers function and design for protection and enhancement for waters resources**. 22p.
- ZAR, J.H. - 1974. **Bioestatistical Analysis**. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- IZAGATTO, E.A.G.; JACINTO, A.O.; REIS, B.F.; KRUG, F.J.; BERGAMIN FILHO.; PESSENDA, L.C.R.; MORTATTI, J. & GINÉ, M.F. - 1981 - **Manual de análises de plantas e águas e águas empregando sistemas de injeção em fluxo**. CENA - USP - Piracicaba S.P.

VII. ANEXO 1 - FUNÇÕES ECOLÓGICAS DOS ECÓTONOS CILIARES

É bem conhecido que o ambiente terrestre influencia as funções ecológicas da água corrente (Hynes, 1975, apud Décamps et al., 1990) constituindo uma zona ecotonal que regula as interações ao nível da paisagem em sistemas lóticos (Naiman et al., 1988a, b, apud Pinay et al., 1990).

Estas interações ocorrem em uma geometria espacial tri-dimensional: vertical, transversal e longitudinal (Roux, 1982; Amoros et al., 1987; Ward et al., 1989; Ward, 1989, apud Pinay et al., 1990).

Quando consideramos os componentes transversal (zona de interação entre o rio e o ambiente terrestre circundante) e longitudinal (as várias seções longitudinais sequenciais ao longo da rede hidrográfica) do ecótono, na tentativa de elucidar suas funções no sistema fluvial, são ressaltadas as seguintes características:

- **INSTABILIDADE** - A principal característica do ecótono terra-água-continental é sua instabilidade temporal e espacial (Braga et al., apud Pinay et al., 1990) que leva a uma enorme heterogeneidade nos habitats criados (Joly, 1986).
- **REGULAÇÃO DA INUNDAÇÃO** - Reduz os efeitos da inundação na várzea pois impedem a formação de ondas de inundação, reduz a velocidade dos fluxos de água transversais e longitudinais do rio (Graf, 1980, apud Pinay et al., 1990; Schlosser et al., 1981 apud Reisser, 1990; Petersen et al., 1987; Stainblums et al., 1984; Delitti, 1989; Lima, 1989).
- **ALTA DIVERSIDADE** - O efeito de borda é responsável pela tendência das comunidades serem mais diversas e densas nas zonas de transição entre comunidades e ecossistemas. Existem algumas espécies de animais características dos ecótonos, enquanto outras o procuram para proteção e alimentação (Marinho Filho et al., 1989), sendo que a sobrevivência/abundância destes espécies está diretamente relacionada com a quantidade (Goeden, 1979, apud Naiman et al., 1989) e qualidade dos ecótonos (Lovejoy et al., 1979, apud Naiman et al., 1989).

Ecótonos ciliares contêm particularmente uma grande variedade de habitats, que resultam no mosaico de recursos e distúrbios de diferentes idades e estágios sucessionais (Ranney et al., 1981, apud Petts, 1990). As inundações e secas são componentes fundamentais de sistemas onde as diferenças topográficas determinam as variações locais de frequência e duração, produzindo zonas de vegetação que formam um contínuo de fragmentos dentro da floresta ciliar; o limite entre cada fragmento pode ser abrupto ou não, e refletem a tolerância específica às condições de umidade (Petts, 1990).

A alta diversidade de habitats está relacionada aos processos de distúrbios no canal que resultam na criação e na manutenção de alta diversidade biológica dentro do ecótono (Salo, 1990; Salo et al., 1986).

- **RETENÇÃO DE MATÉRIA E ENERGIA** - A água corrente é um vetor de transferência de materiais, e seu movimento rio abaixo é restringido por processos de retenção, no qual os ecótonos são os mais importantes. Este papel está relacionado ao conceito de transporte em espiral dos nutrientes em sistemas fluviais (Webster, 1975, apud Pinay et al., 1990). O transporte é associado com transformações do material orgânico, que são absorvidos, utilizados e liberados pelos organismos componentes do ecótono (Matheus et al., 1988).
- **FILTRO CONTRA POLUENTES** - A Mata ciliar constitui um filtro natural contra poluição difusa de nutrientes (Lowrance et al., 1984; Peterjohn et al., 1984; Jacobs et al., 1985 apud Salo, 1990; Matheus et al., 1988; Lima, 1989).

Um estudo recente no Rio Garonne, França, ilustra esta contenção. A hipótese testada foi se a floresta ripária eliminou o nitrato enquanto o fluxo de água passava através do solo sob ela, vindo de campos agriculturados até o rio. Em 1986 a qualidade da água do solo na bacia foi intensamente estudada (Pinay, et al., 1990) sendo obtidos os seguintes resultados:

- 1 - Ocorreu alta heterogeneidade dos níveis de nitratos, desde indetectável até próximo de 300mg NO₃I-1, com mais de 63% das amostras acima de 50mg I-1 (norma de potabilidade)
- 2 - A concentração de nitrato na água do solo, variou com o uso deste, sendo: floresta astagem árvores frutíferas área abandonada cereais jardim cultivado áreas urbanizadas.

- 3- Dentro da planície aluvial a água do solo próximo ao rio apresentou menor conteúdo de nitrato, tendo sido em grande parte ou totalmente eliminado antes de chegar ao rio.

Pinay et al. (1990) examinaram como a Mata Ciliar elimina o nitrato do solo ao longo de uma seção transversal próxima a um tributário do rio Garonne, concluindo que cerca de 30m de fluxo superficial sob a Mata Ciliar é suficiente para remover todo o nitrato importado. A capacidade de remoção pela Mata Ciliar parece ser ainda maior que a obtida, pois foi notado a presença constante de ferro e manganês reduzidos no aquífero próximo ao rio (estes são utilizados como aceptores terminais de elétrons na ausência de nitrato), além da taxa de denitrificação ($50\text{mgN}_2\text{m}^{-2}\text{dia}^{-1}$) obtida no campo ser muito inferior em relação a taxa de denitrificação potencial estimada experimentalmente ($350\text{mg N}_2\text{m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

- **FONTE DE CARBONO ORGÂNICO PARA OS RIOS** - Basicamente o carbono orgânico nos rios tem duas fontes: autóctone, derivada da produção primária; e alóctone, originada de produtos decompostos dos organismos terrestres.

O folhedo terrestre é a principal fonte de carbono nas cabeceiras florestadas. Pequenos córregos florestados recebem em média $400\text{-}600\text{ m}^{-2}\text{ano}^{-1}$ de carbono, dos quais $350\text{ g m}^{-2}\text{ano}^{-1}$ representam folhas mortas (Hynes, 1975; Bird et al., 1981 apud Pinay et al., 1990). Entretanto, o conceito de "continuum" fluvial propõe que com o aumento de tamanho do rio, da nascente até a foz, diminui a importância da vegetação ciliar no estoque (Budget) da Matéria Orgânica fluvial (Vannote et al., 1980 apud Pinay et al., 1990). A entrada direta anual do folhedo em grandes rios varia entre $10\text{-}40\text{ g m}^{-2}$ de superfície líquida (Mathews et al., 1969; Connors et al., 1984; Chauvet et al., 1988; Karlstrom, 1988; apud Pinay et al., 1990).

- **DESCONTINUIDADES FÍSICAS E QUÍMICAS AO LONGO DO RIO** - físicas: temperatura, inclinação e influência dos tributários na geomorfologia do canal; químicas: diferentes substratos geológicos. O fluxo de água unidirecional resulta em ampla heterogeneidade espaço-temporal e produz grande variedade de ecótonos.

- MANEJO E RECUPERAÇÃO DOS ECÓTONOS MATA CILIAR

Ao longo de todo o desenvolvimento sócio-econômico das civilizações os rios e lagos ocuparam posição de destaque, pois eram fonte de água e de alimentos frescos, rotas de navegação e áreas agriculturáveis, além de fonte de energia.

O resultado do modelo de desenvolvimento é a alta perturbação e modificação dos sistemas fluviais naturais, muitas vezes chegando até a degradação ambiental dos mesmos, através do processo do controle de fluxo e de cheias, navegação fluvial moderna, aproveitamento hidroelétrico e do uso do solo e disposição de resíduos poluentes.

O manejo destas áreas vitais implica na manutenção e no incremento dos sistemas naturais e a restauração dos sistemas antropizados essenciais a sua persistência. Entretanto, apesar dos esforços em escala mundial, o nível de conhecimento atual e os processos de investigação científica sobre a dinâmica e estrutura dos ecótonos são ainda incipientes, como reconhecem Décamps et al. (1990).

Estes autores admitem que o manejo dos ecótonos urge por uma compreensão fundamental dos processos ecológicos envolvidos e que é ainda necessário muita investigação em grande variedade de ecótonos, especialmente tropicais, para que se obtenha uma recomendação geral sobre os processos gerais e estratégias mais adequadas.

A dificuldade de generalização dos processos fundamentais de criação, manutenção e regulação dos ecótonos não podem ser um obstáculo às ações de conservação, sendo portanto oportunas abordagens que auxiliem no desenvolvimento de estratégias objetivas.

A conservação da biodiversidade da floresta tropical através de seu manejo, tem sido o assunto mais discutido e importante no campo da moderna ecologia. A meta básica de uma política conservacionista deve ser direcionada através do planejamento e zoneamento ambiental em macroescala para equacionar o uso do solo sob as diversas perspectivas de manejo em sentido integrado e racional, isto é, desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento sustentável é definido pela comissão mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1987) como "Desenvolvimento que produz as necessidades do presente sem comprometer a viabilidade das gerações futuras alcançarem suas próprias necessidades". Esta definição é composta por dois conceitos básicos: o conceito de necessidade, em particular aquelas essenciais

para a erradicação da pobreza; e a idéia de limitação imposta pelo estado de organização social e tecnológica da capacidade ambiental de produzir as necessidades presentes e futuras (Schreckenberg et al., 1991).

A combinação de tecnologias apropriadas ao manejo dos sistemas que contribuem para o desenvolvimento sustentado precisam estar adequadas aos procedimentos de uso do solo, de modo a intensificar e implementar os usos dos recursos que devem ser mantidos ao longo das gerações.

O modelo ecossistêmico das zonas ciliares de Gregory et al. (1991) e a concepção de Salo (1990) sobre a criação e manutenção dos ecótonos salientam o aspecto fundamental que as Matas Ciliares tem no processo.

Então é claro que o manejo do ecótono está intimamente relacionado ao manejo da vegetação ciliar inserida dentro de um plano de uso do solo, obtido através da abordagem de ecologia da paisagem, onde as florestas são parte integrante desta. Oldeman (1989, apud Schreckenberg et al., 1991) expõe exemplos desta prática onde após detalhado levantamento de potencialidades da bacia, o uso do solo proposto em manejo sustentado segue dois princípios simples: do ponto de vista hidrológico, os locais chaves como cabeceiras das drenagens, margens de cursos d'água, solos mais erodíveis, etc., são protegidos por vegetação permanente que inclui reservas naturais e florestas manejadas de produção extensiva; as áreas ocupáveis para uso mais intensivo deverão ser divididas em áreas com produção potencial ótimas, respeitando suas aptidões.

A premissa básica das propostas de manejo da floresta tropical inseridas no programa MAB/UNESCO e apresentadas no documento "Economic and Ecological sustainability of Tropical RainForest Management (Schreckenberg et al., 1991), considera que há inúmeras abordagens de manejo ecológica e economicamente sustentáveis, mas que todas devem ter as seguintes preocupações: a) determinar sistemas sustentáveis de exploração de madeiras tropicais, por exemplo, testando o uso de tecnologias alternativas; b) o uso de outros produtos florestais e serviços, por exemplo, reservas extrativistas, sistemas agroflorestais intensificados, domesticação de espécies animais e vegetais promissoras, plantas medicinais, ecoturismo, etc.; c) incremento da eficiência da produção florestal através da manipulação da biologia dos solos; d) reabilitação das áreas degradadas.

Segundo Gomez-Pompa et al. (1991) existem basicamente 4 sistemas silviculturais que enfatizam os processos ecológicos envolvidos na regeneração das florestas tropicais, utilizando o termo "regeneração" como um conceito prático que inclui a sucessão secundária natural e os tipos de manipulação da floresta que podem levar intencionalmente a estágios novos e mais produtivos de crescimento florestal: sistemas de regeneração natural, seletivos, de substituição e de restauração.

Schmidt (1991) apresenta as experiências de desenvolvimento sustentado realizadas em diferentes regiões do mundo, sugerindo que os sistemas de restauração são os menos conhecidos, mas cada vez mais necessários. Estes incluem o manejo das áreas florestais altamente perturbadas e frequentemente abandonadas, e áreas que permanecerem algum tempo sem cobertura vegetal. É um grupo não bem definido, sendo entretanto, o elemento comum a área degradada.

Os sistemas de restauração incluem uma grande variedade de técnicas, geralmente baseadas na experiência local e em pequena escala, com poucas informações ecológicas e biológicas sobre a floresta ou as espécies.

Gomez-Pompa et al. (1991) ao apresentar uma visão geral das técnicas de regeneração da floresta tropical ressaltam a necessidade da seleção de espécies a serem protegidas, plantadas e estimuladas, sendo fundamental o conhecimento de seus ciclos de vida, requerimentos ecológicos nos diferentes estágios de crescimento, habilidades competitivas, predadores, doenças, etc. Os autores consideram que a falta de informações sobre as espécies individualmente é a maior dificuldade para a implementação das técnicas de manejo e do conhecimento biológico como um todo.

ANEXO 2 - TABELAS

TABELA 1 - Cálculo do balanço hídrico sequencial para a área de estudos nos anos de 1989, 1990 e 1991 (dados meteorológicos IAC - Jaú), determinado para uma capacidade de armazenamento do solo de 50 mm, segundo Thornthwaite & Matter (1955). T = temperatura média mensal (oC); P = precipitação média mensal (mm); EP = evapotranspiração potencial (mm); ARM = armazenamento (mm); ER = evapotranspiração real (mm); DEF = déficit hídrico (mm); EXC = excedente hídrico (mm).

MÊS	T	P	EP	P-EP	NEG AC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
JAN	23.3	206	121	85	0	50	0	121	0	85
FEV	23.8	312	110	202	0	50	0	110	0	202
1 MAR	23.9	114	117	-3	3	47	-3	117	0	0
ABR	22.9	49	100	-51	54	16	-31	80	20	0
9 MAI	18.9	32	66	-34	88	8	-8	40	22	0
JUN	17.9	58	54	4	66	12	4	54	0	0
8 JUL	17.3	107	53	54	0	50	38	53	0	54
AGO	19.2	32	71	-39	39	22	-28	54	17	0
9 SET	19.9	142	78	64	0	50	28	78	0	36
OUT	20.9	551	94	457	0	50	0	94	0	457
NOV	22.5	17	109	-92	92	7	-43	24	85	0
DEZ	23.7	233	128	105	0	50	43	128	0	105
TOT	19.2	1853	1101						145	943
JAN	24.7	237	136	101	0	50	0	136	0	101
FEV	24.7	198	119	79	0	50	0	119	0	79
1 MAR	24.2	246	120	126	0	50	0	120	0	126
ABR	23.8	78	105	-27	27	27	-23	101	4	0
9 MAI	19.0	51	55	-4	31	26	-1	52	3	0
JUN	18.1	12	50	-38	69	11	-15	27	3	0
9 JUL	17.2	59	41	18	27	28	17	41	0	1
AGO	19.0	74	66	8	13	36	8	66	0	16
0 SET	19.3	92	67	25	0	50	14	67	0	17
OUT	24.1	43	123	-80	80	9	-43	86	37	0
NOV	25.0	190	134	56	0	50	43	134	0	13
DEZ	24.3	253	135	118	0	50	0	135	0	118
TOT	22.0	1533	1151						67	471

(cont. Tabela 1).

JAN	23.9	262	127	135	0	50	0	176	0	135
FEV	23.5	203	107	96	0	50	0	107	0	96
1 MAR	22.8	364	105	259	0	50	0	105	0	259
ABR	21.7	132	86	46	0	50	0	86	0	46
9 MAI	19.6	75	65	10	0	50	0	65	0	10
JUN	19.0	39	55	-16	16	35	-15	54	1	0
9 JUL	18.3	49	77	-28	44	19	-16	65	12	0
AGO	21.0	0	80	-80	124	4	-15	15	65	0
1 SET	21.9	18	91	-73	197	1	-3	21	70	0
OUT	23.2	78	113	-35	232	0	-1	79	34	0
NOV	24.9	56	133	-77	309	0	0	56	77	0
DEZ	24.7	298	139	159	0	50	50	139	0	109
TOT	22.0	1574	1178						259	665

TABELA 2 - Cálculo do balanço hídrico normal para a região de Jaú no período 1956 - 1982 (dados meteorológicos IAC - Jaú), determinado para uma capacidade de armazenamento do solo de 125 mm, segundo Thornthwaite & Matter (1955). T = temperatura média mensal (oC); P = precipitação média mensal (mm); EP = evapotranspiração potencial (mm); ARM = armazenamento (mm); ER = evapotranspiração real (mm); DEF = déficit hídrico (mm); EXC = excedente hídrico (mm).

MÊS	P	EP	P-EP	NEG AC	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
JAN	216	119	97	0	125	0	119	0	97
FEV	211	103	108	0	125	0	103	0	108
MAR	47	105	42	0	125	0	105	0	42
ABR	64	80	-16	16	109	-16	80	0	0
MAI	46	61	-15	31	97	-12	58	3	0
JUN	55	50	5	24	102	5	50	0	0
JUL	32	52	-20	44	86	-16	48	4	0
AGO	24	68	-44	88	61	-25	49	19	0
SET	53	81	-28	116	49	-12	65	16	0
OUT	130	95	35	34	84	35	95	0	0
NOV	142	105	37	4	121	37	105	0	0
DEZ	225	115	110	0	125	4	115	0	106
TOT	1345	1034	311	-	-	-	992	42	353

TABELA 3 - Crescimento médio em altura (desvio padrão em cm), taxas de crescimento relativo (cm cm⁻¹ dia⁻¹) e produção média de folhas (desvio padrão) da população de plântulas de *Centrolobium tomentosum* crescidas em viveiro, Brotas.

DATA	DIAS	N	H DP(cm)	TCR $\pm$ DP	Nfol. DP
09.89	0	250	-	-	-
11.89	52	236	7.08 1.78		3.62 0.57
12.89	85	231	7.64 1.81	0.0024 0.0024	5.18 0.78
01.90	116	231	8.20 1.82	0.0020 0.0020	6,93 1.08
02.90	151	231	9.73 2.18	0.0049 0.0040	9.34 1.31
04.90	199	231	13.02 3.70	0.0069 0.0036	12.35 1.81
06.90	262	227	15.66 5.33	0.0027 0.0022	14.00 2.32
08.90	325	227	16.89 5.79	0.0012 0.0010	15.11 2.77
11.90	416	227	42.99 17.86	0.0099 0.0034	-
05.91	602	195	96.93 43.64	0.0042 0.0015	-

TABELA 4 - Expectativa de vida (ex) em meses das seis primeiras folhas da população de plântulas de *Centrobium tomentosum* crescidas em viveiro, Brotas.

FOLHAS 1 e 2 - 100 % simples

x	lx	Lx	dx		qx	sx	Tx	ex
1	286	286	0	0	1.0		1570.0	5.49
2	286	285	2	0.01	0.99		1284.0	4.49
3	284	282.2	3	0.01	0.99	999.0	3.52	
4	281	269	24	0.09	0.91		716.5	2.55
5	257	216.5	81	0.32	0.68		447.5	1.74
6	176	159.5	33	0.19	0.91		231.0	1.31
7	143	71.5	143	1.0	0		71.5	0.50

FOLHA 3 - 98 % simples

1	99	99	0	0	1.0		561.5	5.67
2	99	99	0	0	1.0		462.5	4.67
3	99	98.5	1	0.01	0.99		363.5	3.67
4	98	96	4	0.04	0.96		265.0	2.70
5	94	78.5	31	0.33	0.67		169.0	1.80
6	63	61	4	0.06	0.94		90.5	1.44
7	59	29.5	59	1.0	0		29.5	0.50

FOLHA 4 - 88 % simples

1	112	112	0	0	1.0		604	5.39
2	112	112	0	0	1.0		492	4.39
3	112	112	2	0.02	0.98		380	3.39
4	110	103.5	13	0.12	0.88		269	2.45
5	97	82.5	29	0.30	0.70		165.5	1.71
6	68	58.5	19	0.28	0.72		83	1.22
7	49	24.5	49	1.0	0		24.5	0.50

(cont. Tabela 4)

FOLHA 5 - 58 % simples

1	105	105		0	0	1.0	594.5	5.66
2	105	105		0	0	1.0	489.5	4.66
3	105	104.5	1	0.01	0.99		384.5	3.66
4	104	101.5		5	0.05	0.95	280	2.69
5	99	92.5		13	0.13	0.87	178.5	1.80
6	86	64.5		43	0.50	0.50	86	1.00
7	43	21.5		43	1.0	0	21.5	0.50

FOLHA 6 - 35 % simples

1	77	77		0	0	1.0	414.5	5.38
2	77	77		0	0	1.0	337.5	4.38
3	77	76.5		1	0.01	0.99	260.5	3.38
4	76	73.5		5	0.07	0.93	184	2.24
5	71	65		12	0.17	0.83	110.5	1.56
6	59	37.5		43	0.73	0.27	45.5	0.77
7	16	8		16	1.0	0	8	0.50

TABELA 5 - Fenologia quantitativa de *Centrolobium tomentosum* (gPS ind-1). As porcentagens apresentadas se referem ao total de cada estrutura.

DATA	DIAS	FOLÍOLO	RAQUE	FRUTO	FLORES	TOT.MES
08.90	0					
09.90	35	1.377	0.841			2.218
10.90	27	0.922	0.345			1.267
11.90	35	3.337	0.497			3.834
12.90	31	9.007	1.205			10.212
01.91	31	41.524	7.163		6.412	55.108
02.91	28	12.292	2.641		33.077	48.010
03.91	34	9.968	1.227	0.863	2.640	14.698
04.91	24	5.494	0.788		0.033	6.315
05.91	35	5.350	0.350			5.700
06.91	27	13.710	0.834			14.544
07.91	42	70.115	11.730	0.877		82.722
08.91	28	73.708	38.149	20.349		132.206
09.91	33	17.735	12.572	5.783		36.090
11.91	37		1.674	4.154		5.528
TOT	447	264.539	80.018	32.026	42.169	418.752

TABELA 6 - Dinâmica e demografia das coortes foliares dos adultos de *Centrolobium tomentosum*

DATA	COORTE I		COORTE II		COORTE III	
	(25.08.90)		(14.10.90)		(18.12.90)	
	DIAS	% MORT.	DIAS	% MORT.	DIAS	% MORT
16.09.90	22	3.5				
13.10.90	49	0				
17.11.90	84	1.2	34	0		
18.12.90	115	5.9	65	2.9		
18.01.91	146	12.9	96	23.5	31	0
15.02.91	174	5.9	124	5.9	59	0
21.03.91	208	2.4	158	0	93	0
14.04.91	232	2.4	182	0	117	0
19.05.91	267	0	217	0	152	0
15.06.91	294	2.4	244	0	179	0
27.07.91	336	15.3	286	0	221	33.3
24.08.91	364	44.7	314	55.9	249	60.0
26.09.91	397	1.2	347	11.8	282	6.7
02.11.91	434	2.4	384	0	319	0

TABELA 7 - Expectativa de vida foliar das coortes dos adultos de *Centrolobium tomentosum*. Intervalos (x) em dias e expectativa de vida em meses (ex).

COORTE I

x	lx	Lx	dx	Tx	ex
0 - 22	85	83.5	3	702.5	8.00
22 - 49	82	82	0	619	7.47
49 - 84	82	81.5	1	537	6.33
84 - 115	81	78.5	5	455.5	5.47
115 - 146	76	70.5	11	377	4.75
146 - 174	65	62.5	5	306.5	4.52
174 - 208	60	59	2	244	3.90
208 - 232	58	57	2	185	2.98
232 - 267	56	55	2	128	1.87
267 - 294	54	47.5	13	73	0.99
294 - 336	41	22	38	25.5	0.45
336 - 364	3	2.5	1	3.5	0.86
364 - 397	2	1	2	1	0.50

COORTE II

0 - 35	34	34	0	233	6.93
35 - 65	34	34	1	199	6.16
65 - 93	33	29	8	165.5	5.29
93 - 124	25	24.5	1	136.5	5.75
124 - 158	24	24	0	112	4.83
158 - 182	24	24	0	88	3.79
182 - 217	24	24	0	64	2.89
217 - 244	24	24	0	40	1.95
244 - 286	24	14	20	16	0.79
286 - 314	4	2	4	2	0.50

(cont. Tabela 7)

COORTE III

0 - 31	15	15	0	108.5	7.61
31 - 59	15	15	0	93.5	6.20
59 - 93	15	15	0	78.5	5.30
93 - 117	15	15	0	63.5	4.12
117 - 152	15	15	0	48.5	3.34
152 - 179	15	15	0	33.5	2.19
179 - 221	15	12.5	5	18.5	1.53
221 - 249	10	5.5	9	6	0.62
249 - 282	1	0.5	1	0.5	0.50

TABELA 8 - Produção de folheto *Centrolobium tomentosum* em 10-2 gPS ind-2 dia-1 e em Kg ha-1 (valores correspondentes a produção média da área de estudo que apresenta densidade média de 90 ind.-1 ha-1).

DATA	DIAS	FOLÍOLO	RAQUE	FRUTO	FLORES	TOT.MES
09.90	35	3.93	2.40			6.33
10.90	27	3.41	1.28			4.69
11.90	35	9.53	1.42			10.95
12.90	31	29.05	3.89			32.94
01.91	31	133.95	23.11		20.71	177.77
02.91	28	43.90	9.43		118.13	171.46
03.91	34	29.32	3.64	2.54	7.76	43.23
04.91	24	22.89	3.28		0.14	26.31
05.91	35	15.29	1.00			16.29
06.91	27	50.78	3.10			53.88
07.91	42	166.94	27.90	2.09		169.93
08.91	28	263.24	90.83	72.68		426.75
09.91	33	53.74	38.10	17.52		109.36
11.91	37		4.52	11.23		15.75
TOTAL	447	825.07	213.87	106.06	146.74	1292.64
kg ha-1		271.33	70.26	34.84	48.20	424.63

TABELA 9 - Decomposição de folheto de *Centrolobium tomentosum*.

DATA	DIAS	MÉDIA DP (g PS)	%
10.11.89	0	5.00	-
12.12.89	40	4.653 0.171	93.1
20.01.90	70	4.572 0.455	91.4
26.02.90	107	3.978 0.444	79.6
27.04.90	167	3.194 0.187	63.9
27.05.90	201	3.198 0.165	64.0
29.06.90	231	3.267 0.335	65.3
25.07.90	257	3.168 0.286	63.4
16.09.90	310	3.280 0.431	65.6
17.11.90	372	2.785 0.591	55.7
18.01.91	434	2.734 0.313	54.7
21.03.90	496	2.209 0.372	44.2

TABELA 10 - Concentração de nutrientes (%) no folheto de *Centrolobium tomentosum* ao longo do período de estudo.

ESTRUT.	DATA	N	P	K	Ca	Mg	S
FOLÍOLO	16.09.90	2.43	0.16	0.42	1.87	0.33	0.19
	7.11.90	2.52	0.11	0.42	1.58	0.41	0.12
	18.01.91	1.85	0.07	0.22	1.61	0.30	0.14
	15.02.91	1.78	0.07	0.33	1.57	0.32	0.26
	21.03.91	2.10	0.09	0.25	1.86	0.31	0.19
	15.06.91	1.82	0.07	0.57	1.66	0.27	0.31
	24.08.91	1.69	0.07	0.58	1.95	0.27	0.34
JOVEM	02.11.91	2.72	0.32	1.63	1.02	0.31	0.26
FLOR	25.01.91	1.76	0.32	1.43	0.74	0.26	0.17
FRUTO ABORTO	21.03.91	2.29	0.16	0.39	1.22	0.27	0.21
MADURO	24.08.91	1.71	0.16	0.89	0.84	0.19	0.14
RAQUE SENESC.	26.08.90	0.87	0.06	0.55	2.60	0.48	0.19
JOVEM	02.11.91	2.53	0.34	1.50	0.93	0.23	0.19