JOSÉ ALDO ALVES PEREIRA

DESEMPENHO DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SÍTIO VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE MATAS CILIARES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras - UFLA, como parte das exigências do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Profª. SORAYA ALVARENGA BOTELHO

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da Biblioteca Central da UFLA

Pereira, José Aldo Alves

Desempenho de espécies florestais de rápido crescimento em diferentes condições de sítio visando a recomposição de matas ciliares / José Aldo Alves Pereira. -- Lavras : UFLA, 1996.

86 p. : il.

Orientadora: Soraya Alvarenga Botelho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Mata ciliar. 2. Espécie pioneira. 3. Recuperação. 4. Ärea degradada. 5. Sítio. 6. PCA (Análise de Componentes Principais). 7. *Acacia mangium*. 8. *Croton floribundus*. 9. *Mimosa scabrella*. 10. *Senna multijuga*. 11. *Trema micrantha*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 643. 956

JOSÉ ALDO ALVES PEREIRA

DESEMPENHO DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SÍTIO VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE MATAS CILIARES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras - UFLA, como parte das exigências do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 30 de agosto de 1996

Prof. Antônio Cláudio Davide

Prof. Mozart Martins Ferreira

Profª Soraya Alvarenga Botelho
(Orientadora)

Aos meus pais José Heleno ("in memorian") e Dadá,

pelo exemplo de vida e amor.

Aos meus irmãos pelo apoio e amizade,

Aos meus amigos (as),

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Ciências Florestais (DCF), pela oportunidade de realização do curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos;

À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), pelo apoio logístico e pela oportunidade de trabalhar junto às suas áreas de pesquisa, através do convênio CEMIG/UFLA/FAEPE, em especial ao Eng. Newton Schmidt;

À profª. Soraya Alvarenga Botelho pela orientação dedicada e amiga, e aos profs. Cláudio Davide, Mozart Ferreira e Nilton Curi, pela colaboração e sugestões;

Aos profs. José Roberto Scolforo e Ary Teixeira de Oliveira Filho pelo apoio e amizade;

Aos colegas e amigos, José Márcio Melo, Santos D'Angelo, Miguel Caçeres, Flávia Rodrigues, Izaaque Amorim, Maria Inês Alvarenga, Silvério Coelho, Eliana Kneipp, e em especial ao José Márcio Faria, Marco Aurélio Fontes, Tarcísio Gonçalves, Fátima Camargo, Renato Roscoe e Lúcia Ferreira, hora pela ajuda prestada, hora pelo apoio e amizade; aos demais colegas e funcionários da UFLA e da CEMIG pelo saudável convívio e ajuda nas medições de campo;

Aos meus amigos em Belo Horizonte e à minha família em Alagoas, pelo apoio e incentivo, em especial ao José Pereira Júnior e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho,

MUITO OBRIGADO

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS vii

LISTA DE FIGURAS viii

RESUMO x

SUMMARY xii

1 INTRODUÇÃO 1

2 REFERENCIAL TEÓRICO 3
2.1 Mata ciliar 3
2.1.1 Características e funções 3
2.1.2 Implantação e reconstituição 5
2.2 Sucessão secundária 6
2.2.1 Uso do conceito de sucessão secundária para implantação de florestas mistas 8
2.3 Sítio 10
2.3.1 Qualidade e classificação de sítio 10
2.3.1.1 A água no solo 13
2.3.1.2 Textura e profundidade do solo afetando a umidade 14
2.3.1.3 Excesso e deficiência de umidade 15
2.3.2 Seleção, eficiência e adaptação de espécies em diferentes sítios 17
2.4 Espécies estudadas 19
2.4.1 *Acacia mangium* **Willd** (Acácia mangium). 19
2.4.2 *Croton floribundus* **Spreng**.(Capixingui) 21
2.4.3 *Mimosa scabrella* **Bentham** (Bracatinga) 22
2.4.4 *Senna multijuga* **(Rich) Irvin e Barn.** (Cássia verrugosa) 24
2.4.5 *Trema micrantha* **(L.) Blume** (Trema) 24

3 MATERIAL E MÉTODOS 27
3.1 Localização 27
3.2 Vegetação 29
3.3 Clima 29
3.4 Descrição e caracterização dos sítios 30
3.4.1 Uso anterior do solo 30
3.4.2 Classificação dos solos, descrição dos perfis e levantamento das declividades 30
3.4.3 Relação entre as cotas do reservatório e as cotas das linhas de plantio 30
3.4.4 Caracterização físico-química dos solos 31
3.5 Preparo do solo, plantio e espécies avaliadas 33
3.6 Delineamento experimental 35
3.7 Avaliação do crescimento das espécies 35
3.8 Análises estatísticas 35

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
4.1 Análises das variáveis ambientais 37
4.1.1 Características físicas e matéria orgânica 37
4.1.2 Características químicas 41
4.2 Análise de Componentes Principais 44
4.3 Comportamento das espécies plantadas nos diferentes sítios 46
4.3.1 Aos 28 meses 46
4.3.2 Aos 39 meses 48
4.4 Crescimento das espécies 50
4.4.1 *Acacia mangium* (Acácia mangium) 51
4.4.2 *Croton floribundus* (Capixingui) 53
4.4.3 *Mimosa scabrella* (Bracatinga) 55
4.4.4 *Senna multijuga* (Cássia verrugosa) 58
4.4.5 *Trema micrantha* (Trema) 61

5 CONCLUSÕES 66

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

ANEXOS 84

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Classificação dos solos, descrição dos perfis e declividades	31
02	Informações complementares ao preparo do solo	34
03	Espécies estudadas	34
04	Características físicas e matéria orgânica dos solos analisados	38
05	Características químicas dos solos analisados	42
06	Valores médios de altura (m) das espécies, nos três sítios estudados, aos 28 meses de idade	47
07	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies, nos três sítios estudados, aos 28 meses de idade	48
08	Valores médios de área de copa (m^2) das espécies, nos três sítios estudados, aos 28 meses de idade	48
09	Valores médios de altura (m) das espécies, nos três sítios estudados, aos 39 meses de idade	49
10	Valores médios de diâmetro do caule ao nível do solo (cm) das espécies, nos três sítios estudados, aos 39 meses de idade	50
11	Valores médios de área de copa (m^2) das espécies, nos três sítios estudados, aos 39 meses de idade	50

LISTA DE FIGURAS

Figura **Página**

01 Localização das áreas de estudo, na região do reservatório de Camargos, município de Carrancas..... 28

02 Cotas máximas mensais (N.A.) registradas para o Reservatório de Camargos (dezembro/93 a março /96) e cotas das primeiras linhas dos plantios ciliares dos Sítios 1 e 2. Cota 846,86m = nível mais baixo d'água atingido pelo reservatório entre janeiro/93 e março/96; cota 854,48m = cota da primeira linha de plantio do Sítio 2; cota 855,42m= cota da primeira linha de plantio do Sítio 1..... 32

03 Variação de umidade do solo nos três sítios, durante o período de 12 meses (abril/95 a março/96), para duas profundidades (0-10 e 10-30cm)..... 40

04 Análise de Componentes Principais (PCA): diagrama de ordenação conjunta - variáveis nominais (■) e fatores ambientais - variáveis contínuas (➔). Os autovalores dos dois primeiros eixos de ordenação foram 0,834 e 0,166, respectivamente. A variância percentual acumulada pelos mesmos eixos foi de 83,4% e 100,0%. M.O. = matéria orgânica, (Fe, pH, Mn, Mg, Ca, P, S, K, Al) = Características químicas estudadas, Umid. = umidade, Prof. = profundidade efetiva, Arg. = argila, Decl. = declividade, Dens. = densidade do solo..... 45

05 Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da acácia mangium nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses..... 52

06 Crescimento em altura, diâmetro e área de copa do capixingui nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses..... 54

07 Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da bracatinga nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses..... 56

08 Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da cássia verrugosa nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses..... 59

09 Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da trema nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses..... 64

RESUMO

PEREIRA, José Aldo Alves. **Desempenho de espécies florestais de rápido crescimento em diferentes condições de sítio visando a recomposição de matas ciliares.** Lavras, UFLA, 1996. 86p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)*

Na recomposição de matas ciliares e na recuperação de áreas degradadas são utilizados diferentes métodos, técnicas silviculturais e espécies florestais, selecionados de acordo com as características ambientais dos sítios. Entretanto, a falta de conhecimento sobre as características silviculturais da maioria das espécies tropicais e a interação com as diferentes condições ecológicas tem, muitas vezes, levado alguns programas de recomposição ao insucesso. A presente dissertação teve como objetivos avaliar o desenvolvimento de cinco espécies de rápido crescimento - *Acacia mangium* **Willd.**, *Croton floribundus* **Spreng.**, *Mimosa scabrella* **Benth.**, *Senna multijuga* **(Rich.) Irwin et Barn** e *Trema micrantha* **(L.) Blume**, em três diferentes condições de sítio; caracterizar os principais fatores que determinam a qualidade destes sítios correlacionando-os com o crescimento das diferentes espécies. As áreas de estudo foram plantadas em dezembro/1992 e janeiro/1993 e localizam-se no entorno do reservatório de Camargos/Itutinga (município de Carrancas) formado pelo represamento do rio Grande - MG. Foram medidos a altura, diâmetro do caule à altura do solo e área de copa das plantas em quatro parcelas de 450m^2 nos Sítios 1 e 2 e de 588m^2 no Sítio 3. Os Sítios 1 e 2 com solos tipo Latossolo Variação Una foram anteriormente ocupados, respectivamente, com culturas alternadas de milho/feijão e pastagem natural degradada; o Sítio 3, solo litólico, encontrava-se ocupado com vegetação de

* Orientadora: Soraya Alvarenga Botelho. Membros da banca: Antônio Cláudio Davide e Mozart Martins Ferreira

transição entre campo-sujo e campo-cerrado. A caracterização dos sítios foi efetuada pela análise de características físico-químicas, declividade e teor de umidade dos solos. Procedeu-se à análise de variância visando determinar e comparar o desenvolvimento das espécies e à Analise de Componentes Principais (PCA) para correlacionar os sítios com os principais fatores que determinam suas qualidades.. O Sítio 1, que propiciou o maior crescimento, correlacionou-se mais fortemente com declividade, silte, teores de potássio, enxofre, fósforo, cálcio, magnésio e manganês; o Sítio 2, que sofre inundação parcial quando o reservatório atinge sua maior cota e apresentou o menor crescimento, correlacionou-se positivamente com os teores de matéria orgânica, ferro e argila, umidade e profundidade do solo e, negativamente com a declividade; o Sítio 3, que apresentou crescimento intermediário correlacionou-se com densidade do solo, porcentagem de areia, declividade e teor de alumínio. Todas as espécies testadas apresentaram maior crescimento no Sítio 1, sendo que a *Acacia mangium* apresentou nos três sítios os indivíduos mais vigorosos com o maior crescimento dentre as espécies, destacando-se pela indiferença às mudanças nas condições físico-químicas e de umidade do solo. *Croton floribundus*, que apresentou crescimento diferenciado nos três sítios, manifestou-se inadaptado às condições de umidade do Sítio 2. *Mimosa scabrella* mostrou-se sensível às condições de baixa drenagem do Sítio 2 e de pequena profundidade associada com déficits hídricos do Sítio 3, onde desenvolveu sintomas como perda de folhas, seca de ponteiro e posteriormente morte de diversos indivíduos. *Senna multijuga* apresentou o menor crescimento médio em altura dentre as espécies testadas e crescimento semelhante nos Sítio 2 e 3 onde, neste último, manifestou baixa resistência a estresse hídrico com presença generalizada de seca de ponteiro. *Trema micrantha* mostrou-se bem adaptada às condições de umidade e de fertilidade do Sítio 1, com crescimento semelhante a *Acacia mangium*; no Sítio 2 apresentou o menor crescimento denotando inadaptabilidade às condições de inundação e umidade e, no Sítio 3 o crescimento foi intermediário apesar dos sintomas generalizados de estresse hídrico (perda de folhas, seca de ponteiro, redução no diâmetro após o período seco).

ABSTRACT

Performance of fast-growing forest species under different site conditions aiming the reclamation of riparian forests.

The reclamation of riparian forests and other degraded areas employs different methods, forestry techniques and forest species, screened according to the environmental characteristics of the sites. However, the lack of knowledge about the forestry characteristics of most tropical species and their interaction with varying ecological conditions have frequently led some reclamation programs to failure. The present dissertation aimed to assess the development of five fast growing species - *Acacia mangium* **Willd.**, *Croton floribundus* **Spreng.**, *Mimosa scabrella* **Benth.**, *Senna multijuga* **(Rich.) Irwin et Barn** e *Trema micrantha* **(L.) Blume** - under three different site conditions, and to feature the leading factors determining the quality of these sites and their correlation with the species growth. The study areas were planted in December 1992 and January 1993 and are situated.on the vicinity of the Camargos and Itutinga Reservoirs (municipality of Carrancas) built up by the damming of the Grande River, State of Minas Gerais. Height, stem diameter at the ground level and crown areas of the plants were measured in four $450m^2$ plots, in Sites 1 and 2, and $588m^2$ in Site 3. Sites 1 and 2, with Una-Variant Latosol soils, were previously used for alternate corn and bean crops and degraded native pasture, respectively, while Site 3, with litholic soils, was covered with a transitional vegetation between "campo-sujo" and "campo-cerrado". The featuring of the sites was undertaken by the analysis of physical-chemical parameters of soil, slope and soil moisture content. Variance analyses were carried out to assess and compare the development of the species while Principal Component Analysis (PCA) was used to correlate the main factors determinig their qualities. Site 1, which provided the greatest growth, correlated more closely with slope, silt, and the amounts of potassium, sulphur,

phosphorus, calcium, magnesium and manganese. Site 2, which goes through flooding in part of its area when the reservoir reachs its top level, provided the poorest growth, and was positively correlated with the level of organic matter, iron, clay, and soil moisture and depth, and negatively correlated with slope. Site 3, which showed intermediate growth, correlated with soil density, sand percentage, slope and aluminium content. All tested species showed greater growth in Site 1, with *Acacia mangium* showing the most vigorous individuals and greatest growth in all sites, standing out for its indifference with respect to the changes in the physical and chemical soil conditions as well as soil moisture. *Croton floribundus,* which showed distinct growth among the three sites, proved unadaptable to the moisture condition of Site 2. *Mimosa scabrella* proved sensitive to the poor drainage conditions of Site 2 and to the low soil depth associated with water deficit in Site 3, where it showed symptoms such as leaf loss, tip drought and later death of several individuals. *Senna multijuga* showed the poorest average heigth growth among the species tested and similar growth in Sites 2 and 3, although in the latter, it also showed low resistance to water stress, with a generalizated tip drought. *Trema micrantha* proved well adapted to the moisture and fertility conditions of Site 1, with a growth similar to that of *Acacia mangium*. It showed the poorest growth in Site 2, denoting unadaptability to the flooding and moisture conditions while in Site 3 the growth was intermediate in spite of the generalized symptoms of water stress (leaf loss, tip drought, and decrease in diameter after the dry period).

1 INTRODUÇÃO

A derrubada indiscriminada das florestas e o uso e manejo inadequado dos recursos naturais têm provocado, dentre outros efeitos, a degradação dos solos, a redução da biodiversidade, alterações nas redes hidrográficas com perdas qualitatativas e quantitativas das águas dos rios, lagos e reservatórios.

Dentre os elementos de desenvolvimento que causam forte impacto ambiental, pode-se citar a construção de estradas, a expansão agrícola mal orientada, o uso e manejo inadequado do solo, atividades de mineração e a formação de grandes lagos ou reservatórios artificiais visando a produção de energia hidrelétrica.

Decorrente da formação dos reservatórios, cria-se às suas margens, um grande perímetro normalmente desprovido de formações florestais. Quando já existentes, estas formações são constituídas por espécies de ambientes mais secos e, portanto, pouco adaptadas à alta umidade observada nos solos quando da elevação do nível do lençol freático e às oscilações do nível dos reservatórios (Botelho et al., 1995).

Embora a legislação atual recomende a implantação de matas ciliares dos perímetros ou entorno dos lagos artificiais, na maioria das vezes o uso e ocupação destes solos vêm sendo destinados inadequadamente à agricultura, pecuária, condomínios e clubes de lazer. A ocupação inapropriada e mal conduzida favorece os processos erosivos com o consequente acúmulo de sedimentos e diminuição da vida útil dos reservatórios, perda do horizonte fértil dos solos e redução da qualidade da água, com efeitos sobre a fauna ictiológica.

As matas ciliares apesar de sua ampla distribuição geográfica, recobrem uma superfície relativamente pequena, mas de destacada fragilidade e particular importância quanto à preservação da fauna e da flora terrestre e aquática. Particularmente, nas áreas de cerrado as matas ciliares são essenciais para a conservação da mastofauna (Redford e Fonseca, 1986). Seu papel para a manutenção da biodiversidade é essencial. A erradicação deste ecossistema, principalmente nas regiões mais populosas do Brasil, ocorre indiscriminadamente (incêndios, derrubadas, entre outros), em desrespeito à legislação (Brasil, 1988; Brasil, 1986) que visa proteger os recursos naturais necessários para a sobrevivência com qualidade das gerações futuras.

Atualmente, no Brasil, ainda detém-se pouco conhecimento dos aspectos silviculturais, em decorrência do grande número de espécies e variáveis ambientais envolvidas nos processos de recuperação e formação de matas ciliares e áreas degradadas. A fim de suprir lacunas de conhecimentos, faz-se necessário que se empreenda esforços voltados ao desenvolvimento de métodos e técnicas silviculturais visando a implantação e condução de florestas mistas para fins de preservação, recomposição e produção.

Sob esta ótica, a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), responsável por 97,8% da eletricidade produzida no Estado (CEMIG, 1991), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), firmaram convênio em 1990, visando o desenvolvimento de tecnologia para a recuperação de áreas degradadas e a implantação de matas ciliares no entorno de reservatórios.

O presente trabalho é parte das pesquisas desenvolvidas pelo convênio supra mencionado e seus objetivos são: (1) avaliar o desenvolvimento de cinco espécies de rápido crescimento - *Acacia mangium* **Willd.**, *Croton floribundus* **Spreng.**, *Mimosa scabrella* **Benth.**, *Senna multijuga* (**Rich.**) **Irwin et Barn** e *Trema micrantha* (**L.**) **Blume**, em três diferentes condições de sítio; (2) caracterizar os principais fatores que determinam a qualidade destes sítios correlacionando-os com o crescimento das diferentes espécies.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mata ciliar

2.1.1 Características e funções

As formações florestais ripárias ou ciliares se constituem de manchas de vegetação caracterizadas pela combinação diferenciada da atuação principalmente de fatores abióticos, que resultam em florística e estrutura própria da vegetação. Como a atuação diferenciada daqueles fatores abióticos ocorre no espaço e no tempo, essas manchas de vegetação representam estágios de evolução adaptativa, selecionando espécies aptas à interferência da água, nas manchas com essas características, ou espécies típicas das formações adjacentes àquelas ripárias (Rodrigues, 1989).

Kageyama, Castro e Carpanezzi (1989), Bertoni e Martins (1987) abordam a mata ciliar como uma vegetação característica de margens de rios e lagos, e que apresenta espécies adaptadas, tolerantes ou indiferentes a solos hidromórficos ou sujeitos a inundações temporárias. Esta vegetação inclui determinadas espécies exclusivas, constituindo-se em importante habitat para animais, além de ser fonte de alimento para peixes.

A mata ciliar ou ripária ocorre nas porções do terreno que incluem tanto a ribanceira de um rio ou córrego, de um lago ou represa, como também as superfícies de inundação, chegando até as margens do corpo d'água. Pela própria natureza do ecossistema em declive encontram-se transições em solo, em vegetação e um grande gradiente em umidade do solo, que geralmente impõe o tipo de vegetação (Reichardt, 1987).

Como as áreas marginais de cursos d'água estão sujeitas às influências diretas daquele curso, tais como umidade, freqüência de alagamento, profundidade do lençol freático, etc.,

ocorrem características abióticas próprias daquela situação, no que se refere ao microclima, à fertilidade, à estrutura do solo, à disponibilidade de oxigênio no solo, à temperatura e outros. Estas características proporcionam um processo de seletividade ambiental, que acaba por determinar as espécies vegetais adaptadas a ocupar as áreas marginais (Rodrigues, 1989).

De acordo com Platts et al. (1987) citado por Lima (1989), as matas ciliares desempenham importantes funções hidrológicas (e ambientais) através das seguintes formas:

- estabilização das ribanceiras dos rios, que se constituem em áreas críticas, através do desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular;
- como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participando do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação tanto do escoamento superficial, quanto na absorção de nutrientes do escoamento superficial pela vegetação ciliar;
- pela diminuição e filtragem do escoamento superficial impedindo ou dificultando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas;
- pela integração com a superfície da água, proporcionando cobertura e alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática;
- pela mesma razão, intercepta e absorve radiação solar, assim contribuindo para estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água;

Na composição florística as matas ciliares geralmente sofrem a influência de outras formações vegetais próximas, através de espécies que se adaptam em menor ou maior grau ao ambiente ciliar. Este fato colabora para a existência de matas ciliares fitossociologicamente diferentes nas várias regiões de sua ocorrência (Salvador, 1986).

Leitão-Filho (1982) destaca que a diversidade de espécies nas matas ciliares em geral não é alta, quando comparada com as matas de planalto e atlântica. Para este autor, existem algumas dezenas de espécies que são típicas dessas formações e podem ser utilizadas em programas de recuperação de matas ciliares em quase todo o país.

Omerik, Abernathy e Male (1981), selecionaram e estudaram diversas bacias hidrográficas com diferentes porcentagens de coberturas de matas ciliares e concluíram que a presença da mata ciliar é garantia de estabilidade térmica e de menor concentração de sedimentos no deflúvio.

Recentemente , de acordo com Lima (1989), tem-se implementado o conceito de uso múltiplo das florestas plantadas como objetivo básico, estabelecendo-as com propósitos recreacionais, de proteção ao solo e dos recursos hídricos e de conservação genética animal (indiretamente) ou vegetal.

2.1.2 Implantação e reconstituição

Na implantação ou reconstituição de matas ciliares, a análise da estrutura de trechos de mata fornece subsídios à proposição de modelos de reconstituição, onde combinam-se grupos de diferentes estágios de sucessão (Kageyama, Brito e Baptiston, 1986).

Segundo Botelho et al. (1995), a utilização de estudos fitossociológicos com o objetivo de reproduzir qualitativa e quantitativamente a vegetação local podem apresentar dificuldades de estabelecimento do plantio, pois dependendo do estádio de desenvolvimento das florestas estudadas, diferentes grupos de espécies estarão presentes, nem sempre reproduzindo as condições exigidas para a fase de estabelecimento da floresta.

Para a indicação de espécies, deve-se efetuar estudos sobre propagação, grau de adaptação em relação à condição de umidade, desenvolvimento e agressividade, produção de sementes e capacidade de cobertura da área trabalhada. Os modelos testados indicam que pode-se recuperar matas ciliares através do enriquecimento do banco de sementes do solo ou efetuando-se o plantio de mudas, de conformidade com os estudos prévios realizados (Barbosa, 1989).

Idealmente, na recomposição ciliar, deve-se empregar as espécies autóctones do estádio seral no qual se encontra a área problema. Entretanto, pode-se utilizar outras espécies, inclusive introduzidas, por razões de natureza técnica e operacional. O plantio de espécies pioneiras e não pioneiras deve fornecer material básico para a sucessão, visando colaborar e acelerar esse processo. Os ajustes mais finos devem ficar por conta da natureza, com seu efeito estocástico e com suas interações múltiplas e complexas (Kageyama, Castro e Carpanezzi, 1989).

2.2 Sucessão secundária

Na floresta natural em clímax não há crescimento ou acumulação de biomassa, como também não há redução. Nela, há um equilíbrio entre a produção primária bruta e a respiração total do ecossistema (Odum, 1971). Entretanto, nesta floresta a renovação é permanente: árvores velhas sucumbem ao ataque de fungos e insetos, árvores emergentes são tombadas pelo vento, durante tempestades, podendo derrubar várias outras ao cair, abrindo clareiras dentro da mata (Vandermeer et al., 1990; Schubart, 1986).

As bases conceituais da sucessão secundária tomaram forma nos anos 50/60, a partir das características estruturais, fisionômicas e bióticas das comunidades, tendo em Budowski (1965) um dos grandes estudiosos. Este autor classificou as espécies que participam da reconstituição das florestas tropicais segundo as comunidades florísticas ou grupos ecológicos aos quais as plantas pertencem, agrupando-as em espécies pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax.

Segundo os conceitos de Budowski (1965), entende-se por pioneiras as espécies que têm a capacidade de germinar e se desenvolver em clareiras grandes, com rápido crescimento e vida curta; as espécies secundárias são aquelas que germinam e crescem à sombra ou em pequenas clareiras, atingindo o dossel superior da floresta, e apresentam reprodução tardia e ciclo de vida longo; as espécies clímax ou tolerantes são capazes de germinar e se estabelecer à sombra.

Aber (1990), define sucessão como o processo de desenvolvimento ecológico de uma comunidade florestal, que sob condições naturais consiste no estabelecimento de indivíduos jovens das espécies pioneiras, substituídas subsequentemente por outras espécies, através de um complexo processo de interações. Este autor afirma que técnicas silviculturais podem ser usadas conjugadamente com o processo de sucessão. Significa dizer, que o silvicultor pode favorecer um estádio sucessional mais avançado através do plantio de espécies de rápido crescimento em associação com espécies de crescimento mais lento ou tolerantes.

Swaine e Whitmore (1988), classificaram as espécies florestais tropicais quanto à dinâmica (estratégia de crescimento e altura das árvores), destacando dois grandes grupos: espécies pioneiras (P) e espécies clímax. Este último grupo divide-se em espécies clímax exigentes de luz (CL) e espécies clímax tolerantes à sombra (CS).

Com a abertura de clareiras ocorre um aumento de luz, da temperatura do ar e do solo, da entrada de umidade por precipitação, da disponibilidade de nutrientes e da umidade relativa do ar

(Bazzaz e Pickett, 1980). As espécies pioneiras que necessitam de muita luz e nutrientes têm, neste momento, a chance de se desenvolver e colonizar a área em clareira, que voltará a uma condição similar à original quando a fonte de sementes não for um fator limitante; plântulas e arvoretas com crescimento reprimido e que se encontravam à sombra das árvores tombadas, poderão desenvolver-se rapidamente (Schubart, 1986).

Vandermeer et al. (1990), Schubart (1986), Bazzaz e Pickett (1980), Gomez-Pompa (1974) são de opinião convergente de que o distúrbio na floresta inicia o processo de sucessão secundária e que as espécies pioneiras, ao menos por um tempo, dominam a área afetada.

Conforme Budowski (1965) a reconstituição de clareiras em florestas naturais apresenta uma série de estádios sucessivos, passíveis de serem reconhecidos, visto que cada estádio é o resultado da instalação, desenvolvimento e empobrecimento de um conjunto florístico, que possibilita a instalação e condiciona o desenvolvimento do conjunto florístico seguinte.

Para Kageyama, Castro e Carpanezzi (1989), a regeneração ocorre desde que exista disponibilidade de sementes de espécies pioneiras no solo (banco de sementes) e de espécies pioneiras e não pioneiras em matas adjacentes (fonte de sementes).

Jardim, Volpato e Souza (1993), concluíram que a dinâmica sucessional na floresta pode ser representada por um processo contínuo de abertura-recobrimento-abertura das clareiras; considerando-se que esse processo se inicia com a formação de uma clareira (pode ter vários tamanhos), que se projeta do dossel até o piso da floresta.

Segundo Kageyama e Castro (1989) não se pode classificar as espécies em grupos que analisam apenas suas necessidades de luz para o estabelecimento, sem levar em conta outros fatores abióticos que compõem o ambiente. Segundo este autor, espécies de estádios sucessionais iniciais, tem função fundamental na regeneração e cicatrização da floresta tropical e são capazes de se estabelecer em habitats recém perturbados.

Para Carpanezzi et al. (1990), a compartimentação das espécies em grupos ecofisiológicos semelhantes facilita o entendimento do funcionamento do ecossistema. Para Piña-Rodrigues, Costa e Reis (1990), Salvador e Oliveira (1989) a compartimentação das espécies exige verdadeiros estudos auto-ecológicos, uma vez que cada espécie apresenta particularidades em seu comportamento. Kageyama e Castro (1989) assinalam que as espécies arbóreas diferem

quanto a eficiência com que utilizam os nutrientes extraídos do solo. Para esses autores, em situações de baixa fertilidade e/ou baixo nível tecnológico, é desejável utilizar espécies, entre e dentro de populações, menos exigentes e com maior eficiência na utilização de nutrientes.

Segundo Swaine e Hall (1983), em estádios sucessionais iniciais, as três principais estratégias empregadas pelas espécies colonizadoras são o banco de sementes no solo (antes do acontecimento de algum distúrbio), a quantidade de sementes dispersadas pelo vento e a imigração das espécies tolerantes.

Fournier-Origgi (1970) observa que as duas últimas etapas da sucessão, segundo conceitos de Budowski (1965), caracterizam-se por uma certa lentidão e poucas mudanças drásticas na comunidade. Do ponto de vista teórico, o último estádio sucessional que se conhece como clímax, tem a capacidade de perpetuar-se por si mesmo apresentando um equilíbrio entre produtividade e respiração, além de uma grande diversidade de espécies (a maior do sítio) e uma estrutura bem desenvolvida.

2.2.1 Uso do conceito de sucessão secundária para implantação de florestas mistas

Devido à efemeridade das espécies da fase inicial de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais), pode-se considerar que elas desempenham a função de criar condições, notadamente de luz e umidade, para que as espécies características dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) se estabeleçam (Kageyama, Castro e Carpanezzi, 1989; Gomez-Pompa e Burley, 1991).

A posssibilidade de regeneração de espécies não pioneiras sob condições criadas por outras espécies com um papel específico de pioneiras, sejam estas nativas ou exóticas, é defendida por Davide e Faria (1994), Kageyama e Castro (1989), Kageyama, Castro e Carpanezzi (1989), Aber (1990) e, segundo Gomez-Pompa e Burley (1991), a regeneração ou a implantação de floresta a partir dessa técnica pode ser denominada de Sistemas de Regeneração Natural Assistida.

O sistema de plantações mistas compostas de árvores nativas para atender os objetivos de conservação ambiental dos sistemas florestais naturais, inclusive mata ciliar, é proposto por apresentar amplitude de opções para o uso múltiplo da floresta, tais como proteção do solo e dos

recursos hídricos e conservação genética animal e vegetal, além de recreação (Kageyama e Castro, 1989; Durigan e Nogueira, 1990; Salvador e Oliveira, 1989). Para estes autores, o reflorestamento misto deve ser composto por espécies de diferentes estádios de sucessão, se assemelhando à floresta natural composta de um mosaico de estádios sucessionais.

Visando destacar algumas proporções existentes na natureza, quanto aos diferentes grupos ecológicos, pode-se mencionar: (1) Gandolfi (1991), em estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, no município de Guarulhos, encontrou que 25% das espécies observadas eram pioneiras, 30% secundárias iniciais e 34% secundárias tardias e clímax. Segundo o autor, este padrão encontrado reflete uma formação com características de florestas secundárias em pleno processo de renovação; (2) Morelatto (1991) em levantamento fitossociológico de uma floresta semidecídua na Região Sudeste do Brasil, encontrou 29% de espécies pioneiras, 47% de espécies secundárias e 24% de espécies clímax, indicando índices de diversidade compatíveis com outras florestas fisionomicamente semelhantes; (3) Costa, Piña-Rodrigues e Jesus (1992), em estudo realizado na mata tropical de Linhares (ES), entre 227 espécies classificadas encontraram 23% de pioneiras, 57% de secundárias e 20% de tolerantes ou clímax.

Toledo, Cervenka e Gonçalves (1990) utilizaram na recuperação de áreas degradadas o esquema de quincôncio com 25% de espécies clímax ou secundárias tardias e 75% de pioneiras ou secundárias iniciais. Davide, Faria e Prado (1994), em trabalhos de recuperação de voçoroca em Lavras - MG, optaram plantar 50% da área com a espécie pioneira *Trema micrantha* e 40% com outras espécies de rápido crescimento e 10% com espécies de crescimento lento.

A partir de plantios experimentais, Botelho et al. (1995) indicam como melhor combinação para implantação de matas ciliares e plantios em áreas degradadas, a utilização de 50% de espécies pioneiras (P), 40% de clímax exigentes de luz (CL), e 10% de clímax tolerantes à sombra (CS).

2.3 SÍTIO

2.3.1 Qualidade e classificação de sítio

A atividade florestal utiliza normalmente extensas áreas compostas por diferentes unidades de paisagem chamadas por Resende e Rezende (1983) de pedo-paisagem, que irá representar uma unidade geográfica. Esta, apesar de topograficamente homogênea, não coincide com uma unidade taxonômica e pode apresentar várias pedo-paisagens (Carmo, Rezende e Silva, 1990). Para estes autores, ao se avaliar um ambiente há a necessidade de se extratar segmentos específicos dentro de uma paisagem geral, a nível de propriedade agrícola, e dentro deste estudo de paisagem, buscar a compreensão das interações que aí se processam.

Segundo Gonçalves (1988), a expressão sítio é utilizada para designar uma unidade de área indivisível em termos de produtividade florestal, sendo reflexo da situação de todas as variáveis biológicas e ambientais (pedológicas, topográficas e climáticas) que afetam o crescimento das plantas.

A qualidade de sítio é compreendida como a capacidade produtiva de um local e pode ser expressa pelos indicadores de crescimento da floresta, os quais representam uma expressão integrada de todas as influências biológicas e ambientais sobre o crescimento da árvore (Daubenmire, 1976). Para Spurr e Burnes (1980), a qualidade de sítio é definida pela soma dos fatores ambientais que afetam a comunidade biótica de um ecossistema.

Dos numerosos fatores ambientais envolvidos na determinação da capacidade de sítio, pode-se fazer uma sinopse, caracterizando-os resumidamente em três: clima, umidade e fertilidade do solo. Estes fatores têm, diretamente, a maior influência no estabelecimento, sobrevivência e no crescimento das plantas, e são usados pelo sistema de classificação de ecossistemas biogeoclimáticos dos EUA na definição de qualidade de sítio (Klinka e Carter, 1990). A influência das variáveis climáticas, entretanto, são notadas em extensas regiões. Para pequenas regiões, onde somente diminutos efeitos micro-climáticos ocorrem, as variáveis topográficas e pedológicas explicam melhor as variações de crescimento das árvores (Gonçalves, 1988).

A variação de sítios toma freqüentemente a forma de um gradiente, mais do que classes de sítios distintas e excludentes. As mudanças na localização tendem a ser graduais e o *continuum*

descreve-se melhor em termos de um gradiente ecológico. Em uma região climática determinada, o crescimento variará muito, dependendo das condições do solo e topográficas. Os fatores do solo são aptos para ter um uso particular nos estudos locais de qualidade de sítio (Spurr e Burnes, 1980).

A presença, abundância e o tamanho relativo de diversas espécies de um povoamento, refletem a natureza do ecossistema florestal do qual fazem parte e que servem como indicadoras da qualidade do sítio. A correlação pode não ser aparente devido ao fato de que a vegetação reflete os efeitos da ocorrência, segundo a adaptação das espécies, eventos passados na história da vegetação tais como seca, incêndios, ataques de insetos e muitos outros fatores no complexo ecológico que origina a comunidade vegetal. Apesar disto, as características de sítio refletem o suficiente na vegetação possibilitando o uso de um índice eficiente da qualidade de sítio em muitos casos. As plantas utilizadas como medida de localização são chamadas de fitômetros (Spurr e Burnes, 1980).

Ainda segundo Spurr e Burnes (1980), as espécies arbóreas são indicadores úteis como uma medida da qualidade do sítio - têm uma vida prolongada e se identificam facilmente em todas as estações do ano. Algumas espécies tem uma amplitude ecológica tão estreita que sua presença é indicadora de uma situação particular. Para estes autores, o uso do incremento médio em altura sobre um período médio de crescimento, tem sido usado desde muito tempo e se encontra bem estabelecido, recebendo o nome de método de interceptação do crescimento.

Aber (1990) considera que as espécies florestais, quanto a recursos de luz, nitrogênio, água e temperatura, apresentam, para cada um destes fatores, três classes de resposta: tolerantes, intermediárias e intolerantes. Segundo o autor, pode-se supor portanto, a existência de 3^4 ou 81 espécies com características diferentes, coexistindo cada uma com o seu próprio nicho. Acrescentando-se à grande quantidade de nichos ecológicos determinados pelos quatro fatores acima citados, as variáveis de ordem edáfica, ter-se-á uma enormidade de nichos específicos. Sítios com a mesma classificação são considerados biológica ou ecologicamente equivalentes e têm a mesma vegetação e o mesmo potencial produtivo (Klinka e Carter, 1990).

Gonçalves (1988), Daniel, Helms e Backer (1982), apontam que a qualidade de sítio é a soma de fatores ambientais como profundidade do solo, textura, características dos perfis,

composição mineral, inclinação e comprimento de rampas, exposição do terreno, microclima e as espécies que vivem sobre o solo, dentre outros.

Para determinação da qualidade do sítio pode-se utilizar métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos aplicam-se normalmente a povoamentos cultivados e baseiam-se nas estimativas provenientes de registro histórico, do volume e da área basal do povoamento, de dados de altura do povoamento e do crescimento periódico da altura a partir dos quais determina-se o índice de sítio. Para aplicação florestal, este método apresenta desvantagens devido, principalmente, às longas rotações das espécies florestais (Scolforo, 1993).

Nos métodos indiretos, a capacidade produtiva é estimada a partir de atributos do ambiente, como por exemplo, aqueles relativos às propriedades físicas e químicas do solo (Gonçalves, 1988). Para Daniel, Helms e Backer (1982), na avaliação da qualidade de sítio por métodos indiretos, destacam-se os métodos da vegetação e o método ambiental. O método da vegetação correlaciona a presença de certas plantas com a produção do sítio, tendo, entretanto, como inconveniente o uso restrito aos locais onde determinadas espécies se repetem. No método ambiental utiliza-se atributos edáficos de sítio, no qual a qualidade do sítio dentro de um determinado macroclima, está associada com a capacidade que tem o solo para fornecer umidade e nutrientes à comunidade vegetal.

Carmean (1975) estabelece que dentre as metodologias utilizadas para classificar sítio, a curva de índice de sítio se apresenta como a mais difundida em todo o mundo, podendo ser considerado um método primário. Entretanto, este método assim como os demais, que se baseiam somente na vegetação não são adequados para determinação da qualidade de sítio, uma vez que não utilizam de atributos do ambiente, que em última instância, fornecem as condições vitais para o crescimento das plantas. Para este autor, os métodos que se baseiam nas medidas indiretas para avaliação da qualidade do sítio, como os fatores do solo, têm recebido maior atenção, visto que chegam a explicar entre 65 e 85% do desenvolvimento em altura da árvore.

Segundo Carmo, Rezende e Silva (1990) as limitações de um determinado lugar caracterizam as qualidades do ambiente e os graus de desvio de um solo variam de nulo (no caso de um solo ideal) a muito forte, quando a limitação atinge um grau extremo. Desse modo, pode-se avaliar a qualidade de um ambiente por meio da estimativa dos desvios que representam os

problemas de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização.

O levantamento de solo tem sido utilizado só ou em combinação com outros fatores ecológicos, chegando a fornecer subsídios, entre outros, para a seleção de espécies, extrapolação de resultados experimentais, predição do crescimento e da qualidade da madeira, resposta a fertilizantes minerais e definições de técnicas silviculturais (Schönau, 1987 citado por Gonçalves, 1988). Quando utilizado sozinho, o levantamento de solos pode apresentar fraca correlação solo-índice de sítio para as espécies florestais (Gonçalves, 1988), principalmente se o mesmo tiver sido desenvolvido para culturas agrícolas para as quais existe maior número de trabalhos (Scolforo, 1993).

As classes de declividade relacionam-se intimamente com as diferenças micro-climáticas, profundidade efetiva do solo, regime de nutrientes do solo, risco de erosão, necessidade de práticas especiais de conservação de solo e possibilidade de emprego de mecanização. As variações de crescimento das árvores dentro de uma classe topográfica homogênea é freqüentemente associada com diferenças na disponibilidade de suprimento de água, ar e nutriente do solo, as quais estão intimamente relacionadas com as propriedades do solo, com especial destaque para a textura do solo. Quanto à fertilidade do solo, este é um fator de difícil diagnóstico em solos para uso florestal, em razão do grande número de variáveis interrelacionadas que podem interferir nessa propriedade (Gonçalves, 1988).

2.3.1.1 A água no solo

A produtividade da localidade florestal depende da disponibilidade de água no solo. Indivíduos arbóreos não raro suportam estresse de umidade e padecem redução de crescimento como resultado (Aber, 1990). Freqüentemente, a disponibilidade de água de um solo é o fator que mais determina o crescimento das árvores (Gonçalves, Demattê e Couto, 1990).

As espécies arbóreas respondem a uma certa disponibilidade de água seguindo usualmente uma curva sino, com maior taxa de crescimento localizada em algum ponto entre as maiores

condições de umidade e de seca. Entretanto, o ponto ótimo de crescimento pode ser diferente para as diferentes espécies (Aber, 1990).

Segundo Resende e Rezende (1983) o crescimento potencial das espécies florestais é afetado principalmente pela quantidade de solo ocupado pelas raízes das árvores e pela disponibilidade de umidade e de nutrientes neste espaço limitado.

2.3.1.2 Textura e profundidade do solo afetando a umidade

Segundo Carmo, Resende e Silva (1990), a textura, quando considerada no contexto das classes de solos, permite um processo de previsão de alta significância, no que tange à avaliação do regime hídrico do solo.

O crescimento das árvores se eleva com o aumento do teor de silte e argila, devido a um suprimento mais favorável de água e nutrientes, até um ponto em que o acréscimo de partículas finas não comprometam a aeração do solo. Admite-se, portanto, que o potencial de crescimento das florestas apresenta uma resposta curvilínea relativa ao acréscimo de silte e argila em áreas com solos bem drenados, mas com amplas variações texturais (Gonçalves, Demattê e Couto, 1990).

Geralmente, o potencial de crescimento da floresta apresenta uma relação direta com a profundidade efetiva do solo, notoriamente nas áreas em que os solos apresentam balanços hídricos com elevadas deficiências hídricas (Gonçalves, Demattê e Couto, 1990).

Em solos muito rasos as raízes ficam confinadas em uma camada muito estreita que por sua vez apresenta uma taxa de secagem muito rápida. Estes solos, além de estarem freqüentemente associados a relevo mais acidentado (maior deflúvio e superfície de evaporação), apresentam maior capacidade de trincamento (argilas mais ativas), o que lhes confere maior área interna de exposição e perda de água (Carmo, Resende e Silva, 1990).

2.3.1.3 Excesso e deficiência de umidade

Os efeitos negativos dos lençóis freáticos altos do solo, provem em grande parte da capacidade que a água apresenta para remover e dissolver os nutrientes do solo e em parte pela redução do oxigênio em águas estancadas ou anaeróbicas do solo. (Spurr e Barnes, 1980).

Em locais úmidos como várzeas, pode haver deficiência de água para algumas plantas, visto que o lençol freático elevado pode fazer com que as raízes se aprofundem muito pouco, e quando há abaixamento dele, as raízes ocupam um pequeno volume de solo que logo perde a água disponível (Resende et al., 1995).

A influência da saturação hídrica do solo sobre o desenvolvimento da planta varia de acordo com a fase em que a mesma se encontra, sendo menor quando a planta está em fase de dormência (Broadfoot, 1967).

Quando um solo ácido sob condições aeróbicas é submetido a inundação, seu pH decresce inicialmente durante os primeiros dias, aumentando posteriormente, até atingir valores próximos à neutralidade, poucas semanas depois (Ponnamperuma, 1972). Segundo este mesmo autor, a queda inicial do pH está ligada a um aumento na pressão parcial de CO_2 que induz também a um aumento na concentração de H^+.

Um fator de grande importância relacionado ao aumento do pH dos solos ácidos com a inundação, diz respeito à alteração na solubilidade de vários elementos no solo. O aumento do pH com a inundação influencia o equilíbrio de hidróxidos, carbonatos, sulfetos, fosfatos e silicatos ocasionando benefícios no tocante à eliminação da toxidez do ferro e aumento da disponibilidade de fósforo (Ponnamperuma, 1972).

O baixo teor de oxigênio e a ação física do lençol freático, bem como sua profundidade, o período e a freqüência de inundação, influenciam fortemente a composição de espécies de um determinado sítio (Gholz e Boring, 1991).

Sob condições de inundação anaeróbica muitas raízes delgadas morrem e a superfície de absorção das raízes diminui marcadamente. Os efeitos dos altos níveis do lençol freático associado a um inadequado abastecimento de oxigênio são mais danosos durante a estação de crescimento quando o sistema de transpiração da planta encontra-se em maior atividade, do que durante a estação de latencia. Isto deve-se, em parte, à redução da superfície de absorção das raízes

provocada por perecimento das raízes delgadas ou devido a um desenvolvimento insatisfatório do sistema radicular e, portanto, à falta de absorção de água em quantidade para cumprir as necessidades da planta. Nestas condições, as relações internas reguladoras do crescimento se encontram freqüentemente modificadas, dando como resultado um metabolismo vegetal alterado que afeta o crescimento e a sobrevivência dos indivíduos sob condições de inundação (Spurr e Barnes, 1980).

Segundo Carmo, Resende e Silva (1990), em estudos com o eucalipto, observou-se que o excesso de água no sistema implica na redução de oxigênio, tornando o ambiente pouco adequado ao desenvolvimento e crescimento do sistema radicular da espécie. Deve-se levar em consideração que em ambientes de drenagem deficiente, a presença do ferro e do manganês na forma reduzida pode causar toxidade, principalmente do ferro. Em especial, nos terraços fluviais do Sudeste, onde podem ocorrer elevados teores de ferro e manganês.

A distribuição irregular da precipitação pode provocar deficiência de umidade em determinado período do ano, com efeitos sobre a floresta que podem variar em função da espécie e características do solo. Para Viets (1962), a adição de fertilizantes acelera a taxa de crescimento dos indivíduos, e induz também o aumento da demanda de água como conseqüência do próprio crescimento.

Oliva et al. (1989) a partir de observações de campo estabeleceram relação entre o grau de estresse hídrico da planta e o estado nutricional durante o período de estabelecimento. Estes autores constataram que em determinadas áreas do cerrado com baixa disponibilidade hídrica para as plantas durante o período de seca, algumas espécies de eucalipto têm apresentado morte apical de ramos durante o período de seca prolongada, ao que denominaram de "seca de ponteiro".

Daubenmire (1972) mediu forte redução no diâmetro dos troncos em espécies arbóreas decíduas em razão da perda de água acumulada no tronco, em períodos de escassa disponibilidade de água para as plantas.

2.3.2 Seleção, eficiência e adaptação de espécies em diferentes sítios

Na obtenção de informações confiáveis visando a indicação de espécies para plantio, há necessidade de se conhecer as unidades ecológicas com as quais se pretende trabalhar. Unidades com características semelhantes devem ser agrupadas para facilitar a adequada seleção das espécies e as técnicas de manejo para cada espécie e cada condição ecológica (Reis et al., 1993).

Em condições de baixa fertilidade e ou baixo nível tecnológico, deve-se utilizar espécies menos exigentes e mais eficientes na utilização de nutrientes. Este critério possibilita que se adeque a seleção das espécies, visando maior produção de biomassa com menor utilização de nutrientes do sítio florestal (Kageyama e Castro, 1989).

Willians-Linera (1983) estudando a transferência e a concentração de nutrientes no solo e na planta em dois estágios sucessionais de uma floresta tropical, encontrou resultados que evidenciaram maior concentração de nutrientes por unidade de biomassa no estágio de sucessão das espécies pioneiras. Segundo Brown e Lugo (1990), as espécies pioneiras têm maior eficiência nutricional para o fósforo do que as clímax. O autor acrescenta, ainda, que as espécies pioneiras têm eficiências nutricionais semelhantes às espécies clímax no que se refere ao nitrogênio e ao cálcio.

Gonçalves et al. (1992), constataram que a eficiência na absorção dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio a nível de campo e a nível de viveiro acompanha a seguinte ordem decrescente: espécies pioneiras, secundárias, clímax. Os autores após testes de campo, justificam que a provável intensificação das funções fisiológicas no campo, faz com que as espécies pioneiras tenham o seu potencial de uso dos nutrientes otimizados, tornando-as mais eficientes, e concluem pela coerência com as funções ecológicas de cada grupo sucessional.

Vale et al. (1996) observaram comportamento distinto entre espécies florestais quanto à capacidade de desenvolverem raízes frente à baixa disponibilidade de cálcio, subsolos ácidos e suas relações quanto à toxidez de alumínio.

Para Franco et al. (1992), dentre as espécies pioneiras, as leguminosas despertam grande interesse, pois 85% delas são lenhosas e perenes, sendo a maioria capaz de formar simbiose eficiente com rizóbio para a fixação do N_2 do ar. Associadas a fungos micorrízicos, estas espécies

propiciam melhor aproveitamento dos nutrientes do solo. As leguminosas arbóreas contribuem para a recuperação do solo pela deposição do folhedo.

Goodland e Polland (1973), mostraram uma forte correlação entre a estrutura da vegetação (altura, área basal e densidade) e as concentrações de N, P e K nos solos do cerrado do Brasil Central. Neste caso, mudanças progressivas na vegetação herbácea (baixa, pequena e escassa com árvores espalhadas) para bosques densos, altos e grandes, com um dossel de quase 50%, foi acompanhado de incrementos nos níveis daqueles três nutrientes.

Para Webb (1969), a distribuição de florestas úmidas na Austrália tem sido relacionada com os nutrientes do solo, especialmente fósforo. Para estas florestas, também foi mostrado que outros fatores químicos do solo, como N, K e Ca, constituiriam importantes determinantes nos tipos de florestas, e que as condições de fertilidade do solo pesam mais do que fatores climáticos latitudinais na determinação da distribuição de certos tipos vegetacionais.

Estudos da qualidade de sítio desenvolvidos para uma espécie arbórea do gênero Quercus, nos Montes Apalaches e no Plateau Apalacheano (EUA), determinaram que a posição relativa entre o extremo da colina e os pequenos vales adjacentes de uma montanha e o grau de inclinação se encontram estreitamente relacionados com a qualidade de sítio (Trimble e Weitzman, 1956; Doolittle, 1957; Carmean, 1967; citados por Spurr e Burnes, 1980).

Askew et al. (1971), elaboraram trabalho sobre solo e umidade do solo como fatores que influenciam a distribuição das formações florestais da Serra do Roncador, Mato Grosso. Os solos na maior parte da Serra do Roncador são distróficos e alguns, mesotróficos. Sobre os primeiros, tanto pode ocorrer mata seca, quanto cerrado. "O estudo comparativo através do limite regional cerrado/mata seca, mostrou que os solos de cerrado apresentam valores mais elevados de pH e cálcio trocável, enquanto que os solos de mata seca são mais ricos em fósforo solúvel e fósforo total". Segundo os autores, "condições de umidade tão-somente não são suficientes para explicar o marcante limite abrupto entre as formações".

2.4 ESPÉCIES ESTUDADAS

2.4.1 *Acacia mangium* Willd. (Acácia mangium)

Acacia mangium é uma espécie arbórea de rápido crescimento, clímax exigente de luz (CL), que pertence à família Mimosaceae. Nos sítios de ocorrência natural os indivíduos desta espécie alcançam de 25 a 30m de altura, mas o diâmetro raramente ultrapassa 50cm (Turnbull, 1984).

Originária da costa oriental da Austrália, (Estado de Queensland), sudoeste da Papua Nova Guiné e ilhas Moluccas e Java, na Indonésia oriental, a espécie distribui-se entre as latitudes de 0°50'S a 19°S. Normalmente ocorre em grupos esparsos ou ocasionalmente domina grandes áreas de baixa altitude (inferiores a 100m); também ocorre em sítios com altitudes de até 720m, conforme National Research Council - NRC (1983).

As regiões onde *Acacia mangium* ocorre naturalmente são caracterizadas por climas quentes e úmidos, onde as temperaturas máximas variam de 31° a 34°C, e a temperatura mínima do mês mais frio varia de 15° a 22°C (Turnbull , Martensz e Hall, 1986); a precipitação anual nestas áreas situa-se entre 1000 e 4500mm, com um período de 4 meses relativamente seco (cerca de 700mm de chuva). A espécie pode ser encontrada associada às margens de mangues, pântanos, riachos ou sítios mésicos, vindo a sofrer descontinuidade no crescimento quando submetida a períodos de estiagem prolongada (NRC, 1983).

Acacia mangium foi introduzida em 1966 em Sabah, na Malásia, procedente de uma floresta tropical úmida em Queensland, Austrália. No País em teste, seu crescimento foi superior ao da *Gmelina arbórea* e do *Eucalyptus deglupta*, espécies estas que se encontram entre aquelas com maiores taxas de crescimento nos trópicos úmidos (NRC, 1983).

Ferreira et al. (1990), estudando ensaios de procedência desta espécie em três regiões do Brasil, destacaram o seu potencial para utilização em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Para Dias, Alvares e Brienza Júnior (1991) a rusticidade, o pioneirismo e o rápido crescimento da *Acacia mangium* em locais de ocorrência natural, pode ser uma boa indicação para o estabelecimento de plantações, principalmente em áreas degradadas com solos compactados.

Na Malásia, Hamzah e Magid (1987) observaram para a ac. mangium, uma redução de 2 vezes (13,7 e 6,7m) na altura e 2,1 vezes no DAP (14 e 6,6cm), aos 36 meses, quando a densidade do solo foi alterada de 1,22g/cm^3 para 1,53g/cm^3 e a umidade do solo de 8,2% para 6,3%.

Franco et al. (1992), destacam esta espécie como exemplo de leguminosa fixadora de nitrogênio, respondendo bem a micorrização, com tolerância a solos ácidos e litólicos, e com potencialidade para recuperação de áreas degradadas. Quanto à capacidade nodulífera, Curi et al. (1993) apresentam-na dentre aquelas espécies leguminosas que já possuem estirpes selecionadas para a inoculação.

Na Costa do Marfim, Galiana et al. (1996) procederam a inoculação de mudas de ac. mangium com várias fontes de rizóbio, que apresentaram após 18 meses aumento de 10 e 15% no crescimento em altura e diâmetro, respectivamente, em relação às mudas não inoculadas. Os autores mediram o nitrogênio atmosférico nas folhas, e fixado pelas plantas através dos elementos nodulares, encontrando aumento em cerca de 20 a 90%, segundo a fonte de inóculo, observando que o percentual encontrado foi inversamente proporcional à fertilidade do solo.

Acacia mangium em 2 ensaios de procedência conduzidos por Yared, Viana e Kanashiro (1990), no Planalto do Tapajós, apresentou, aos 54 meses valores médios de altura de 12,5 e 11,8m e DAP de 14,8 e 17,5cm, respectivamente, como os melhores resultados para os ensaios 1 e 2.

Dias, Franco e Campello (1994), trabalhando com solos degradados pela extração de bauxita, concluíram que a *Acacia mangium* apresenta maior capacidade de enriquecimento de matéria orgânica, de N e de bases trocáveis no solo comparado à capacidade do *Eucalyptus pellita*. *Acacia mangium* também apresentou maior produção de "litter", com menor relação C/N e maiores quantidades de Ca, Mg, K e N.

Segundo Vale et al. (1996), dentre 15 espécies florestais testadas, *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis* apresentaram tolerância a fatores de solo ácido e mostraram capacidade surpreendente em diminuir o pH da solução. Estes autores também observaram que baixos teores de cálcio não limitaram a penetração das raízes no subsolo para somente três das espécies florestais testadas, dentre as quais está *Acacia mangium*.

2.4.2 *Croton floribundus* Spreng. (Capixingui)

A espécie *Croton floribundus* pertence à família Euphorbiaceae e recebe, dentre outros, o nome comum de capixingui. Tem ocorrência natural nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo (Assumpção, Leitão-Filho e Cesar, 1982; Cavassan, Cesar e Martins, 1984; Gibbs, Leitão-Filho e Abbott, 1980), Paraná (Lorenzi, 1992) e sul do Mato Grosso do Sul, integrando a vegetação secundária das Florestas Estacionais Semidecíduas nas formações Aluvial e Montana (Carvalho, 1994). Para Lorenzi (1992), trata-se de planta decídua ou semidecídua, heliófita, pioneira (P), característica de matas secundárias da floresta semidecídua, ocorrendo também no interior da mata primária que sofreu interferência do homem, com destaque para as bordas destas matas.

O *Croton floribundus* é encontrado em altitudes de 350 a 1200m, em locais onde as taxas de precipitação variam de 1100 a 2000mm. O regime pluviométrico é bem distribuído no Paraná e estacional nos demais Estados, onde as chuvas concentram-se no verão; a temperatura média anual varia entre 18 e 22°C, e os solos possuem nível de fertilidade química entre média e elevada, com boa drenagem e com textura franca a argilosa, podendo também ser encontrado em solos de baixa fertilidade e com textura arenosa (Carvalho, 1994).

Ainda segundo Carvalho (1994), por ser espécie tipicamente pioneira, o capixingui pode ser usado na colonização de áreas degradadas e, pelo seu rápido crescimento, fornece proteção ao solo e condições microclimáticas necessárias ao estabelecimento de espécies de estágios sucessionais posteriores. Em plantios ou replantio de matas ciliares, é indicado para terrenos bem drenados.

Davide, Faria e Prado (1994), em trabalhos com recuperação de voçorocas através de reflorestamento misto com 14 espécies de rápido crescimento, obtiveram a quarta colocação para o *Croton floribundus* nas características de altura (H), diâmetro do caule ao nível do solo (DAS) e área de copa (AC), respectivamente 2,46m, 4,25cm e 2,96m², em espaçamento de 1,5x3,0m e adubação de 200g de superfosfato simples e 3,0 litros de esterco de curral, em avaliação feita aos 15 meses.

Duringan e Nogueira (1990), elaboraram tabela com a ocorrência das principais espécies de matas ciliares para o estado de São Paulo, dentre as quais encontra-se o *Croton floribundus*,

acrescentando a sua ocorrência em solos de mata e de cerrado, destacando que a mesma não suporta áreas sujeitas a encharcamento ou inundação. Corroborando esta orientação técnica, Salvador e Oliveira (1989), incluem-na em listagem de espécies aptas para reflorestamento ciliar de açudes, desde que seja plantada em faixa recuada da margem.

Salvador (1986), estudando o comportamento do capixingui em área de depleção de reservatórios da CESP, um ano após o plantio, encontrou baixa sobrevivência para a espécie antes da inundação e 0% de sobrevivência para as linhas submetidas a períodos de inundação, que variaram de 34 a 174 dias.

T 634.956
PER/doc 24006

2.4.3 *Mimosa scabrella* Bentham (Bracatinga)

Bracatinga, *Mimosa scabrella* Bentham pertence à família Mimosaceae. É espécie florestal semidecídua, heliófita, pioneira, apresentando certa indiferença às condições físicas do solo. É característica e exclusiva das matas de pinhais, principalmente de associações secundárias, onde pode formar agrupamentos puros (Lorenzi, 1992).

A ocorrência natural é o estado de São Paulo e a Região Sul (onde a presença da espécie se dá de forma mais expressiva e contínua), predominantemente nos planaltos acima de 700m de altitude (Lorenzi, 1992), com temperaturas médias anuais de 13° a 18,5°C (Rotta e Oliveira, 1983). Segundo Carvalho (1994), esta espécie ocorre também no sul do estado de Minas Gerais, Rio de Janeiro. O regime pluviométrico é uniforme e sem estação seca na região sul e estacional na região Sudeste, com diminuição de chuva no inverno, podendo ocorrer pequeno déficit hídrico neste período.

Para Carpanezzi et al. (1990), é árvore de rápido crescimento inicial e com longevidade de até 30 anos. Normalmente, apresenta-se com 10 a 18m de altura e 20 a 30cm de DAP, podendo atingir até 29m de altura e 50cm de DAP; o tronco apresenta-se alto e esbelto, em maciços, com fuste de até 30m de comprimento, ou curto e ramificado quando isolado (Carvalho, 1994).

Povoamentos de bracatinga formam banco de sementes que apresentam dormência tegumentar, que podem ser superadas, em condições naturais, pelo aquecimento solar ou fogo (Carvalho, 1994). Para Fonseca, citado por Carvalho (1994), a quebra de dormência da espécie

pode ser obtida com choque térmico em meio úmido, condição encontrada por ocasião da abertura de clareiras ou após a passagem do fogo.

A bracatinga pode ocorrer espontaneamente em terrenos rasos ou profundos e de fertilidade variável, na maioria solos pobres, com pH variando de 3,5 a 5,5, com textura franca a argilosa e bem drenado. Tolera terrenos pedregosos e terraplanados. Entretanto, os solos mal drenados são pouco propícios ao seu desenvolvimento. Em plantios, responde favoravelmente à profundidade efetiva e à riqueza química dos solos, particularmente à adição de fósforo (Carpanezzi e Carpanezzi, 1992). Segundo estes autores, a introdução desta espécie em locais demasiadamente quentes ou secos causam, proporcionalmente, redução no ciclo de vida. Argumentam, entretanto, que devido ao crescimento inicial rápido, benefícios como deposição de folhas, sombreamento e fixação de nitrogênio, a espécie é valiosa mesmo em rotações curtas.

Davide e Faria (1994), pesquisando a recomposição de matas ciliares através do uso de espécies pioneiras, secundárias e clímax, encontraram na bracatinga a segunda melhor resposta às características analisadas de altura, diâmetro do colo e área de copa.

Franco et al. (1992), mencionam a *Mimosa scabrella* como exemplo de leguminosa arbórea fixadora de nitrogênio com potencial para recuperação de áreas degradadas, possuindo características de micotrofismo e tolerância a solos ácidos. Curi et al. (1993), apresentam-na numa listagem de espécies arbóreas nativas que nodulam e possuem estirpes selecionadas para inoculação.

Vale et al. (1996), estudaram a sensibilidade de quinze espécies arbóreas sob o ponto de vista (1) do crescimento relativo das raízes submetida a solos fortemente ácidos; (2) do crescimento relativo das raízes em condições de estresse de alumínio e verificaram que a bracatinga destaca-se pela grande adaptação apresentada para ambas as condições estudadas. A espécie apresenta, entretanto, grande sensibilidade (crescimento relativo de raízes) a condições de estresse de cálcio.

Mimosa scabrella é uma espécie que perde grandes quantidades de folhas, ricas em nitrogênio, que se decompõem facilmente formando humus e, contribuindo assim para o aumento da matéria orgânica, para a fertilidade do solo e para melhorar as condições físico-químicas, segundo o Centro Agronômico Tropical de Investigacion y Enseñanza - CATIE (1991).

2.4.4 *Senna multijuga* (Rich.) Irwin et Barn. (Cássia verrugosa)

Senna multijuga, espécie classificada no grupo ecológico clímax exigente de luz - CL, recebe o nome comum de cássia-verrugosa e pertence à família Caesalpiniaceae. Ocorre naturalmente em quase todo o Brasil, com destaque para a Mata Atlântica (Maluf e Silva-Filho, 1992; Lorenzi, 1992).

Segundo Lorenzi (1992), trata-se de leguminosa decídua no inverno, heliófita, pioneira. Carvalho (1994) classifica a espécie como secundária inicial, com comportamento indiferente às condições físicas do solo, característica das matas secundárias (capoeiras e capoeirões) da mata pluvial atlântica. Em certas regiões da Serra do Mar, no Estado de São Paulo, chega a formar populações quase puras ou amplamente dominantes em formações secundárias (Lorenzi, 1992). A agressividade da espécie e sua capacidade de formar povoamentos homogêneos, também é destacada por Inoue, Roderjan e Kuniyoshi (1984).

A *Senna multijuga* ocorre em altitudes do nível do mar até 1200m, com precipitação média anual variando de 1100 a 1200mm, distribuída regularmente na zona litorânea ou estacional nas demais regiões do interior brasileiro, com temperatura média anual de 17° a 24°C, podendo ocorrer em solos úmidos com drenagem regular e em terrenos sujeitos a encharcamento por períodos não muito longos sendo comum em solos arenosos da planície quaternária do litoral brasileiro (Carvalho, 1994).

As características silviculturais da espécie, apresentadas por Carvalho (1994), são: medianamente tolerante ao frio; apresenta crescimento bastante ramificado, com galhos laterais fortes e bifurcações desde a base; o plantio pode ser puro e a pleno sol, visando tanto a produção madeireira como a recuperação de áreas degradadas. Segundo Lorenzi (1992), a altura desta espécie varia de 6-10 metros e o diâmetro do tronco de 30 a 40cm.

2.4.5 *Trema micrantha* (L.) Blume (Trema)

Trema micrantha (L.) Blume pertence à família Ulmaceae e recebe diversos nomes comuns: candiúva, crindiuva, pau-de-pólvora, chumbinho, ou trema (Carvalho, 1994). Trata-se de

planta perenifólia a semicaducifólia, heliófita, pioneira, característica das formações secundárias não degradadas das florestas semidecíduas e pluvial atlântica (Carvalho, 1994; Lorenzi, 1992). Essa espécie tem como habitat a Floresta Ombrófila Densa (Florestas Amazônica e Atlântica) (Alexandre, 1991); Floresta Estacional Semidecídua; Floresta Estacional Decídua Baixo-Montana (Tabarellli, 1992); Floresta Ombrófila Mista, transição Cerrado-Mata ciliar (Ferreira, Gomes e Gavilanes, 1977), Campos Ruprestes e Restinga, de grande parte do continente americano (Carvalho, 1994).

Segundo Carvalho (1994) esta espécie não é tolerante ao frio e apresenta rebrota satisfatória após o primeiro corte e desrama natural satisfatória em áreas abertas. Segundo este autor, a espécie pode ser usada em plantios mistos, junto com espécies secundárias e clímax.

Quanto à biologia de crescimento, apresenta, normalmente, dimensões que variam de 4 a 15m de altura e 10 a 25cm de DAP, podendo alcançar 20m de altura e 70cm de DAP. A espécie pode ocorrer em altitudes que variam de 30 a 1200m de altitude no Brasil, com precipitação média anual de 750 a 2500mm em regime pluviométrico variado. Não é exigente quanto à fertilidade dos solos e pode colonizar terrenos inóspitos. Devido sua grande versatilidade ecológica é indicada para recomposição de matas ciliares, desde que a área não sofra inundação (Carvalho, 1994).

Para Lorenzi (1992), é uma das primeiras pioneiras que ocorrem em áreas abandonadas, continuando a existir em todos os estádios da sucessão secundária, exceto na floresta clímax. Segundo Carpanezzi et al. (1990), a ação pioneira desta espécie é marcante no interior de ecossistemas não degradados, como florestas ou capoeiras, em cujas clareiras, grandes, recém-formadas, sementes do banco germinam formando povoamentos densos.

Davide e Faria (1994), testaram 6 espécies pioneiras em recomposição de matas ciliares e encontraram na *Trema micrantha* os maiores incrementos em altura, diâmetro de colo e área de copa. Davide, Faria e Prado (1994), com base em experimentos anteriores, empregaram-na para recuperação de uma área ocupada com voçoroca na proporção de 50% das espécies e obtiveram com a trema o melhor resultado de área de copa e altura, em comparação com outras 8 espécies de rápido crescimento. Toledo, Cervenka e Gonçalves (1990) apresentam-na como a principal espécie pioneira utilizada pela CESP na recuperação de áreas degradadas.

Alexandre (1991), estudando o comportamento hídrico e sucessão florestal nas guianas, encontrou algumas características para a trema: (1) a planta murcha e perde folhas muito antes de

que seja alcançado o déficit hídrico letal; (2) mesmo perdendo parte da superfície foliar, a espécie mantém alto índice de transpiração e alta condutância estomática; (3) apresenta um sistema radicular simples, composto por um disco de raízes superficiais e algumas raízes finas que se aprofundam no solo e que aumenta a resistência da espécie à seca; (4) a espécie apresenta alto teor de água nos tecidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O trabalho foi conduzido em três sítios situados no entorno dos reservatórios de Camargos/Itutinga, formados pelo represamento do rio Grande (Figura 01). Os referidos reservatórios abrangem os municípios de São João Del Rei, Itutinga, Nazareno, Carrancas, Madre de Deus de Minas, São Vicente de Minas, Andrelândia e Minduri, no Estado de Minas Gerais.

Os sítios localizam-se no município de Carrancas, região fisiográfica Campo das Vertentes (entre os paralelos 21°15' e 21°50' de latitude sul e os meridianos 44°15' e 44°45' de longitude a oeste de Greenwich), e microrregião Campos da Mantiqueira. Dois deles, Sítio 1 e Sítio 2, integram propriedades de agricultores da região e fazem parte do Projeto Mata Ciliar, desenvolvido no âmbito do convênio CEMIG/ UFLA/FAEPE. Estes sítios situam-se precisamente na faixa do entorno ciliar do Reservatório de Camargos. O Sítio 3 localiza-se à jusante do eixo da barragem de Camargos, na margem direita do Reservatório de Itutinga, não sendo, entretanto, afetado pelo nível d'água do referido reservatório (tipo fio d'água).

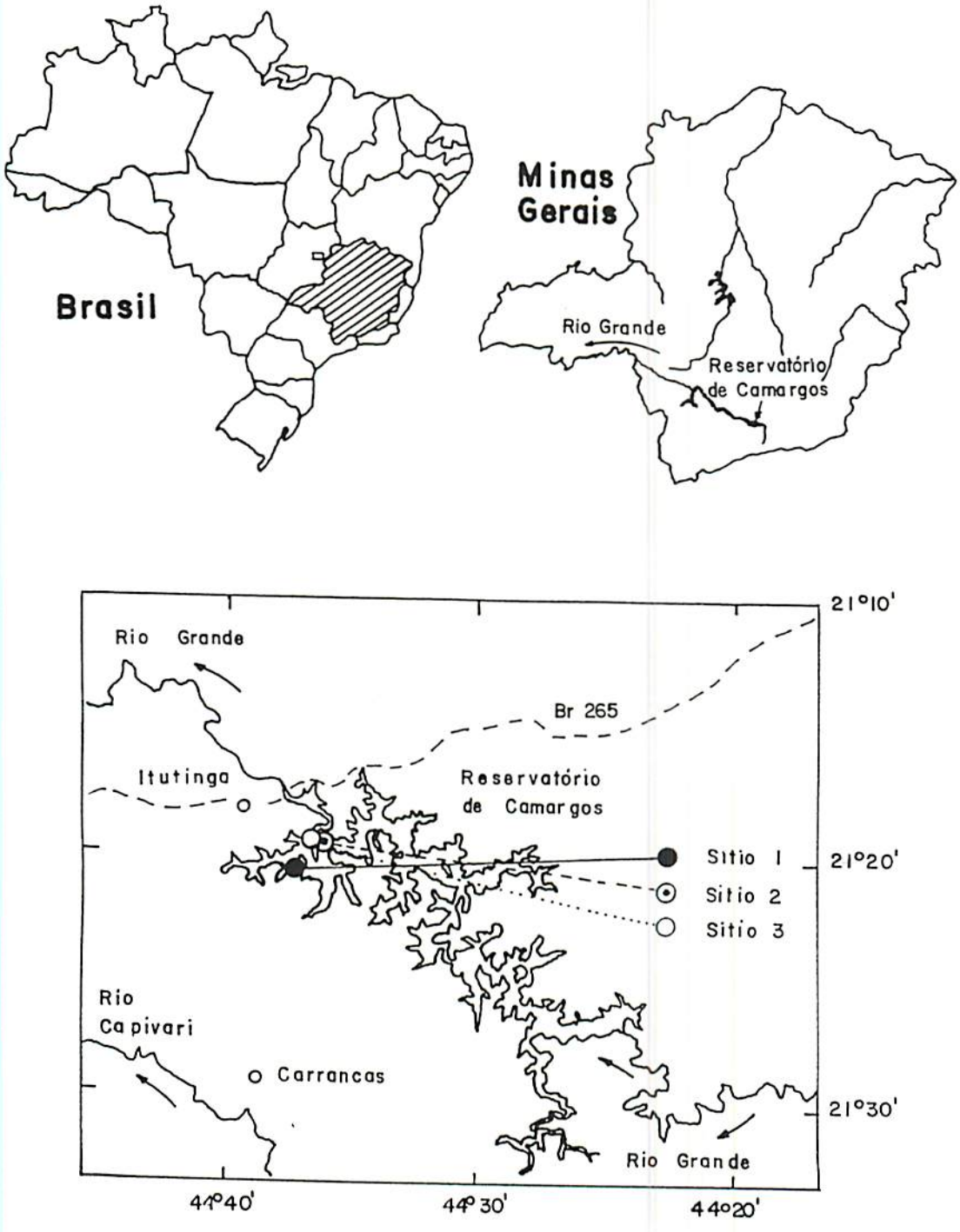


FIGURA 01 - Localização das áreas de estudo, na região do reservatório de Camargos, município de Carrancas.

3.2 Vegetação

A vegetação natural da região Campo das Vertentes se constitui de áreas com formações florestais e formações campestres, sendo que grande parte das formações florestais cederam espaço, ao longo do tempo, para a agricultura, pecuária e campos antrópicos. As formações campestres são caracterizadas por comunidades abertas, dispondo de dois estratos distintos: um herbáceo e outro arbustivo (Azevedo, 1962). Estudos mais recentes apontam que a vegetação dominante foi composta por florestas perenifólias e subperenifólias com ocorrência de cerrado e campo (Golfari, 1975). Eiten (1983), assinala que na região há a presença de campos montanos e campos rupestres, podendo ocorrer campos litólicos nas áreas de cerrado, situação que se verifica precisamente em um dos sítios em estudo.

Alterações antrópicas foram também verificadas nos sítios estudados. Como na região a passagem da tipologia vegetal cerrado (*lato sensu*) ou savana para mata ocorre abruptamente, torna-se muito difícil determinar com precisão a cobertura vegetal original dos Sítios 1 e 2 somente a partir de observações da regeneração natural próxima às áreas, ou a partir dos resquícios vegetacionais próximos. Entretanto, manchas de vegetação natural na circunvizinhança do Sítio 3, possibilitam caracterizá-lo como campo-cerrado ou savana gramíneo-lenhosa.

3.3 Clima

O clima da área de estudos é de transição entre Cwa e Cwb de acordo com a classificação climática de Köppen (Antunes, 1986). O clima Cwa é caracterizado como mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso , a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente é superior a 22°C. No clima Cwb a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C.

Os dados climáticos completos, mais próximos, são encontrados para o município de Lavras (21°14'06''S, 45°W, 918m de altitude - normais climatológicas compreendendo o período de 1961 a 1990), onde a temperatura média anual é de 19,4 °C, com média máxima de 28,4 °C para o mês de fevereiro e média mínima de 10,4 °C no mês de julho. A precipitação média anual é

de 1529,7mm, com o período de maior precipitação (83,25%) compreendido entre os meses de outubro e março (Brasil, 1992).

3.4 Descrição e caracterização dos sítios

3.4.1 Uso anterior do solo

Nos sítios onde os plantios foram efetuados o uso do solo era assim constituido: o Sítio 1 esteve ocupado, ao longo dos últimos anos, com cultivo agrícola alternando as culturas de milho e feijão; o Sítio 2 encontrava-se ocupado por pastagem natural degradada, e o Sítio 3 apresentava cobertura vegetal de transição entre campo-sujo e campo-cerrado.

3.4.2 Classificação dos solos, descrição dos perfis e levantamento das declividades

Os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação (Camargos, Klant e Kauffman, 1987). A classificação e descrição dos perfis, efetuadas em trincheiras com cerca de 2 metros de profundidade, bem como o levantamento das declividades das áreas estudadas, são apresentados na Tabela 01.

3.4.3 Relação entre as cotas do reservatório e as cotas das linhas de plantio

As cotas máximas mensais (N.A.) do reservatório foram tomadas a partir do mês de plantio. Os valores das cotas das primeiras linhas de plantio, nos Sítios 1 e 2 relacionados com as cotas máximas mensais do reservatório são apresentados nas Figura 02. O Sítio 3, localizado na margem direita do reservatório de Itutinga, não sofre influência do N.A.

TABELA 01 - Classificação dos solos, descrição dos perfis e declividades

CARACTERÍSTICA ANALISADA*	SÍTIO 1	SITIO 2	SITIO 3
Classificação do solo	Latoss. Variação Una	Latoss. Variação Una	Litossolo
Classe de drenagem	Acentuadamente drenado	Bem drenado	Bem drenado
Profundidade onde observou-se zona de maior umidade	1,1 metro	1,1 metro	--
Classificação dos horizontes	"A" moderado	"A" moderado	"A" moderado
Profundidade/Espessura dos horizontes	"A+AB" = 0,58m "B" >2,0m	"A+AB" = 0,45m "B" >2,0m	"A" = 0,10m "B" = 0,30m
Coloração	"B" = Coloração Amarelo mudando para Avermelhado a 1,1m	"B" = Coloração Amarelo mudando para Avermelhado a 1,3m	--
Declividade	13,78% ou 7,84°	8,38% ou 4,79°	14,72% ou 9,35°
Classes de declividade*	Forte	Moderada	Forte

*Classificação segundo Galeti (1989).

3.4.4 Caracterização físico-química dos solos

As análises físico-químicas foram efetuadas, respectivamente, nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando-se procedimentos recomendados pela EMBRAPA (1979). Amônio e nitrato foram determinados segundo Bremner e Mulvaney (1982).

As propriedades químicas e os teores de matéria orgânica dos solos foram obtidos a partir de cinco amostras simples em duas repetições para os Sítios 1 e 2, e três repetições para o Sítio 3. Este, por ser mais extenso foi amostrado nos setores baixo, médio e superior do relevo. O solo para análise foi retirado a cerca de 20cm de profundidade, com auxílio de trado holandês.

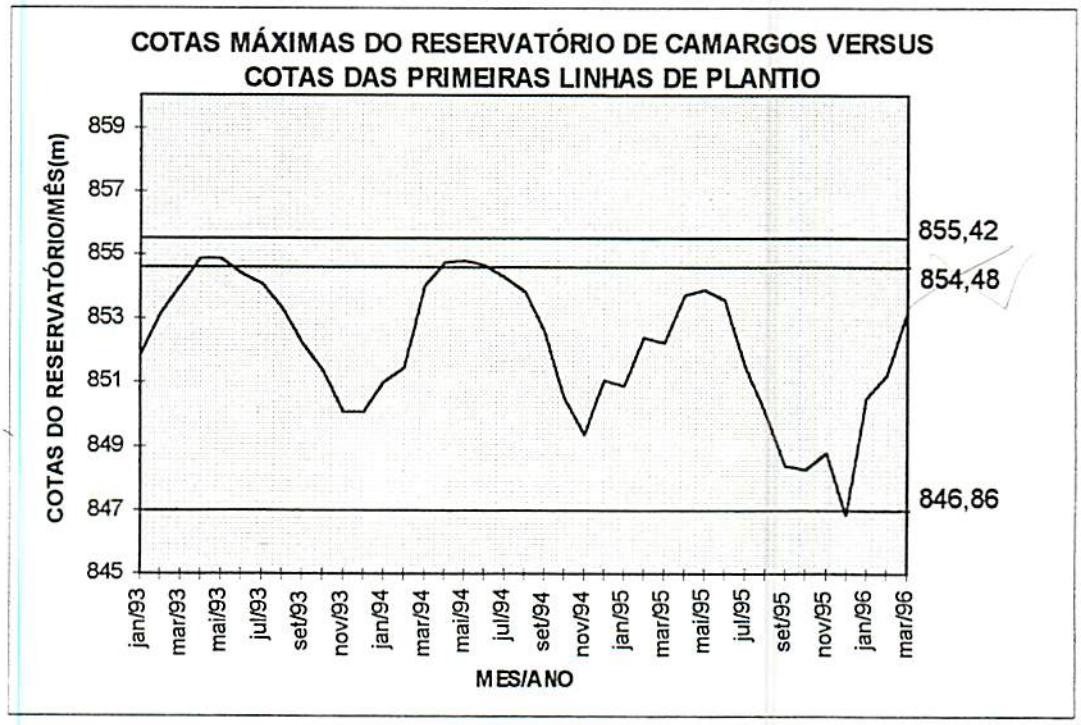


FIGURA 02 - Cotas máximas mensais (N.A.) registradas para o Reservatório de Camargos (dezembro/93 a março/96) e cotas das primeiras linhas dos plantios ciliares dos Sítios 1 e 2. Cota 846,86m = nível mais baixo d'água atingido pelo reservatório entre janeiro/93 e março/96; cota 854,48m = cota da primeira linha de plantio do Sítio 2; cota 855,42m = cota da primeira linha de plantio do Sítio 1.

As amostras para determinação das propriedades físicas foram retiradas nas profundidades de 0-10 e 10-30cm. Para a densidade do solo retirou-se amostras indeformadas por meio do Anel de Uhland, que foram posteriormente secas em estufa a 105°C, para a determinação do peso seco, o qual dividido pelo volume do anel, resultou no valor da densidade do solo, expresso em $g.cm^{-3}$ (Blake, 1965).

A umidade atual foi medida a duas profundidades (0-10 e 10-30cm) com três repetições, distribuidas na encosta (parte baixa, média e superior). As medições foram feitas durante 12 meses, sempre no início de cada mês (de 01 a 06) e no mesmo horário (princípio da manhã). Para determinação da umidade utilizou-se o Método Padrão de Estufa (gravimétrico), o qual consiste basicamente em retirar a água do solo, colocando-o em uma estufa a 100-105°C por 24 horas (mínimo), conforme descrito por Bernardo (1980).

Pontos da Curva Característica da Umidade do Solo ou Curva de Retenção foram avaliados nas tensões de 15,0; 1,0; 0,10 e 0,06 atm .

3.5 Preparo do solo, plantio e espécies avaliadas

O preparo do solo foi diferenciado para cada um dos sítios em função das características individuais do terreno, entre as quais destacam-se: tipo e uso do solo à época do preparo do terreno, declividade, entre outros (Tabela 02).

O plantio foi efetuado em covas de 30x30x30cm, com espaçamento de 1,5x3,0m. Nos três sítios efetuou-se adubação de plantio de 200g de superfosfato simples/cova e adubação de cobertura de 15g de cloreto de potássio + 60g de sulfato de amônio sob a projeção das plantas 60 dias após o plantio.

Nos três sítios, os plantios realizados com o objetivo de recompor a mata ciliar, seguiram o modelo de sucessão secundária, utilizando a distribuição das plantas em quincôncio, com linhas intercaladas de espécies de rápido crescimento e de crescimento lento. Neste estudo, apesar do grande número de espécies usadas no plantio, foi avaliado um grupo de três pioneiras autóctones (P) e duas clímax exigentes de luz (CL) (Tabela 03), comuns às três áreas.

TABELA 02 - Informações complementares ao preparo do solo

Sítio 1		Sítio 2		Sítio 3	
Oper. efetuada	Época	Oper. efetuada	Época	Oper. efetuada	Época
-	-	-	-	Terraceamento em nível	Dez./92
-	-	Subsolagem	Jan./93	Subsolagem	Dez./92
Sulc. em nível	Nov./92	Sulc. em nível	Jan./93	Sulc. em nível	Dez./92
Plantio	Dez./92	Plantio	Jan./93	Plantio	Dez./92
Adub. de plantio	Dez./92	Adub. de plantio	Jan./93	Adub. de plantio	Dez./92
Replantio	Jan./93	Replantio	Fev./93	Replantio	Jan./93
Adub. de cobertura	Fev./93	Adub. de cobertura	Nov./93	Adub. de cobertura	Fev./93

Fonte: Prado, N.J.S (comunicação pessoal).

TABELA 03 - Espécies estudadas

Nome científico	Nome comum	Grupo ecológico*	Família
Acacia mangium **Willd.**	Acacia mangium	CL	Mimosaceae
Mimosa scabrella **Benth**	Bracatinga	P	Mimosaceae
Croton floribundus **Spreng.**	Capixingui	P	Euphorbiaceae
Senna multijulga **(Rich) Irwin et Barn**	Cassia verrugosa	CL	Caesalpiniaceae
Trema micrantha **Blume**	Trema, candiúva	P	Ulmaceae

* Davide, Faria e Botelho (1995).

3.6 Delineamento experimental

Os Sítios 1 e 2 localizam-se no interior de plantios ciliares, onde as espécies foram plantadas aleatoriamente em quatro parcelas de 15 x 30m (450m^2). No Sítio 3, que é parte de uma área experimental mais ampla, foram avaliadas as parcelas do tratamento onde são encontradas todas as espécies de rápido crescimento comuns nos outros dois sítios. A avaliação constou de quatro parcelas de 14 x 42m (588m^2).

3. 7 Avaliação do crescimento das espécies

Visando determinar o desenvolvimento e a adaptação das espécies às condições dos sítios, foram medidas as seguintes características: altura total das plantas; diâmetro do caule à altura do solo (DAS); diâmetro de copa, visando determinar a área de copa, e tomando como base a área de uma elípse.

Os instrumentos utilizados foram a suta para a medição do diâmetro do tronco ao nível do solo (DAS); trena para obtenção da área de copa, medindo-se dois eixos nas maiores dimensões de uma elípse; vara graduada para a medição de altura.

Foram feitas 3 avaliações para cada sítio, aos 28, 34 e 39 meses de idade, respectivamente nos meses de abril (após o período chuvoso), outubro/1995 (final do período seco) e março/1996 (final do período chuvoso).

3.8 Análises estatísticas

As análises de variância para as características de crescimento (altura, diâmetro e área de copa) foram feitas adotando-se o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com as espécies nas parcelas e as diferentes idades das medições tomadas como faixas. As análises de variância seguiram metodologia descrita por Little e Hills (1978). Comparações entre as médias dos

tratamentos foram efetuadas aplicando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Sistema de Análise Estatística (Zonta, 1984).

Os dados ambientais foram submetidos a análise multivariada, por meio da Análise de Componentes Principais (PCA), visando produzir uma ordenação síntese dos mesmos, tendo como base as variáveis ambientais e correlacionando-as com os sítios em estudo. O programa estatístico utilizado na análise foi o CANOCO, desenvolvido por Ter Braak (1988).

A matriz inicial composta pelos dados originais, após uma PCA preliminar, foi transformada em uma matriz de componentes, com um número reduzido de variáveis ambientais para minimizar redundância e eliminar variáveis de pouco peso. A matriz inicial foi reduzida a "scores" ou pontuações de ordenação nos componentes correlacionados (Kent e Coker, 1992).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises das variáveis ambientais

4.1.1 Características físicas e matéria orgânica

Pela análise das características físicas avaliadas (Tabela 04) verifica-se que os solos dos Sítios 1 e 2 são classificados como argilosos e o do Sítio 3 como franco argiloso, segundo classificação textural para solos, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (Medina, 1975). As diferenças na textura entre as camadas 0-10 e 10-30cm são pequenas. Nos Sítios 2 e 3 o teor de argila tem um pequeno aumento com a profundidade, enquanto no Sítio 1 o teor é maior na camada de 0-10cm.

Os teores de água retidos nos Sítios 1 e 2 (curva característica de retenção de umidade), foram maiores na profundidade de 0-10cm. O Sítio 2 apresentou retenção ligeiramente maior a 15; 1; 0,1 e 0,06 atm, apesar de apresentar menor percentual de argila.

Observa-se que o Sítio 3 (solo litólico), tem sua capacidade de retenção de água no solo inferior aos outros dois para todas as tensões aplicadas. Esta redução correlaciona-se com a textura dos solos, que apresenta nos Sítios 1 e 2 teor médio de argila de 39,5% e no Sítio 3 de 27%, considerada por Reichardt (1987), como o principal fator que afeta a retenção de água por um solo, porque determina diretamente a área de contato entre as partículas sólidas e a água, bem como as proporções dos poros de diferentes tamanhos. Relação direta entre a retenção de água e o teor de argila, para tensão de 15 atm, foi também verificada por Alvarenga et al. (1983).

TABELA 04 - Características físicas e matéria orgânica dos solos analisados

CARACTERÍSTICAS ANALISADAS	SÍTIO					
	(1)		(2)		(3)	
	0-10 (cm)	10-30 (cm)	0-10 (cm)	10-30 (cm)	0-10 (cm)	10-30 (cm)
Areia (%)	31	31	38	35	49	46
Silte (%)	27	30	26	24	25	26
Argila (%)	42	39	36	41	26	28
Teor de água retido (U%):						
15 atm	19,47	18,55	19,54	18,95	14,70	15,74
1 atm	23,89	22,97	24,67	22,28	18,31	19,63
0,10 atm	31,17	31,11	35,26	32,52	26,68	27,66
0,06 atm	38,76	36,68	40,18	38,84	32,12	36,66
Matéria orgânica (%)	-	3,3 A	-	4,4 A	-	3,2 A
Densid. do solo ($g.cm^{-3}$)	1,14	1,11	1,14	1,05	1,35	1,34

A maior retenção de umidade apresentada pelo Sítio 2, pode também ser atribuída ao maior teor de matéria orgânica e consequente menor densidade do solo (Tabela 04). Os resultados obtidos vêm de encontro à afirmativa de Grohmann e Camargo (1973) e Grohmann e Medina (1962), segundo os quais, a quantidade de água retida pelo solo depende principalmente da quantidade e natureza da fração argila e do teor de matéria orgânica. Conforme observado na Tabela 04, os solos dos sítios 1 e 2 apresentam classe textural idêntica (argilosa) nas duas profundidades amostradas, de forma que a maior retenção de umidade no Sítio 2 se deve ao maior teor de matéria orgânica, observação corroborada por Grohmann e Medina (1962). Para Kiehl (1979), cada 1% de matéria orgânica no solo, aumenta a superfície específica em 7 m^2/g, que por sua vez correlaciona-se com a retenção de umidade.

Como pode ser visto na Tabela 04, a densidade do solo encontrada para os Sítios 1 e 2 foi a mesma ($1,14g/cm^3$) na profundidade de 0-10cm, enquanto que de 10-30cm foi inferior para o sítio 2 ($1,05g/cm^3$), sugerindo pequena compactação do Sítio 1 (área anteriormente ocupada com culturas agrícolas) na camada de 10-30cm, confirmando dados apresentados por Brady (1989) e Alvarenga et al. (1983), segundo os quais, cultivos consecutivos aumentam a densidade aparente

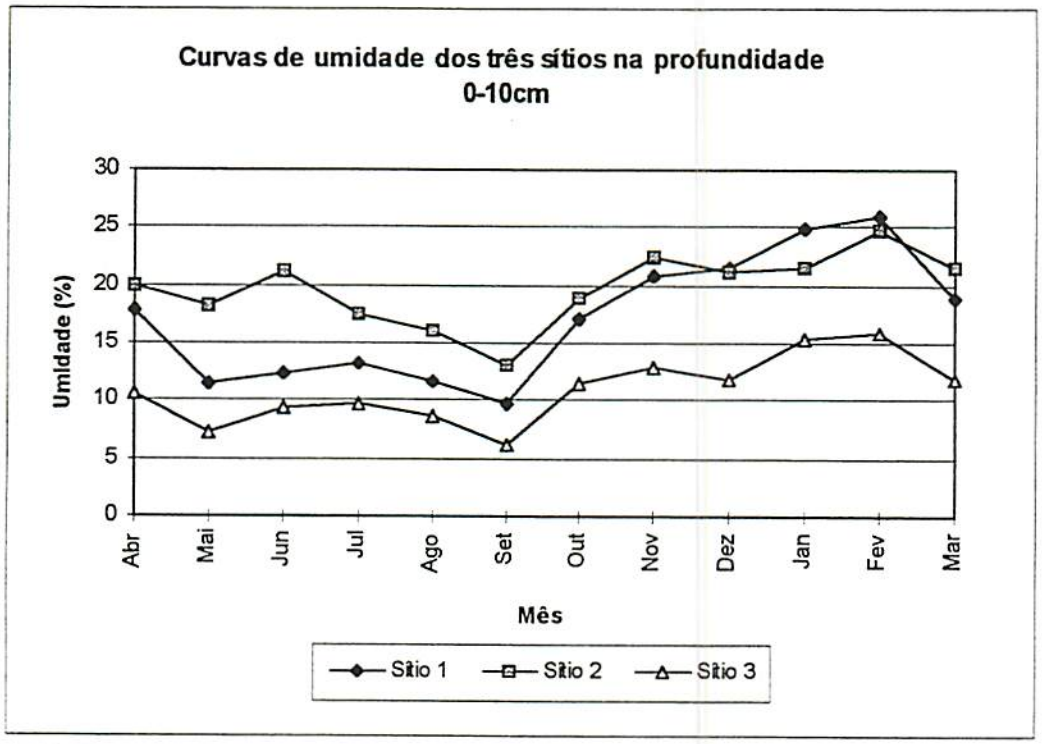
das camadas superficiais e subsuperficiais dos solos, enquanto o solo do Sítio 3 apresentou a maior densidade, em média 1,35 g/cm^3, devido características próprias de solos litólicos.

Para o Sítio 1, de acordo com a Figura 03, observa-se que o teor de umidade na camada de 10-30cm durante os meses com menor pluviosidade (abril a setembro), é sempre superior à da profundidade 0-10cm, demonstrando secamento mais intenso da camada superficial do solo. De outubro a março (meses com precipitação histórica - 1961 a 1990 - superior a 100mm), o maior armazenamento de umidade para as profundidades medidas foi alternado. O comportamento do Sítio 2, para o período medido, manteve a mesma ordem de hierarquia para todos os meses do ano, com a maior profundidade registrando sempre maior teor de umidade, mesmo durante os meses de precipitação intensa, nos quais poder-se-ia esperar que a camada superior apresentasse teor de umidade maior. O Sítio 3, solo litólico, com média de 47,5% de teor de areia, apresenta menor cobertura vegetal e, consequentemente o solo é mais exposto. Neste solo foram encontrados os menores percentuais de retenção de umidade para todas as tensões medidas, e tendência a apresentar armazenamento maior de umidade na profundidade de 10-30cm, durante os meses de menor precipitação.

Apresenta-se, Anexo 1, a precipitação ocorrida na região onde se localizam os três sítios estudados, entre os meses de março/95 a março/96. Observa-se que este registro anual, difere do acumulado histórico no mês de setembro/95, quando choveu mais de 100mm. No restante do período, o registro anual segue as médias históricas de 30 anos.

Observa-se ainda, Figura 03, que os três sítios mantiveram a mesma hierarquia na retenção de umidade para as duas profundidades pesquisadas. O Sítio 2 apresentou valores de 19,66 e 21,29%; o Sítio 1, de 17,11 e 17,21% e o Sítio 3, de 10,93 e 11,54% para umidade média nas profundidades de 0-10 e 10-30cm, respectivamente. Na profundidade 10-30cm esta ordem manteve-se inalterada, invertendo-se entretanto, na profundidade de 0-10 entre os sítios 1 e 2, durante o período de chuvas intensas (dezembro a fevereiro), quando normalmente há um excedente d'água no solo.

Analisando as cotas máximas do nível d'água do Reservatório de Camargos e as cotas da primeira linha de plantio dos Sítios 1 e 2 (Figura 02), verifica-se que três meses após o plantio das mudas do Sítio 2, a primeira linha de plantas foi submetida a alagamento em decorrência do



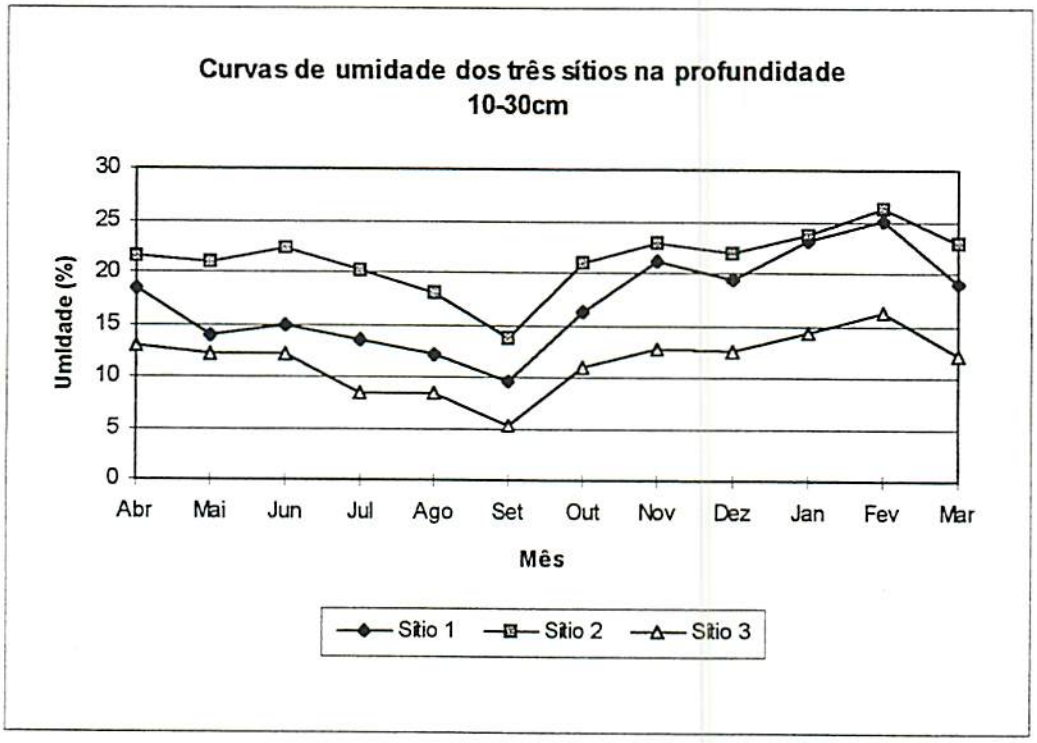


FIGURA 03 - Variação de umidade do solo nos três sítios, durante o período de 12 meses (abril/95 a março/96), para duas profundidades (0-10 e 10-30cm).

N.A. máximo do reservatório haver atingido cota superior à do plantio. O solo, entre a segunda e a terceira linha de plantas, foi coberto por uma lâmina d'água por um período de 30 dias, entre 19/04 a 18/05/93. Em 1994, o fato se repetiu em dois momentos, de 18/04 a 02/05 e de 15/05 a 17/06/94, respectivamente 14 e 34 dias, totalizando 48 dias de lâmina d'água sobre parte do solo do Sítio 2. A segunda linha de plantio, cuja cota altitudinal é de 854,73m também ficou submersa por alguns dias em 93 e 94. Segundo Kiehl (1979), áreas com pequena declividade (Tabela 01) podem apresentar ascensão capilar no momento em que o lençol freático apresenta-se alto. Compreende-se, portanto, que as outras linhas de plantio do Sítio 2 que não sofreram submersão tenham apresentado alta umidade. Apesar de no período em que se efetuou as medições de umidade, abril/1995 a março/1996, não ter havido inundação no Sítio 2, em função do regime hídrico e do manejo da água do reservatório, a umidade mantida alta (Figura 03), pode ser devido em parte à presença de matéria orgânica em níveis elevados neste solo. Como o movimento ascendente da água nos solos em conseqüência da capilaridade é maior em solos de textura fina como neste latossolo, a água pode ascender cerca de 50cm em 30 dias (Brady, 1989).

4.1.2 Características químicas

O resultado das análises químicas (Tabela 05), mostra que o Sítio 1 apresenta melhores condições químicas do que os Sítios 2 e 3.

O registro de uso do solo do Sítio 1, como foi apresentado no item 3.4.1, mostra que o mesmo esteve ocupado com cultivo agrícola alternado de milho e feijão durante vários anos. Apesar de não haver registro do histórico do manejo do solo e das adubações agrícolas deste Sítio 1, o fato é identificável através das análises químicas que o diferencia do Sítio 2. Este, embora possua classificação igual e características físicas semelhantes ao primeiro, apresentou níveis mais baixos de nutrientes. Efeitos do cultivo agrícola associado às características químicas inerentes do solo deste sítio, coloca-o num nível de fertilidade superior ao Sítio 2 e que pode ser observado em várias características químicas analisadas e apresentadas a seguir.

TABELA 05 - Características químicas dos solos analisados

CARACTERÍSTICAS ANALISADAS	SITIO (1)		SITIO (2)		SITIO (3)	
pH	5.4 -	Ac. M	5.1 -	Ac.M	4.7 -	Ac.E
P (ppm)	2 -	B	1 -	B	1 -	B
K (ppm)	40 -	M	24 -	B	31 -	B
Ca (meq/100cc)	1.2 -	B	0.5 -	B	0.4 -	B
Mg (meq/100cc)	0.9 -	M	0.2 -	B	0.1 -	B
Al (meq/100cc)	0.1 -	B	0.4 -	M	0.6 -	M
H+Al (meq/100cc)	4.3 -	M	7.5 -	A	5.6 -	A
S (meq/100cc)	2.2 -	M	0.7 -	B	0.6 -	B
t (meq/100cc)	2.3 -	B	1.1 -	B	1.3 -	B
T(meq/100cc)	6.4 -	M	8.2 -	M	6.2 -	M
m (%)	5 -	B	38 -	M	53 -	A
V (%)	34 -	B	9 -	M.B	9 -	M.B
C (%)	1.9 -	A	2.6 -	A	1.9 -	A
Zn (ppm)	2.1		0.7		1.0	
Cu (ppm)	5.1		4.6		4.6	
Fe (ppm)	93.7		147.4		82.4	
Mn (ppm)	12.3		4.4		2.5	
S (ppm)	18.4		traços		1.8	
B (ppm)	0.12		0.07		0.08	
N - Amônio (ppm)	20		13		13	
N - Nitrato (ppm)	7		10		7	

Ac.M= acidez média, Ac. E=acidez elevada, A=alto, B=baixo, M=médio, MB=muito baixo.

As bases trocáveis (K, Ca, Mg) no Sítio 1 apresentam valores superiores quando comparados com os outros dois sítios: o dobro, mesmo para Ca que ainda assim situa-se dentro da mesma faixa de classificação (para culturas agrícolas) dos outros sítios . Este favorecimento é confirmado pela soma de bases (S) que neste Sítio 1 alcança valores médios de 2,2meq/100cc; pela saturação por bases a pH 7 (V%), que embora tenha apresentado valor de 34% (nível baixo), distingue-se dos outros dois sítios, que apresentaram resultados de 9% (nível muito baixo).

A acidez trocável (Al) baixa e a acidez potencial (H+Al) média no Sítio 1 diferenciam-no dos outros dois sítios, colocando o Sítio 1 numa classificação superior aos outros dois. Este fato é

confirmado pela porcentagem de saturação de alumínio (m%), baixa para o Sítio 1 (5%), média e alta respectivamente para os Sítios 2 e 3.

Alguns micronutrientes como Zn, Cu, Mn, S e B observados no Sítio 1, apresentam valores mais altos ao se comparar com os outros dois sítios: no caso do Cu o valor obtido para o Sítio 1 é cerca de 10% superior aos outros sítios, o Zn é cerca de três vezes maior e o S é 10 vezes maior que o Sítio 3. O Sítio 2 apresenta somente traços de S.

O uso e ocupação do solo do Sítio 2 (item 3.4.1), anteriormente ao plantio ciliar, destinava-se a pastagem natural. Os resultados da análise química deste sítio fornecem poucas evidências que o caracterize diferentemente de outros solos do cerrado que, como um todo, apresenta baixa disponibilidade nutricional para as plantas (Lopes, 1983; Freitas e Silveira, 1977). Dentre os elementos que o diferencia, o teor de Fe disponível apresentado por este sítio foi maior do que nos outros, refletindo, possivelmente, efeitos decorrente da condição de alagamento periódico nos últimos 30 anos (após a formação do lago), do maior teor de umidade registrado (Figura 03), bem como em decorrência da diferença de pH, visto que nesta área o pH apresentou-se menor do que no Sítio 1, acompanhando os teores de solubilidade do elemento ferro (Guilherme, Vale e Guedes, 1993). Segundo Mandall (1961), citado por Guilherme, Vale e Guedes (1993), inundação ou anaerobiose prolongada em solos com alto teor de ferro e de matéria orgânica, pode resultar em maior quantidade de Fe^{+2} em solução. Maior concentração de Mn foi encontrada no Sítio 1, embora teores maiores fossem esperados também para o Sítio 2. Estes valores são explicados pela suposta adição de quantidades deste elemento por meio de adubação agrícola no Sítio 1. Entretanto, níveis de Fe e Mn solúvel nos solos do cerrado têm sido considerados satisfatórios para a maioria das culturas agrícolas - mais exigentes do que as espécies florestais (Lopes, 1983).

Características químicas que caracterizam o Sítio 3, solo litólico, são observadas pelo baixo valor do pH (4,7) que determina acidez elevada e pelo alto grau de saturação de alumínio (53%), que segundo Giarola (1994) caracteriza o caráter álico dos solos litólicos da região.

4.2 Análise de Componentes Principais

Na Figura 04 estão representadas as correlações entre os sítios (variáveis nominais) e as variáveis ambientais (variáveis contínuas), obtidas pela aplicação da Análise de Componentes Principais (PCA). Os vetores alocados no gráfico representam o "score" ou peso dos componentes ambientais, variando de +1 a -1. Eles significam a contribuição relativa de cada componente para a explicação da variância total. Quanto mais próximo o autovalor está de +1 a -1, mais importante é a variância em termos deste componente. Na formação dos eixos gráficos onde as variáveis ambientais são alocadas, é característica da PCA que os mesmos sejam extraídos em ordem decrescente de importância, em função da contribuição para com a variância total do conjunto de dados. As variáveis que têm altos "scores" no eixo 1, tendem a tê-los baixos no eixo 2 (Kent e Coker, 1992).

As variáveis ambientais testadas explicam 100% da variância total em somente dois eixos de ordenação, com variância de 83,4% no eixo 1 e acumulada de 100,0% no eixo 2. Os autovalores para cada um foram 0,834 e 0,166.

As variáveis ambientais contínuas que mais fortemente se correlacionaram com esta variável nominal Sítio 2, são: matéria orgânica, teor de ferro e umidade, com estes resultados corroboram Salgado e Ferreira (1985) que por meio de regressão múltipla encontraram associação entre a retenção de água a baixas tensões e o teor de matéria orgânica; e a altas tensões com o teor de argila. A declividade destaca-se enquanto correlação negativa. As outras variáveis ambientais, cujos vetores apresentam-se próximos deste sítio são profundidade efetiva, argila e pH, os quais porém, oferecem menor contribuição para explicar a sua variância.

Da variável nominal Sítio 1, por meio do posicionamento dos vetores, observa-se que a mesma está correlacionada, em ordem de importância, com as seguintes variáveis contínuas: declividade, potássio, silte, enxofre, fósforo, cálcio, magnésio e manganês, que vêm de encontro com a melhor produtividade apresentada por este sítio. Com o Sítio 3, os vetores representando as variáveis ambientais contínuas que mais se correlacionam são: densidade, porcentagem de areia, declividade e teor de alumínio.

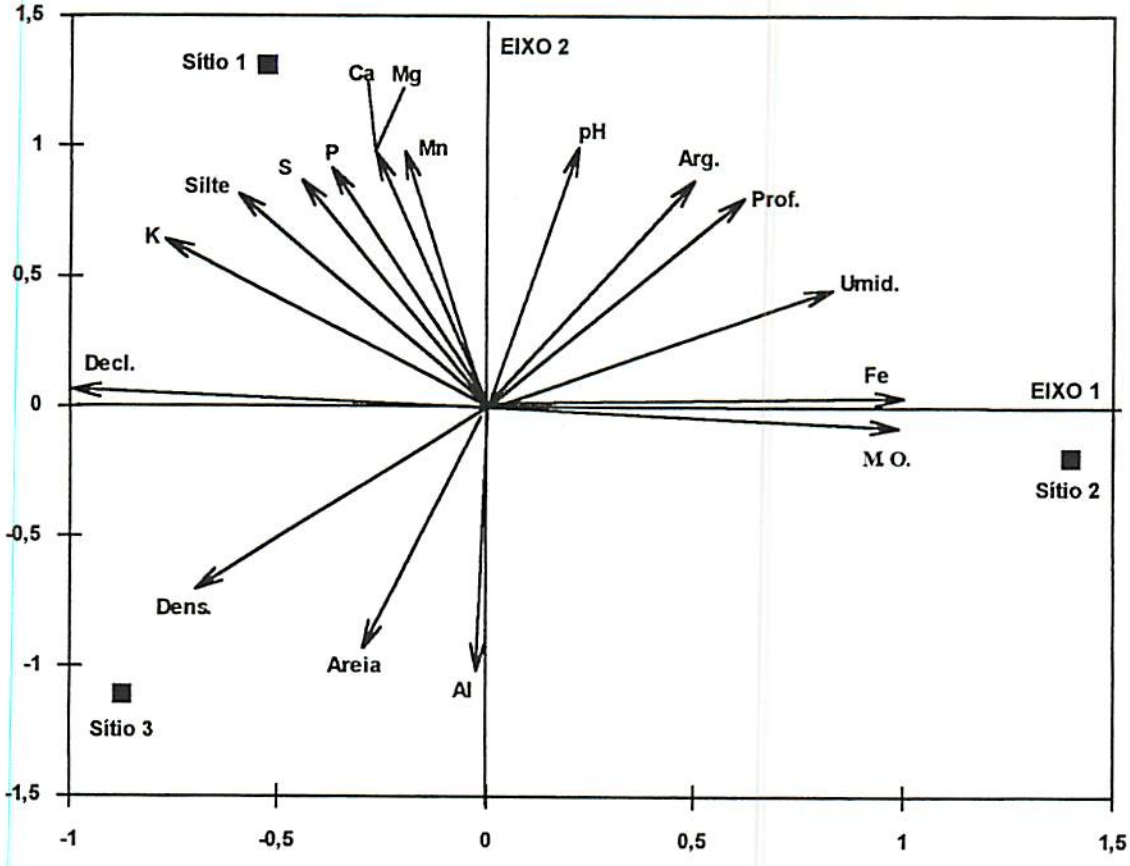


FIGURA 04 - Análise de Componentes Principais (PCA): diagrama de ordenação conjunta dos sítios - variáveis nominais (■) e fatores ambientais - variáveis contínuas (➔). Os autovalores dos dois primeiros eixos de ordenação foram 0,834 e 0,166, respectivamente. A variância percentual acumulada pelos mesmos eixos foi de 83,4% e 100,0%. M.O = matéria orgânica, (Fe, pH, Mn, Mg, Ca, P, S, K, Al) = Características químicas estudadas, Umid. = umidade, Prof. = profundidade efetiva, Arg. = argila, Decl. = declividade, Dens. = densidade do solo.

4.3 Comportamento das espécies plantadas nos diferentes sítios

4.3.1 Aos 28 meses

Analisando o crescimento das espécies aos 28 meses, observa-se diferença entre os sítios para todas as características avaliadas (Tabelas 06, 07 e 08). O Sítio 1, Latossolo Variação Una e anteriormente utilizado para culturas anuais, que se apresentou potencialmente como o melhor sítio, principalmente em relação às características químicas, proporcionou o maior crescimento médio para as espécies. A altura média das espécies no Sítio 1 foi de 5,6m, valor 75% maior do que no Sítio 3 (3,2m) e 124% maior do que no Sítio 2 (2,5m), conforme Tabela 06.

O crescimento em diâmetro a altura do solo e a área de copa também apresentaram o mesmo comportamento, confirmando a melhor qualidade do Sítio 1 e a pior qualidade do Sítio 2. Este, apesar de apresentar o mesmo tipo de solo do Sítio 1, caracterizou-se por condições químicas inferiores e maior teor de umidade.

O Sítio 3, que a princípio, pelo seu tipo de solo, litólico, alta densidade, pH elevado e alta saturação de alumínio, poderia ser considerado como pior sítio, proporcionou crescimento intermediário entre os Sítios 1 e 2.

Entre as espécies estudadas, a ac. mangium apresentou o maior crescimento em altura, considerando-se os três sítios. Nos Sítios 2 e 3 a ac. mangium apresentou 5,0 e 4,5m, respectivamente, diferenciando-se das demais. Nestes dois sítios, esta espécie, em função do seu desempenho bastante diferenciado, destaca-se na paisagem, aparentando a maiores distâncias, ser a única espécie plantada.

No Sítio 1, as espécies apresentaram um crescimento mais homogêneo quando comparadas entre si, com uma diferença de cerca de 41% na altura entre a espécie de menor crescimento, cássia verrugosa (4,6m) e a espécie de maior crescimento, ac. mangium (6,5m). No Sítio 2, a ac. mangium (5,0m) apresentou altura 177% maior do que o capixingui (1,8m) enquanto no Sítio 3 a altura da ac. mangium (4,5m) foi 136% maior do que a cássia verrugosa (1,9m), a espécie de menor crescimento em altura (Tabela 06).

Com relação ao crescimento em diâmetro, o Sítio 1 apresentou valor médio de 11,6cm, que corresponde a um crescimento 118% maior do que no Sítio 2 (5,3cm) e 54% maior do que no

Sítio 3 (7,5cm). A trema, (15,0cm) superou a ac. mangium (12,5cm) no Sítio 1, com o capixingui apresentando, neste sítio, o menor crescimento em diâmetro (8,6cm), conforme Tabela 07. Entretanto no Sítio 2, a ac. mangium como na altura, apresentou o maior diâmetro (10,4cm), destacando-se de todas as demais espécies (4,0cm de média). No Sítio 3, as diferenças entre as espécies foram menores como no Sítio 1, com a ac. mangium e trema apresentando os maiores diâmetros, 9,6 e 8,8cm, respectivamente, e o capixingui o menor valor (5,2cm).

O crescimento da área de copa no Sítio 1 (13,89m^2), foi em média 306% maior que no Sítio 2 (3,42m^2) e 100% maior que no Sítio 3 (6,96m^2), (Tabela 08). A trema apresentou a maior área de copa nos Sítios 1 (26,52m^2) e no Sítio 3 (10,25m^2); no Sítio 2, apresentou somente 1,73m^2. Entretanto, neste Sítio 2, a ac. mangium se destaca das demais, apresentando uma área de copa de 8,33m^2.

O destaque da trema, principalmente no crescimento em diâmetro e área de copa no Sítio 1, sugere que esta espécie é exigente com relação ao sítio, contrariando a afirmação de Carvalho (1994) de que a espécie não é exigente quanto à fertilidade dos solos e pode colonizar terrenos inóspitos.

TABELA 06 - Valores médios de **altura** (m) das espécies, nos três sítios estudados, aos **28 meses** de idade.

ESPÉCIE	SÍTIO						MÉDIA
	(1)		(2)		(3)		
AC. MANGIUM	6,5	a A	5,0	a B	4,5	a B	5,3 a
TREMA	6,0	a A	1,8	b C	3,4	b B	3,7 b
BRACATINGA	5,8	ab A	2,1	b C	3,0	b B	3,6 b
CAPIXINGUI	5,1	bc A	1,8	b C	3,1	b B	3,3 b
C. VERRUGOSA	4,6	c A	1,9	b B	1,9	b B	2,8 c
MÉDIA	5,6	A	2,5	C	3,2	B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 07 - Valores médios de **diâmetro** do caule ao nível do solo (cm) das espécies, nos três sítios estudados, aos **28 meses** de idade.

ESPÉCIE	SÍTIO			MÉDIA
	(1)	(2)	(3)	
AC. MANGIUM	12,5 ab A	10,4 a B	9.6 a B	10,8 a
TREMA	15,0 a A	3,8 b C	8,8 a B	9,2 b
BRACATINGA	11,2 b A	4,3 b C	7,8 ab B	7,8 bc
CAPIXINGUI	8,6 c A	3,0 b C	5,2 c B	5,6 d
C. VERRUGOSA	11,0 b A	5,1 b B	6.1 bc B	7,4 c
MÉDIA	11,6 A	5,3 C	7.5 B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 08 - Valores médios de **área de copa** (m^2) das espécies, nos três sítios estudados, aos **28 meses** de idade.

ESPÉCIE	SÍTIO			MÉDIA
	(1)	(2)	(3)	
A. MANGIUM	10,57 bc A	8,33 a A	8,47 ab A	9,12 b
TREMA	26,52 a A	1,73 b C	10,25 a B	12,83 a
BRACATINGA	6,88 c A	1,06 b B	4,45 b AB	4,13 d
CAPIXINGUI	10,99 bc A	1,70 b B	5,22 b B	5,97 cd
C. VERRUGOSA	14,51 b A	4,30 ab B	6,41 ab B	8,41 bc
MÉDIA	13,89 A	3,42 C	6,96 B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.3.2 Aos 39 meses

O crescimento médio das espécies aos 39 meses, considerando a altura, diâmetro e área de copa, mantém o mesmo comportamento apresentado aos 28 meses, confirmando a melhor qualidade do Sítio 1 e o pior desempenho do Sítio 2.

A ac. mangium se manteve como a espécie de melhor crescimento nos três sítios, apresentando no Sítio 1 crescimento em altura 30% maior do que a média das demais espécies (6,4m). Nos sítios 2 e 3 esta diferença é mais acentuada, apresentando, respectivamente, alturas

3,4 e 2,2 vezes maiores do que a média das demais (Tabela 09). A cássia verrugosa apresenta o menor crescimento médio em altura, evidenciado no Sítio 3 (1,8m), cujo solo apresenta menor umidade e maior densidade do solo.

No crescimento em diâmetro, destaca-se o incremento da ac. mangium, no Sítio 3, em relação ao valor obtido aos 28 meses, correspondendo a um crescimento de 71% (Tabelas 07 e 10). A ac. mangium foi a única espécie que não apresentou diferença no diâmetro entre os sítios nesta avaliação (Tabela 10). O capixingui foi a espécie com menor crescimento médio em diâmetro.

Analisando o crescimento da área de copa, observa-se que a trema continua apresentando o melhor desempenho entre as espécies no Sítio 1. Já no Sítio 3, onde a trema também se destacava aos 28 meses, houve um grande crescimento da ac. mangium, de 8,47m^2 aos 28 meses para 14,56m^2, enquanto que a trema e a c. verrugosa apresentaram redução na sua área de copa (Tabelas 08 e 11). No Sítio 2 houve redução na área de copa da trema, bracatinga e c. verrugosa, enquanto que a. mangium apresentou crescimento de 63%. Estas reduções podem ser explicadas pela incidência de "seca de ponteiros" que atingiu todas as espécies, exceto a ac. mangium nos Sítios 2 e 3.

TABELA 09 - Valores médios de **altura** (m) das espécies, nos três sítios estudados, aos **39 meses** de idade.

ESPÉCIE	SÍTIO			MÉDIA
	(1)	(2)	(3)	
A. MANGIUM	8.3 a A	6.6 a B	6.7 a B	7.2 a
TREMA	6.3 b A	1.7 b C	3.4 b B	3.8 bc
BRACATINGA	6.4 b A	2.2 b B	3.1 bc B	3.9 b
CAPIXINGUI	5.9 b A	1.8 b C	4.0 b B	3.9 b
C. VERRUGOSA	5.3 b A	2.0 b B	1.8 c B	3.0 c
MÉDIA	6.4 A	2.9 C	3.8 B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 10 - Valores médios de **diâmetro** do caule ao nível do solo (cm) das espécies, nos três sítios estudados, aos **39 meses** de idade.

ESPÉCIE	SÍTIO						MÉDIA
	(1)		(2)		(3)		
A. MANGIUM	16.5 a	A	14.0 a	A	15.0 a	A	15.1 a
TREMA	16.2 a	A	4.0 b	C	9.4 b	B	9.9 b
BRACATINGA	12.8 b	A	3.7 b	C	8.1 bc	B	8.2 bc
CAPIXINGUI	9.6 c	A	3.3 b	C	6.5 bc	B	6.5 d
C. VERRUGOSA	11.8 bc	A	5.1 b	B	6.4 c	B	7.8 cd
MÉDIA	13.3	A	6.0	C	9.1	B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na vertical ou maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 11 - Valores médios de **área de copa** (m^2) das espécies, nos três sítios estudados, aos **39 meses** de idade.

ESPÉCIE	SÍTIO						MÉDIA
	(1)		(2)		(3)		
A. MANGIUM	18.04 b	A	13.56 a	A	14.56 a	A	15.39 a
TREMA	31.30 a	A	0.63 b	C	9.50 ab	B	13.81 a
BRACATINGA	7.93 c	A	0.68 b	B	4.48 b	AB	4.37 c
CAPIXINGUI	15.38 b	A	1.70 b	B	6.24 b	B	7.77 b
C. VERRUGOSA	14.69 b	A	4.12 b	B	5.04 b	B	7.95 b
MÉDIA	17.47	A	4.14	C	7.96	B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

4.4 Crescimento das espécies

A partir dos dados obtidos não foi possível o ajuste de equações de crescimento, em função do curto período avaliado, 11 meses. O comportamento de cada espécie será analisado através dos dados observados nas três avaliações realizadas aos 28, 34 e 39 meses, conforme as Tabelas 06 a 11 e Anexo 02.

4.4.1 *Acacia mangium* (Acácia mangium)

Esta espécie foi a única, dentre as testadas, que apresentou crescimento em altura, diâmetro e área de copa regular e continuado, para as idades de 28, 34 e 39 meses, nos três sítios estudados (Figura 05).

Davide (1994), apresentou resultados parciais aos 18 meses para ac. mangium nos Sítios 1 e 2, nos quais obteve valores respectivos para H, DAS e AC, de 4,29m; 7,68cm; 6,21m² e 3,11m; 6,06cm e 3,68m². Todos os valores obtidos na avaliação efetuada aos 28 meses são superiores aos encontrados pelo autor, e apresentam um aumento médio de 61,49% e 52,92%, respectivamente para os Sítios 1 e 2, no período de dez meses (junho/94 a abril/95), englobando o período de chuvas da região.

Os resultados obtidos por Silva (1993), nos municípios de Belo Oriente e Coronel Fabriciano-MG, em espaçamento de 3x2m e 3x4m, aos 38 meses, com alturas médias variando respectivamente de 8,57 a 11,72m em Belo Oriente (Aluvião) e 7,7 a 9,32m em Coronel Fabriciano (Podzólico Vermelho-Amarelo), são semelhante àqueles encontradas neste trabalho para o Sítio 1, que apresentou o melhor crescimento aos 39 meses (8,3m), considerando-se o espaçamento 3x2m.

O rápido crescimento da ac. mangium é comprovado por NRC (1983), ao verificar que em bons sítios em Bangladesh, a ac. mangium, atingiu 8.0 metros de altura e 15 cm de diâmetro, aos 24 meses de idade, superando os *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus brassiana*.

Franco et al. (1992) em experimento com espécies pioneiras em Piraí - RJ, a 500m de altitude em áreas de latossolo decapeados com pH igual a 4,6 e aplicação de gesso, verificou que ac. mangium aos 24 meses atingiu cerca de 3m de altura e recobriu todo o solo pela deposição de folhas. Esta altura alcançada é compatível com o crescimento da espécie no Sítio 2, resultado que não se verifica com as outras espécies estudadas neste trabalho, onde, neste Sítio 2, elas apresentaram os piores resultados.

Aos 39 meses o diâmetro médio da ac. mangium não diferiu entre os três sítios (Tabela 10), evidenciando certa indiferença às condições ambientais adversas encontradas nos sítios 2 e 3.

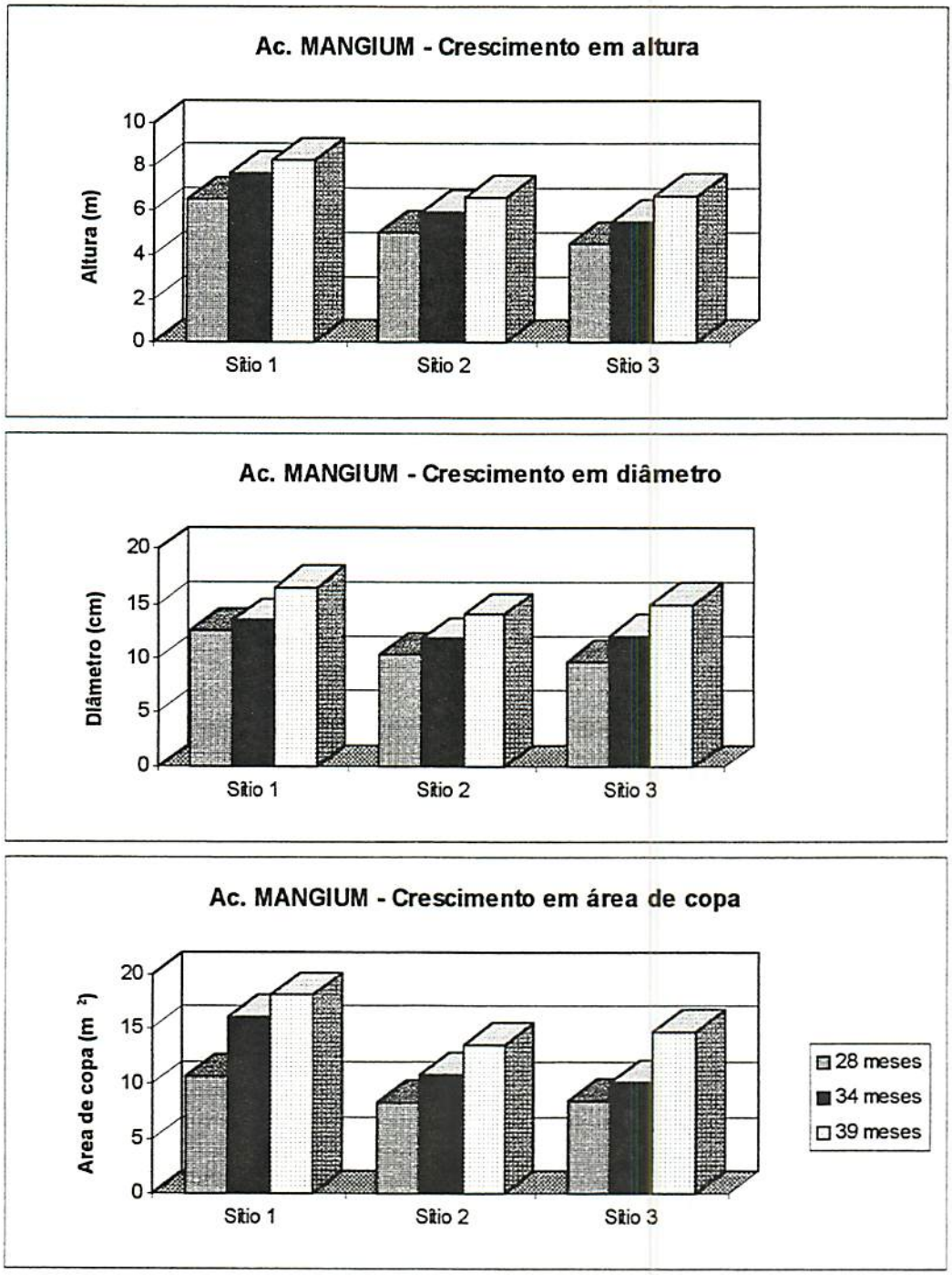


FIGURA 05 - Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da acácia mangium nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses.

O crescimento da área de copa manteve o mesmo ritmo, independente do encharcamento ou baixa umidade do solo, mostrando a boa adaptação da espécie a diversas condições ambientais.

O comportamento da ac. mangium, que se destaca em todos os sítios, principalmente no Sítio 2 e 3, comparativamente com as outras espécies testadas, sugere que a espécie apresenta versatilidade adptativa a diferentes condições ambientais, com tolerância a sítios bastante pobres. Dias, Alvares e Brienza Júnior (1991), consideram a ac. mangium uma boa indicação para solos compactados, enquanto Franco et al. (1992) destacam sua tolerância a solos ácidos e litólicos, características encontradas no Sítio 3, com densidade de 1,35g/cm^3 e acidez elevada (pH=4,7). Outro fator que pode ter contribuido para a maior eficiência da ac. mangium, principalmente nos sítios pobres, é a sua capacidade de associação com fungos micorrízicos e rizóbio, conforme verificado por Faria et al. (1996) em um latossolo vermelho-escuro de baixa fertilidade

4.4.2 *Croton floribundus* (Capixingui)

O comportamento diferenciado do capixingui entre os sítios evidencia-se para altura, diâmetro e área de copa. No período avaliado neste estudo, de abril/95 a março/96, o capixingui apresentou o crescimento estagnado no Sítio 2 (Figura 06). No Sítio 1 houve taxa de crescimento de cerca de 15,0; 11,6 e 40,0% e no Sítio 3 de 29,0; 25,0 e 19,5%, respectivamente para H, DAS e AC, no período analisado de 11 meses.

Houve redução no valor da área de copa após o período seco (34 meses - Anexo 2c), no Sítio 3, evidenciando, como já foi observado para outras espécies, o efeito do estresse hídrico deste solo ao provocar perda de folhas e seca de galhos.

Segundo Carvalho (1994), o capixingui é indicado para plantios em solos bem drenados, o que pode justificar, dentre outras características, a estagnação do crescimento no Sítio 2.

Davide (1994), apresentou resultados parciais aos 18 meses, para o capixingui no Sítio 1 e no Sítio 2, nos quais obteve valores respectivos para H, DAS e AC, de 3,3m; 5,6cm; 6,43m² e 1,4m; 2,4cm e 0,89m. Os resultados apresentados pelo autor são inferiores aos obtidos no presente trabalho aos 28 meses, denotando crescimento continuado nos tempo e características analisadas, com um aumento médio de 59,59% e 83,90, respectivamente para os Sítios 1 e 2, ao

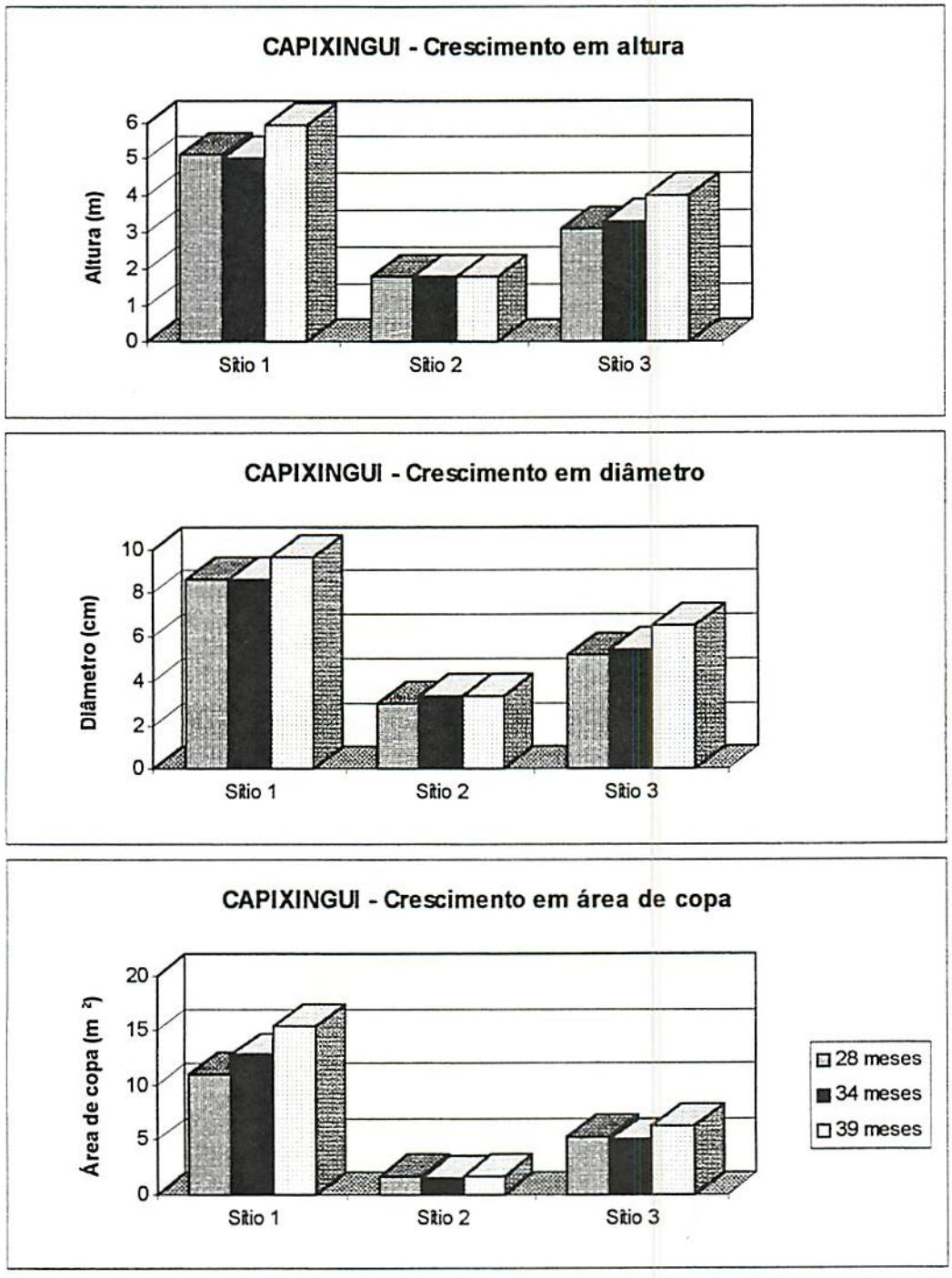


FIGURA 06 - Crescimento em altura, diâmetro e área de copa do capixingui nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses.

longo de dez meses (junho/94 a abril/95), o qual corresponde a um período completo de chuvas (outubro a março).

Kageyama et al. (1992), estudando o consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio - SP, encontrou para o *Croton floribundus*, aos 24 meses de idade, altura média de 4,3m, diâmetro da base de 6,5cm e área de copa de 2,3m^2 . Os valores de altura e diâmetro encontrados pelo autor, são inferiores aos resultados obtidos no presente trabalho aos 28 meses para o sítio 1, e superiores aos do Sítio 2 e 3. Entretanto, os resultados de área de copa são menores do que em qualquer um dos sítios, ressaltando-se a diferença na idade avaliada.

No geral, o crescimento do capixingui pode ser considerado moderado em relação às outras espécies testadas, considerando principalmente o desempenho em altura. Esta avaliação da espécie é corroborada por Speltz (1968), que encontrou valores médios de 8,62m para altura e 7,8cm para DAP aos 8 anos em espaçamento de 1,5mx1,5m para Latossolo Roxo distrófico, obtidos de plantio experimental na fazenda Monte Alegre no estado do Paraná, considerado alo autor como crescimento moderado.

4.4.3 *Mimosa scabrella* (Bracatinga)

A bracatinga apresentou crescimento em altura no Sítio 1 (Figura 07), tanto no período seco (abril a outubro/95) quanto no período das chuvas na região (outubro/95 a março/96), apresentando respectivamente 5,8m, 6,1m e 6,4m aos 28, 34 e 39 meses. Nos Sítios 2 e 3, houve paralisação de crescimento entre os 28 e os 34 meses, havendo retomada do crescimento no período chuvoso. Esta paralisação do crescimento, no período de abril a outubro, pode ser correlacionada, para o Sítio 3, com a baixa umidade do solo em função do período seco e do tipo de solo (litólico), com pequena profundidade, alta densidade e baixa retenção de água (Tabela 04). Neste sítio ocorreu injúria generalizada para a espécie, com "seca de ponteiros". Oliva et al. (1989), encontraram as mesmas reações fisiológicas para o *Eucalyptus camaldulensis* em áreas de cerrado - morte apical à qual denominou de "seca de ponteiro" - em local de baixa disponibilidade hídrica, havendo como conseqüência redução de altura, número de folhas e área foliar.

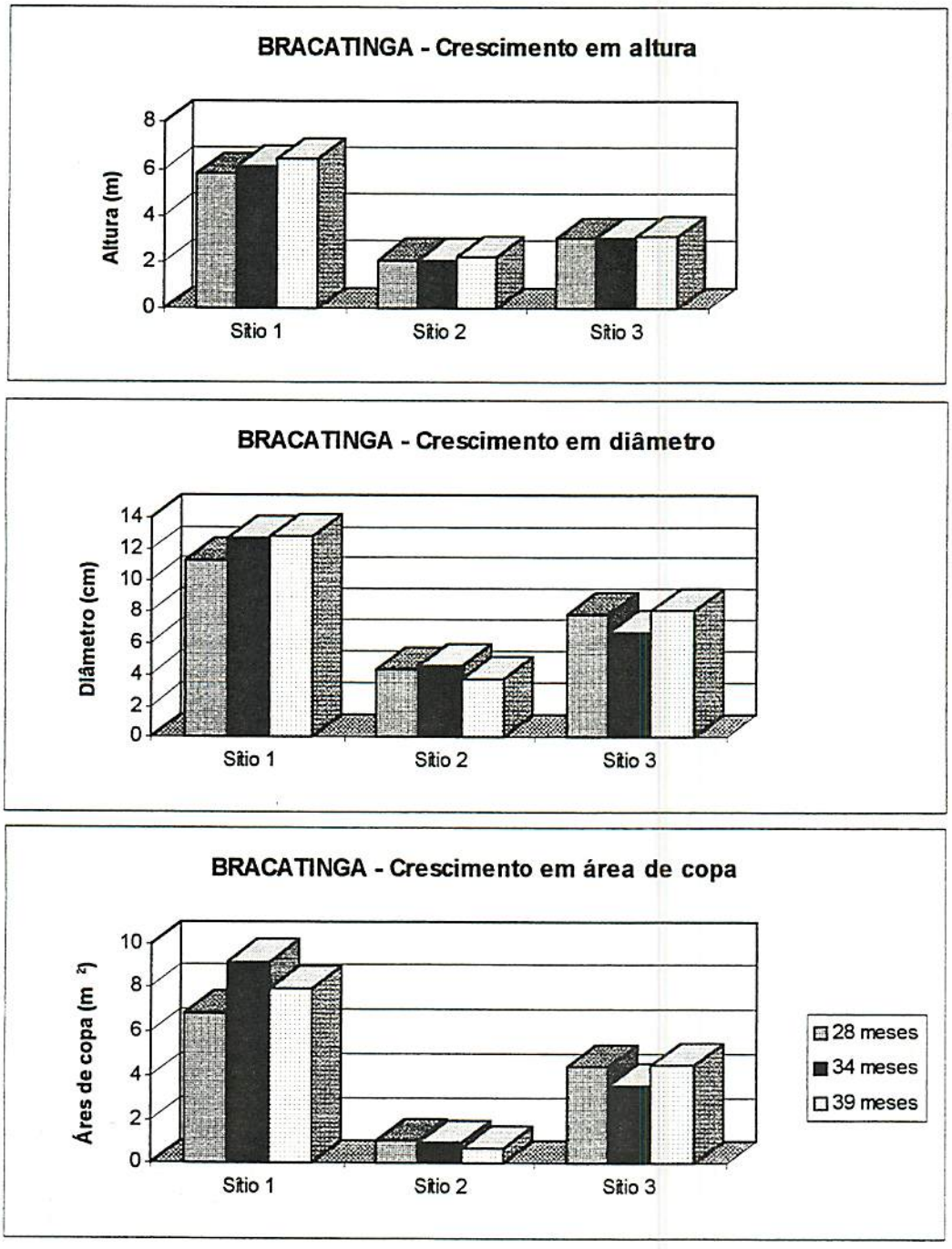


FIGURA 07 - Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da bracatinga nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses.

Já no Sítio 2, o período de paralisação no crescimento coincide com o período de elevação do reservatório e consequentemente do lençol freático, entre março a setembro de 1994 (Figura 02). Neste período houve inclusive alagamento da primeira linha de plantio. Neste sítio observou-se uma mortalidade de 75% dos indivíduos entre 28 e 39 meses, evidenciando a não adaptação da bracatinga para aquelas condições.

A altura alcançada pela bracatinga no Sítio 1 aos 34 meses (6,1m) (Anexo 2a) é semelhante à encontrada por Reichmann (1983) aos 36 meses, entre 5,36 e 6,90m, em trabalhos no Paraná com recuperação de áreas de empréstimo, em região com clima Cfb, precipitação entre 1200-1400, e temperatura no mês mais quente inferior a 22° C, em horizonte C silto-argiloso.

Davide (1994), apresentou resultados parciais aos 18 meses para a bracatinga no Sítio 1 e no Sítio 2, nos quais obteve valores respectivos para H, DAS e AC, de 4,73m; 8,66cm; 6,71m² e 1,70m; 3,12cm e 0,83m². No presente trabalho, os dados de altura e diâmetro obtidos aos 28 meses são superiores aos apresentados pelo autor, denotando taxas positivas de crescimento neste período, com um aumento médio de 54,48% e 29,69%, respectivamente para os Sítios 1 e 2, ao longo de dez meses (junho/94 a abril/95), período este que engloba os seis meses de chuvas da região (outubro a março).

Carpanezzi (1994), estudando produtividades florestal e agrícola em sistemas mistos de cultivo da bracatinga na região metropolitana de Curitiba, encontrou aos 29 meses, a altura média das plantas variando de 3,83m no Sistema agroflorestal tradicional (densidade de 8,5 mil plantas/ha, milho a 120x60cm e uma linha de feijão, sem adubação das culturas agrícolas e duas capinas) e 6,07m no Sistema florestal melhorado 1 (densidade de 9,5 mil plantas/ha, sem adubação e efetuando-se duas capinas). Comparando-se com a altura verificada no Sítio 1 aos 28 meses (5,8m) pode-se considerar que neste sítio o crescimento da bracatinga foi satisfatório, principalmente levando-se em conta as diferenças climáticas entre as áreas.

Carvalho (1983), analisando plantios introdutórios de *Mimosa scabrella* em Campo Mourão - PR, a 620m de altitude, clima Cfa e média do mês mais quente acima de 22°C, em solos com boa fertilidade em espaçamento 3x2m, aos 21 meses, obteve altura média de 6,81m, DAP médio de 7,5cm e percentual de sobrevivência de 97%. Os valores de altura encontrados pelo autor são superiores mesmo para aqueles obtidos aos 39 meses no Sítio 1 (5,8m).

Analisando-se o comportamento diamétrico da bracatinga (Figura 07), observa-se que no Sítio 1 a espécie apresentou crescimento continuado, embora na idade de 39 meses as taxas de incremento tenham sido menores do que aos 34 meses (Anexo 2b). No Sítio 2, com os valores obtidos aos 39 meses, observa-se redução do diâmetro, mesmo após o período chuvoso, devendo-se ressaltar neste caso que a alta taxa de mortalidade pode ter alterado a distribuição diamétrica. No Sítio 3, a espécie apresentou o mesmo comportamento da trema, com redução de diâmetro aos 34 meses (após o período seco) e recuperação do crescimento, atingindo valores superiores ao primeiro registro, aos 28 meses de idade.

Segundo Pineda (1988), citado por Zuñiga (1990), na Costa Rica em combinação com café, *Mimosa scabrella* apresentou crescimento em altura e diâmetro aos 24 meses, respectivamente de 5,2m e 7,7cm, comportamento semelhante às taxas de crescimento obtidas para o Sítio 1, avaliado aos 28 meses (5,8m).

Os resultados obtidos para a área de copa da bracatinga indicam uma redução contínua no sítio 2, variando de 1,06m^2 aos 28 meses a 0,68m^2 aos 39 meses (Tabelas 08 e 11). A redução em área de copa no período seco, como ocorreu no Sítio 3 (Figura 07), justifica-se pela perda de folhas e "seca de ponteiros". Entretanto, no caso do Sítio 2, a redução mesmo após o período de chuvas indica uma situação de declínio da espécie em resposta a condições ambientais não adequadas. Deve-se considerar ainda um possível efeito da alta taxa de mortalidade. Uma pequena redução foi observada também no Sítio 1 após o período chuvoso.

O comportamento da bracatinga neste estudo confirma as afirmações de Carpanezzi e Carpanezzi (1992) de que os solos mal drenados são pouco propícios ao desenvolvimento da espécie, situação do Sítio 2, e de que a mesma responde favoravelmente à profundidade efetiva e à riqueza química dos solos, situação esta mais próxima no Sítio 1.

4.4.4 *Senna multijuga* (Cássia verrugosa)

A cássia verrugosa apresentou redução generalizada em H, DAS e AC (Figura 08), em todos os sítios após o inverno, período seco na região. A redução na altura e área de copa nos Sítios 2 e 3 pode ser justificada pelas condições de estresse - alagamento ou déficit - como

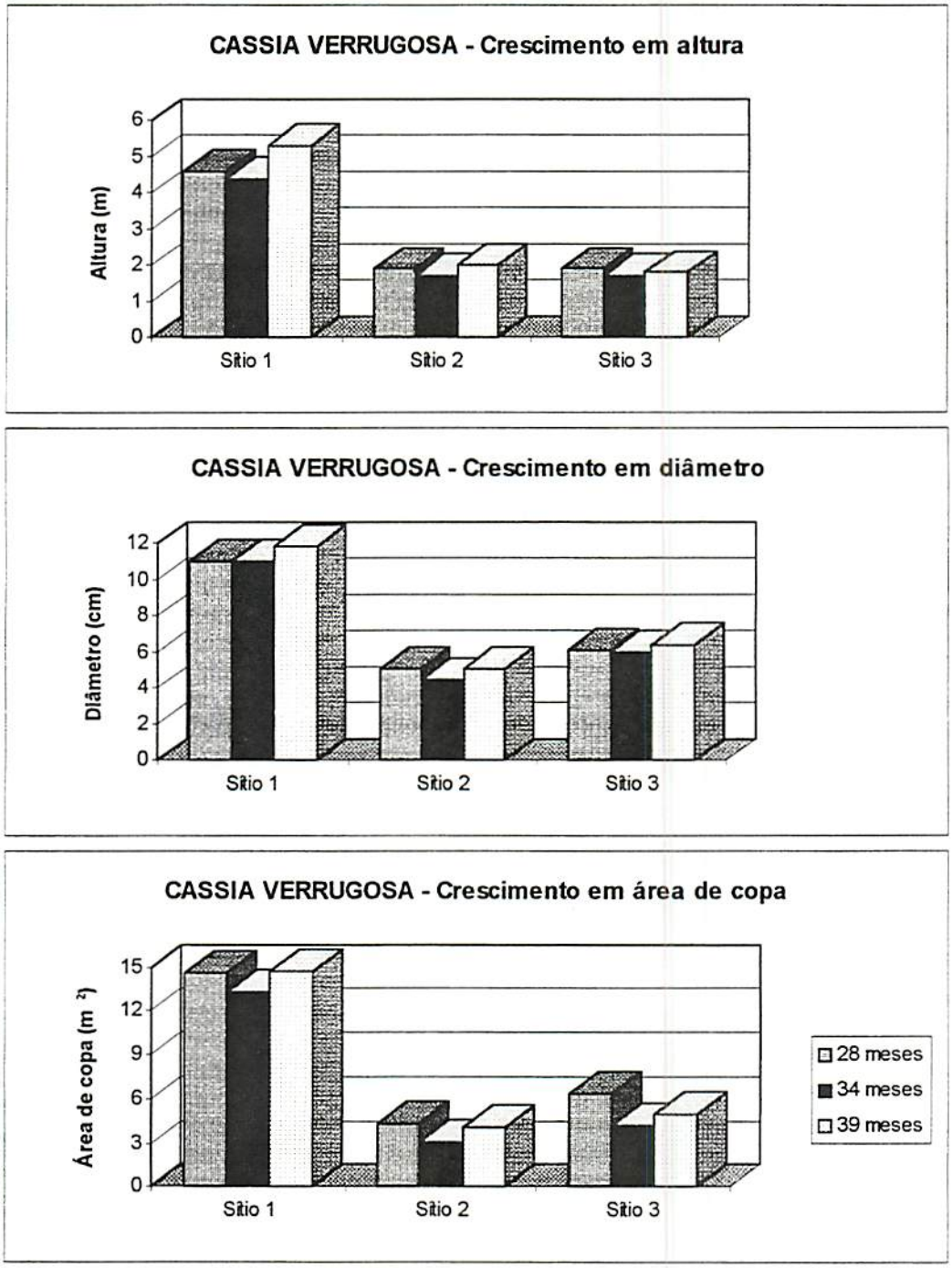


FIGURA 08 - Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da cássia verrugosa nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses.

ocorreu para outras espécies, como também pelo fato da espécie ser decídua no inverno (Lorenzi, 1992). Esta característica pode explicar a redução na H e AC no Sítio 1 que não apresentou este efeito para as outras espécies.

Na variável altura, a cássia verrugosa apresentou o menor crescimento médio entre as espécies testadas (Tabelas 06, 09 e Anexo 2a), enquanto que o seu crescimento em DAS e AC se igualou ao do capixingui.

Observando-se o comportamento da c. verrugosa nos diferentes sítios, constatou-se que para todas as características, em todas as avaliações (Tabelas 06 a 11 e Anexos 02) o crescimento nos Sítios 2 e 3 foi semelhante. Para as demais espécies observou-se, de forma geral, um maior crescimento no Sítio 3, exceto para ac. mangium que não apresentou diferenças nestes sítios.

Este comportamento da c. verrugosa confirma as observações de Carvalho (1994) de que a espécie pode ocorrer em terrenos com encharcamento por período não muito longo e que a mesma é indiferente às condições físicas do solo. Observa-se, entretanto, que houve resposta à melhoria do sítio, principalmente nas condições químicas, verificada pelo melhor crescimento no Sítio 1.

A taxa de crescimento da c. verrugosa no período de 11 meses avaliado foi pequena no Sítio 1, enquanto nos Sítios 2 e 3 o crescimento foi nulo devido à redução ocorrida aos 34 meses, idade que corresponde ao período posterior à estação seca.

Davide (1994), apresentou resultados parciais aos 18 meses para a c. verrugosa no Sítio 1 e 2, nos quais obteve respectivamente valores para H, DAS e AC, de 3,51m; 8,23cm; 12,12m² e 1,74m; 3,40cm e 2,97m². Os resultados apresentados pelo autor são inferiores aos obtidos no presente trabalho aos 28 meses, denotando crescimento continuado nos tempo e características analisadas, com um aumento médio de 28,14% e 18,49%, respectivamente para os Sítios 1 e 2, ao longo de dez meses (junho/94 a abril/95), o qual corresponde a um período completo de chuvas (outubro a março). Nas avaliações posteriores houve, consecutivamente, ganho nos valores destes características para os dois sítios. No Sítio 2, entretanto, o incremento em altura de 14,9% observado aos 39 meses de idade e em um intervalo de cerca de 2 anos, foi muito reduzido, caracterizando possível inadaptabilidade às condições deste sítio.

Faria, Davide e Botelho (1994), trabalhando com c. verrugosa sob dois regimes de nutrição, encontraram respostas significativas nos valores de H, DAS e AC, quando na adubação

de plantio utilizou-se esterco de curral adicionado ao adubo químico. Os valores obtidos aos 27 meses com adubação química + esterco de curral foram de 1,7m, 5,75cm e 5,25m², respectivamente para H, DAS e AC. A altura encontrada por estes autores aos 27 meses é menor do que a do presente trabalho para a idade de 28 meses no Sítios 2 (1,9m) e 3 (1,9m). Os autores constataram redução em altura e área de copa em conseqüência de seca de galhos, corroborando observações efetuadas para a espécie no presente trabalho.

Segundo Carvalho (1994), a *Senna multijuga* plantada experimentalmente em espaçamento de 8x8m, em Colombo-PR, sobre Cambissolo húmico na forma de faixas em capoeira alta e plantio em "Grupo Anderson", apresentou 100% de sobrevivência aos 60 meses com altura média de 5,06m e DAP médio de 8,0cm, valores estes inferiores aos encontrados no Sítio 1 para a idade de 39 meses.

Faria (1996) testando a espécie em área degradada e área de encosta (ambas próximas à Usina Hidrelétrica de Camargos), com adubação química no plantio de 100g de superfosfato simples + 60g de sulfato de magnésio + 5g de sulfato de zinco/cova e adubação de cobertura aos dois, 21 e 23 meses com 60g de sulfato de amônio + 20g de cloreto de potássio, encontrou, aos 36 meses valores em altura de 1,79m e 2,76m, em diâmetro de 5,4cm e 9,2cm e em área de copa de 3,86m^2 e 8,78m^2, respectivamente para as áreas degradada e de encosta. Os valores de H, DAS e AC encontrados pelo autor para a área degradada são superiores somente ao Sítio 2 aos 39 meses; entretanto, para a área de encosta os valores encontrados são inferiores ao Sítio 1 em todas as características medidas para a idade de 39 meses, denotando a adaptabilidade da espécie ao Sítio 1.

4.4.5 *Trema micrantha* (Trema)

A trema no Sítio 1 não apresentou alteração no crescimento em altura (H) entre 28 (6,0m) e 34 meses (6,0m), respectivamente, em abril/95 e outubro/95, período que é caracterizado por baixas pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar. Na avaliação efetuada em março/96, aos 39 meses, houve pequeno crescimento em altura, passando de 6,0m para 6,3m, que corresponde ao período chuvoso. No Sítio 2, a trema apresentou redução em altura entre as

idades de 28 meses (1,8m) e 34 meses (1,6m), período seco, recuperando parte desta perda na idade de 39 meses (1,7m), após o período das chuvas, ainda assim inferior à altura inicial. Também no Sítio 3, houve redução em altura aos 34 meses (após a estação seca), e aos 39 meses a altura foi a mesma apresentada aos 28 (3,4m). Kozlowski (1987) assinala que algumas espécies arbóreas em períodos de baixa precipitação, conjugados com condições ambientais favoráveis à transpiração, sofrem redução de altura e sobrevivência. No Sítio 2, cerca de 40% dos indivíduos da espécie trema apresentaram "seca de ponteiro" e no Sítio 3 este efeito foi generalizado.

Quanto ao diâmetro à altura do solo (DAS), trema apresentou crescimento entre as idades de 28 e 34 meses, primeira e segunda medição, respectivamente 15,0cm e 17,1cm para o Sítio 1 e 3,8cm e 4,3cm para o Sítio 2. Nestes dois Sítios, houve redução de diâmetro de 5,3 e 7,0% respectivamente, entre as idades de 34 e 39 meses (outubro/95 a março/96), passando, respectivamente para 16,2cm e 4,0cm. No Sítio 3, onde o solo é litólico, a espécie mostrou comportamento inverso: houve redução de diâmetro nas idades de 28 para 34 meses (período seco), de 8,8cm para 7,6cm, e crescimento aos 39 meses (9,4cm) - após o período das chuvas. Com decréscimo nos valores de diâmetro concorda Daubenmire (1972) que registrou redução destas características para espécies que apresentam deciduidade em razão de perdas acumuladas de água no tronco durante períodos de baixa disponibilidade de água para as plantas.

A área de copa (AC) da trema no Sítio 1 apresentou crescimento no período avaliado, 28, 34 e 39 meses de idade, apresentando respectivamente 26,52m^2, 29,34m^2 e 31,30m^2. No Sítio 2, houve redução consecutiva nos valores obtidos aos 28, 34 e 39 meses, respectivamente 1,73m^2, 1,07m^2 e 0,63m^2. Para o Sítio 3, a espécie apresentou redução na área de copa dos 28 meses (10,25m^2) para os 34 meses (8,56m^2), e em seguida apresentou novo crescimento (9,50m^2), aos 39 meses. A redução da área de copa é explicada pela "seca de ponteiros" (Oliva et al., 1989) em reação ao déficit hídrico apresentado pela espécie nos Sítios 2 e 3.

Davide (1994), apresentou resultados parciais aos 18 meses, para a trema no Sítio 1 e no Sítio 2, nos quais obteve valores respectivos para H, DAS e AC, de 5,09m; 11,06cm; 19,45m² e 1,50m; 3,52cm e 1,42m². Comparando-se com os dados obtidos na idade de 28 meses, observa-se crescimento em todas as características, nos dois sítios. Os valores obtidos neste trabalho, na avaliação efetuada aos 28 meses, são superiores aos encontrados pelo autor, os quais apresentam

um aumento médio de 19,51% e 10,33%, respectivamente para os Sítios 1 e 2, no período de dez meses (junho/94 a abril/95), período este que engloba os seis meses de chuvas na região.

Os dados obtidos para altura aos 39 meses (6,3cm) para o Sítio 1, o melhor dos sítios testados, são inferiores aos encontrados por Alexandre (1991) que verificou *Trema micrantha* medindo 8,0m de altura e 9,1cm de DAP, aos 36 meses, em região climática da Floresta Densa Úmida na Guiana Francesa, área de ocorrência natural da espécie, onde a precipitação anual é cerca de 3000mm.

Faria (1996) testando a *Trema micrantha* em área degradada e área de encosta (ambas próximas à Usina Hidrelétrica de Camargos), com adubação química no plantio de 100g de superfosfato simples + 60g de sulfato de magnésio + 5g de sulfato de zinco/cova e adubação de cobertura aos dois, 21 e 23 meses com 60g de sulfato de amônio + 20g de cloreto de potássio, encontrou, aos 36 meses valores em altura de 2,08m e 2,39m, em diâmetro de 5,4cm e 5,7cm e em área de copa de 4,58m^2 e 3,09m^2 , respectivamente para as áreas degradada e de encosta. Os valores de H, DAS e AC encontrados pelo autor para a área degradada e área de encosta aos 36 meses, são superiores aos valores encontradas no Sítio 2 aos 38 meses, demonstrando a baixa adaptabilidade desta espécie às condições deste Sítio.

Os dados de crescimento obtidos aos 39 meses (Tabela 09, 10 e 11) e a Figura 09 mostram forte diferença de comportamento da *Trema micrantha* em cada um dos sítios estudados, evidenciando-se o menor crescimento no Sítio 2. Segundo Carvalho (1994) a trema é indicada para recuperação de matas ciliares desde que a área não seja sujeita a inundações, o que ao contrário ocorre neste sítio. O autor acrescenta ainda, que em plantios experimentais a espécie tem crescido melhor em solo fértil, bem drenado, não excessivamente seco e com textura franca a muito argilosa, condições encontradas no Sítio 1.

O efeito da alta umidade ou alagamento do solo e do déficit hídrico sobre as plantas, apresenta conseqüências indesejáveis que ajudam a explicar o pequeno crescimento desta espécie nos Sítios 2 e 3. Segundo Resende et al. (1995), Kozlowski (1987), Kramer (1969) mesmo em locais úmidos como nas várzeas, pode haver forte deficiência de água para algumas plantas: o lençol freático elevado pode fazer com que as raízes se aprofundem muito pouco, e quando ocorre o abaixamento, as raízes ocupam um pequeno volume de solo que logo perde a água disponível. Para Spurr e Barnes (1980), sob condições de inundação anaeróbica muitas raízes delgadas

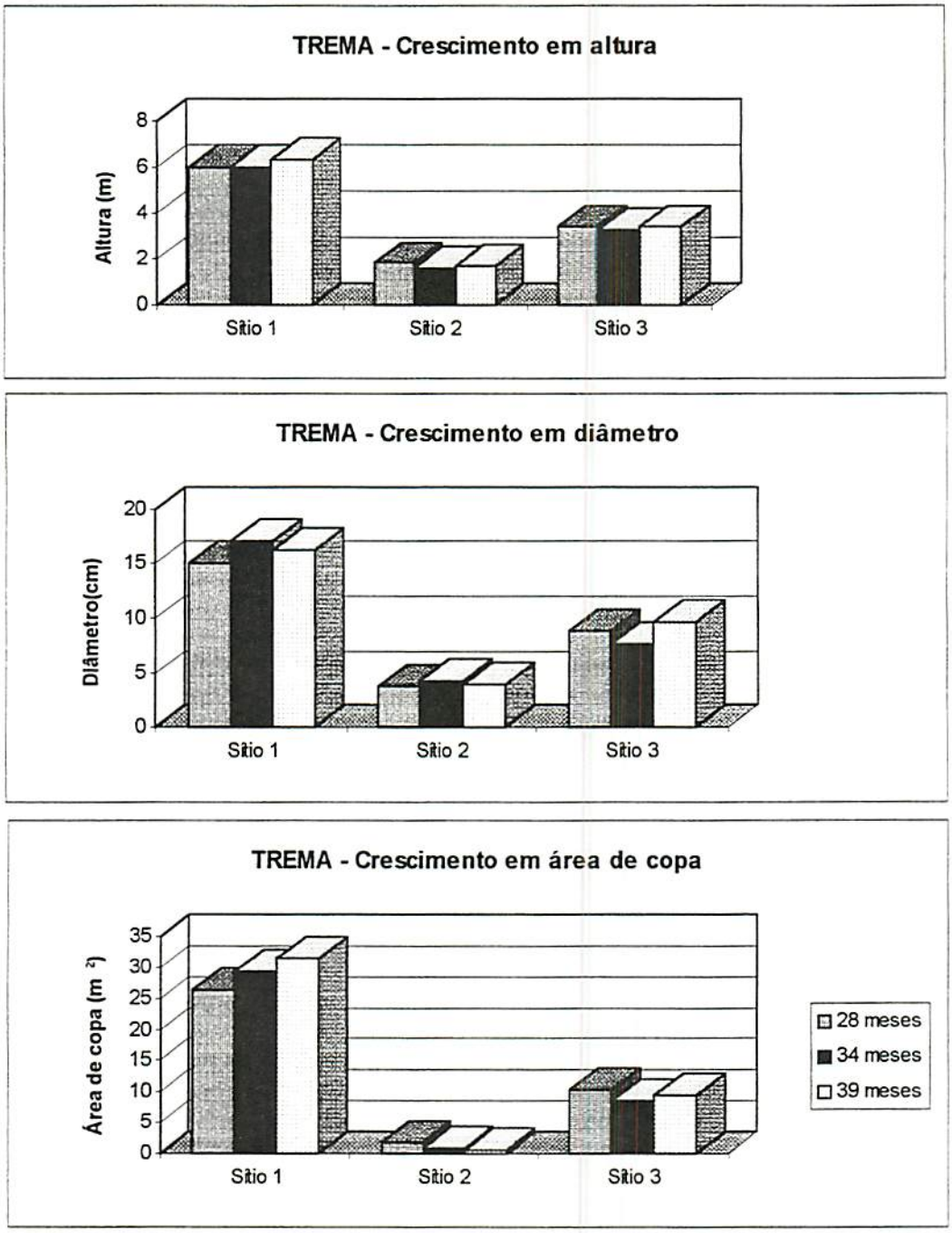


FIGURA 09 - Crescimento em altura, diâmetro e área de copa da trema nos Sítios 1, 2 e 3, para as idades 28, 34 e 39 meses.

morrem e a superfície de absorção das raízes diminui marcadamente. Segundo Alexandre (1991), a trema conta com o aprofundamento do seu sistema radicular para resistir aos efeitos da seca. Entretanto, este comportamento pode ter sido alterado no Sítio 2.

A Figura 04 (PCA), corrobora com a interpretação apresentada acima, de que fatores de sítio tais como umidade, declividade, matéria orgânica, profundidade, argila, pH e ferro correlacionam-se na formação de um ambiente tal que determinam o bom ou mal desenvolvimento de uma espécie. No caso, a má adaptação da *Trema micrantha* ao Sítio 2.

As características que identificam o Sítio 3 (solo Litólico) por meio da PCA: altos valores de densidade, porcentagem de areia, declividade e teor de alumínio podem explicar a baixa retenção de umidade no solo e restrições físicas e químicas que resultaram em um baixo crescimento da trema quando comparado com o Sítio 1.

5 CONCLUSÕES

Os maiores crescimentos para as espécies estudadas foram proporcionados pelo Sítio 1, seguido do Sítio 3 e do Sítio 2.

Nos três sítios, *Acacia mangium* se destacou das demais apresentando os melhores crescimentos e aspectos geral das plantas. A Acácia mangium apresentou crescimento semelhante nos sítios estudados, caracterizando-se como uma espécie adaptada a diferentes condições ambientais.

Croton floribundus e *Mimosa scabrella* apresentaram bom crescimento no Sítio 1 e tiveram o pior desempenho no Sítio 2, mostrando-se pouco adaptadas às condições de umidade ou às inundações periódicas apresentadas por este sítio; *Mimosa scabrella* apresentou alta mortalidade no Sítio 3, caracterizando baixa resistência a déficits hídricos.

Senna multijuga e *Trema micrantha* apresentaram bom crescimento nas condições do Sítio 1 e alta sensibilidade às condições de déficits hídricos do Sítio 3 (litólico), manifestada por "seca de ponteiro" generalizada; ambas apresentaram pequena adaptabilidade às condições de inundação e de umidade do Sítio 2.

As variáveis ambientais, selecionadas pela PCA, que apresentaram maiores correlações com os sítios testados foram, para o Sítio 1: declividade, silte, potássio, enxofre, fósforo, cálcio, magnésio e manganês; Sítio 2: matéria orgânica, teor de ferro e umidade; Sítio 3: densidade, porcentagem de areia, declividade e teor de alumínio.

O Sítio 1 apresentou as melhores condições de fertilidade, umidade do solo e declividade do terreno.

O Sítio 2 mostrou-se o mais seletivo quanto ao grupo de espécies utilizadas no plantio em função da ocorrência de inundações e o alto teor de umidade.

O Sítio 3 apresentou maiores restrições para espécies com pouca resistência a déficits hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABER, J.D. Forest Ecology and the Forest Ecosystem In: YOUNG, R.A.; GIESE, R. L. ed. **Introduction to Forest Science**. 2. ed. New York: J. Willey, 1990. p. 119-143.

ALEXANDRE, D. Comportement hydrique au cours de la saison sèche et place dans la succession de trois arbres guyanais: *Trema micrantha, Goupia glabra et Eperua grandiflora*. In: **Annales des Sciences Forestières,** Cayenne, v.48, p.101-112, 1991.

ALVARENGA, R.C.; FIGUEIREDO, A.F.; OLIVEIRA, W.; FREIRE, J.C. Armazenamento de água de Podzólico Vermelho-Amarelo sob pastagem e cultivo anual. Lavras: **Ciência e Prática**, v.7, n.1, p.48-57, jan./jun. 1983.

ANTUNES, F.Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, jun. 1986.

ASKEW, G.P.; MOFFATT, D.J.; MONTGOMERY, R.F.; SEARL, P.L. **Soil and soil moisture as factors influencing the distribution of the vegetation formations of the Serra do Roncador, Mato Grosso**. In: FERRI, M.G. (Coord.), SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3. São Paulo: Ed. USP/ Edgar Blücher, 1971. 239p.

ASSUMPÇÃO, C. T.; LEITÃO-FILHO, H.F.; CESAR, O. Descrição das matas da Fazenda Barreiro Rico, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.5, n.1/2, p. 53-66, dez. 1982.

AZEVEDO, L. G. Tipos de vegetação do Sul de Minas e Campos da Mantiqueira (Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.34, n.2, p.225-234, jun. 1962.

BARBOSA, L.M. Estudos interdissiplinares do Instituto de Botânica em Moji-Guaçu, SP. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1, São Paulo, 1989. **Anais...**Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 171-191.

BAZZAZ, F. A.; PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical sucession: a comparative review. **Annual Review of Ecology and Systematies**, Palo Alto, v.11, p.287-310, 1980.

BERNARDO, S. **Água no Solo**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1980. 28 p.

BERTONI, J.E.A.; MARTINS, F.R. Composição florística de uma floresta ripária na reserva estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botânica Brasileira**. Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.17-26, 1987.

BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling**: Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part 1, p. 371-373. (Agronomy, 9).

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.J.S.; FONSECA, E.M.B. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 1995. 28p.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRASIL, Leis, estatutos, etc. **Legislação de Conservação da Natureza**. 4. ed. São Paulo: CESP, 1986. 720p.

BRASIL, Ministério da Educação. **Constituição da República Federativa de 1988**. Brasília, 1988. 292p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Departamento Nacional de Meteorologia.** Brasília, 1992. 84p.

BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Inorganic Total. In: PAGE, A.L.; MILER, R.H. and KEMMEY, .D.R. (ed.). **Methods of soil analysis**: Chemical and microbiological properties. 2. ed., Madison: American Societ of Agronomy, 1982. v.2, p.595-622.

BROADFOOT, W. M. Shallow-water impoundement increases soil moisture and growth of hardwoods. **Soil Science Society of American Proceeding**. Madison, v.31, n.4, p.562-564, july/aug. 1967.

BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. **Journal of Tropical Ecology**. Aberdeen, v.6, p.1-32, 1990.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**. Turrialba, v.15, n.1, p.40-42, ene./mar. 1965.

CAMARGOS, M.N.; KLANT, E.; KAUFFMANK, J.H. **Soil classification as used in brasilian soil surveys**. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre, 1987. 37p.

CARMEAN, W.H. Forest site quality evaluation in the United States. **Advances in Agronomy**, New York, v.27, p.209-269, 1975.

CARMO, D.N.; RESENDE, M.; SILVA, T.C.A. Avaliação de terras para eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: UFV, 1990. p.188-235.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L.G. L.; CASTRO, C.; KAGEYAMA, P.Y. Espécies pioneiras para a recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Campos de Jordão, 1990. **Anais...**Campos de Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.216-221.

CARPANEZZI, A.A.; CARPANEZZI, O.T.B. O cultivo da bracatinga (***Mimosa scabrella*** Bentham) no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, Nova Prata, 1992. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. v.2, p.640-655.

CARPANEZZI, O.T.B. **Produtividades florestal e agrícola em sistemas de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) em Bocaiúva do Sul, Região metropolitana de Curitiba - Paraná**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 77p. (Tese - Mestrado em Ciências Florestais).

CARVALHO, P.E.R. Comportamento da bracatinga (Mimosa scabrella Benth) em plantios experimentais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO, 4, Curitiba, 1981. **Anais...** Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, 1983. p.53-65.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA/CNPF, 1994. 640p.

CAVASSAN, O.; CESAR, O.; MARTINS, F.R. Fitossociologia da vegetação arbórea da Reserva Estadual de Bauru, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.7, n.2, p. 91-106, dez. 1984.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. **Bracatinga (*Mimosa scablella* Benth.) especie de arbol de uso multiple en america central**. Projeto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADALEÑA). Turrialba: Costa Rica, 1991. 50p. (Serie Técnica, 169).

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Sinopse do 8o. Balanço Energético Estadual 1978/1989**. Belo Horizonte:CEMIG, 1991. 35 p.

COSTA, L.G.S.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; JESUS, R.M. Grupos ecológicos e a dispersão de sementes de espécies arbóreas em trecho de floresta tropical na Reserva Florestal de Linhares, ES. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo,1992. **Anais...**São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.303-305.

CURI, N.; FERREIRA, M.M.; SIQUEIRA. J.O.; VALE, F.R. Aspectos de solos aplicados à regeneração de matas ciliares e recuperação de áreas degradadas. In: DAVIDE, A.C. (Coord.). **Aspectos de solos aplicados à regeneração de matas ciliares e recuperação de áreas degradadas** (módulo 2). Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 61p.

DANIEL, T.W.; HELMS, J.A.; BACKER, F.S. **Principios de Silvicultura**. México: McGraw-Hill, 1982. 500p.

DAUBENMIRE, R. Phenology and others caracteristcs of tropical semi deciduos forests in northwestn Costa Rica. **Journal of Ecology**, Washington, v.60, p. 147-170, 1972.

DAUBENMIRE, R. The use of vegetation in assessing the productivity of forest lands. **The Botanical Review**, New York, v.42, n.2 , p.115-143, Apr./Jun. 1976.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; PRADO, N. J. S. Recuperação de uma área ocupada por voçoroca, através de reflorestamento misto. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1 e 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Foz do Iguaçu: FUPEF, 1994. p. 401-408.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J.M.R. Recomposição de matas ciliares em dois sítios às margens da represa de Camargos - Itutinga/MG. In: FOREST' 94 - SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS AMBIENTAIS SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 3, Porto Alegre, 1994. **Resumo**... .Porto Alegre, s. ed., 1994. p.46-47.

DAVIDE, A.C. Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1 e 2, Foz- do- Iguaçu, 1994. **Anais...**Foz do Iguaçu: FUPEF, 1994. p.111-122.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 1995. 40p.

DIAS, E.D.; ALVARES, V,H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de Acacia mangium WILLD. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**. Viçosa, v.15, n.1, p.11-22. jan./abr. 1991.

DIAS, L.E.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C. Dinâmica de matéria orgânica e de nutrientes em solo degradado pela extração de bauxita e cultivado com *Eucalyptus pellita* e *Acacia mangium*. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1 e 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Foz do Iguaçu: FUPEF, 1994. p.515-525.

DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de matas ciliares**. São Paulo: CESP, 1990. 14 p. (Série Registro).

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasilia: CNPq, 1983. 305p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1979. n.p.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio**. Lavras: UFLA, 1996. 108p. (Tese - Mestrado em Engenharia Florestal).

FARIA, M.P.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F. R.; CURI, N. Crescimento inicial da Acácia em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.209-216, maio/ago. 1996.

FARIA. J.M.R.; DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Comportamento do guapuruvu (*Schizolobium parahyba* - Leguminosae caesalpinioideae) e cássia verrugosa (*Senna multijuga* - Leguminosae caesalpinioideae) em área degradada , sob dois regimes de nutrição. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO E SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1 e 2, Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...**Foz do Iguaçu: FUPEF, 1994. p. 499-508.

FERREIRA, C.A.; SILVA, F.P.; SILVA, M.D.D.; YARED, J.A.G.; CAPITANI, L.R.; SUITER FILHO, W. *Acacia mangium*: uma nova opção para reflorestamento. In:_CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...**Campos de Jordão: SBS, 1990. p.564-568.

FERREIRA, M.B.; GOMES, J.; GAVILANES, M.L. Subsídio para o estudo da *Trema micrantha* (L) Blume. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 26, Rio de Janeiro, 1975. **Trabalhos do...** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. p.175-187.

FOURNIER-ORIGGI, L.A. **Fundamentos de ecologia vegetal**. Costa Rica: Universidade da Costa Rica, 1970. 174p.

FRANCO, A.A.; CAMPELO, E.F.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. **Revegetação de solos degradados**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ CNPBS, 1992. 9p. (Comunicado técnico, 9).

FREITAS, F.G.; SILVEIRA, C.O. **Principais solos sob vegetação de cerrado e sua aptidão agrícola**. In: FERRI, M.G. (coord.), SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4, São Paulo: Livraria Itatiaia, 1977. p.155-194.

GALETI, P..A. **Conservação do solo; Reflorestamento; Clima**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1989. 286p.

GALIANA, A. et al. Fixation de l'azote chez Acacia mangium en plantation. Montpellier: **Bois et Forêts des Tropiques**, n.249, p.51-62, juil./aôut./sept. 1996.

GANDOLFI, S. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do Aeroporto Internacional de São Paulo, município de Guarulhos-SP**. Campinas: UNICAMP, 1991. 232p. (Tese - Mestrado em Ecologia).

GHOLZ, H.L.; BORING, L.R. Characterizing the site: Environment, associated vegetation, and site potencial. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. (ed.). **Forest Regeneration Manual.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. p.163-206.

GIAROLA, N.F.B. **Levantamento pedológico, perdas de solo e aptidão agrícola das terras na região sob influência do reservatório de Itutinga/Camargos** (MG). Lavras: UFLA, 1994. 226p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).

GIBBS, P.E.; LEITÃO-FILHO, H.F.; ABBOTT, R.J. Application of the point-centred quarted method in a floristic survey of an area of gallery forest at Mogi-Guaçu, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, n.1/2, p. 17-22, dez. 1980.

GOLFARI, L. **Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para Reflorestamento**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).

GOMEZ-POMPA, A. Recovery of tropical ecossistems. In: FARNWORTH, G. **Fragile ecosystems**. New York: Spring-Verlag, 1974. p. 113-138.

GOMEZ-POMPA, A.; BURLEY, F. W. The Manegement of natural tropical forest. In: GOMEZ-POMPA, A.; WHITMORE, T.C.; HADLEY, M. **Rain Forest Regeneration and Management**. Paris: UNESCO and The Parthenon Publishing Group, 1991. p. 3-18.

GONÇALVES, J. L. M. Interpretação de levantamento de solo para fins silviculturais. **IPEF,** Piracicaba, n.39, p.65-72, ago. 1988.

GONÇALVES, J.L. M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W. L. de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...**São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463-468.

GONÇALVES, J.L.M.; DEMATTÊ, J.L.I.; COUTO, H.T.Z. Relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis e Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. **IPEF**, Piracicaba. n.43/44. p.24-39, 1990.

GOODLAND, J.L.A.; POLLAND, R. The brasilian cerrado vegetation: a fertility gradient. **Journal of Ecology,** Washington, v.61, p.219-224. 1973.

GROHMAN, F.; CAMARGO, O.A. Influência de óxidos de ferro livres e da matéria orgânica na adsorsão da água pelo solo. **Bragantia**, Campinas, v.32, n.10. p.203-222, jun. 1973.

GROHMANN, F.; MEDINA, H.P. Características de umidade dos principais solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas. v.21, n.18. p.285-295, mar. 1962.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A. de A. Fertilidade do solo: Dinâmica e disponibilidade de nutrientes. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 171p.

HAMZAH, M.B.; MAGID, N. M. Effects of soil compactation on growth of three-year old *Acacia Mangium* Willd. stand in Setul, Negri Sembilan, Malaysia. **The Malaysian Forester**. Serdang, v.50, n.3, p.250-237, 1987.

INOUE, M.T.; ROTERJAN, C,V.; KUNIYOSHI, S.Y. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 1984. 260p.

JARDIM, F. C. S.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, A. L. **Dinâmica de Sucessão Natural de Clareiras de Florestas Tropicais**. Viçosa: SIF, 1993. 60 p.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p. 83-93. 1989.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: Estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: BARBOSA, L.M. (coord.). SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR. Campinas, 1989. **Anais...**Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.130-143.

KAGEYAMA, P.Y.; BRITO, M.A.; BAPTISTON, I.C. Estudo do mecanismo de reprodução das espécies de mata natural. In: KAGEYAMA, P.Y. (coord.). **Estudos para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando a utilização para abastecimento público**. Piracicaba: DAEE/USP/ESALQ, 1986. p.103-235. (Relatório de Pesquisa).

KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GERES, W.L.A.; DIAS, J.H.P. e BORGES, A.S. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio-SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.527-533.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis,a pratical approach**. London: Belhaven Press, 1992. 363p.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

KLINKA, K; CARTER, R.E. Relationships between site index and synoptic Environmental factors in immature coastal Douglas-Fir stands. **Forest Science**, Bethesda, v.36, n.3, p.815-830, Sept. 1990.

KOZLOWSKI, T.T. Soil moisture and absorption of water by tree roots. **Journal of Arboriculture**, Texas, v.13, n.2, p. 39-46, Feb. 1987.

KRAMER, P. J. **Plant and soil water relatioships:** A modern synthesis. New York: McGraw-Hill Book, 1969. 482p.

LEITÃO-FILHO, H.F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1, Campos do Jordão, 1982. **Anais...**São Paulo: Silvicultura em São Paulo, 1982. v.16a, p.197-206. (Edição Especial).

LIMA, W.P. Função hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L. M. (coord.) SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Campinas. **Anais...**Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.25-42.

LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. **Agricultural Experimentation** - Design and Analysis. New York: J. Willey, 1978. 350p.

LOPES, A. S. **Solos sob cerrado**: características, propriedades e manejo. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1983. 162p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1992. 352 p.

MALUF, A.M.; SILVA-FILHO, N.L. Variação morfológica em frutos e sementes de *Senna mutijuga*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1992. **Anais...**Campos de Jordão: SBS, 1992. p. 538-543.

MEDINA, H.P. Constituição física. In: MONIS, A.C. (coord.) Elementos de pedologia. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.11-20.

MORELATTO, L.P.C. **Estudo da fenologia de árvores, arbustos e lianas de uma floresta semi-decídua no Sudeste do Brasil**. Campinas: UNICAMP, 1991. 176p. (Tese - Doutorado em Ecologia).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast-growing acacias**. Washington: National Academy Press, 1983. p.1-20.

ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. 4. ed. Lisboa: Fundação Caloustre Gulbenkian, 1971. 927 p.

OLIVA, M.A.; BARROS, N.F.; GOMES, M.M.S. e LOPES, N.F. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* DEHN. em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. **Revista Árvore**, Viçosa. v.13, n.1, p.19-33, jan./jul. 1989.

OMERIK, J.M.; ABERNATHY, A.R.; MALE, L.M. Stream nutrient levels and proximity of agricultul and forest lands to streams: some relationships. **Journal of soil and water conservation**, Ankeny, v.36, n.4, p.227-231. 1981.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M; COSTA, L.G.S.; REIS, A. Estratégia de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos de Jordão, 1990. **Anais...**Campos de Jordão: Instituto Florestal, 1990. p.676-684.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy**. New York, n.24, p.29-96, 1972.

REDFORD, K.H.; FONSECA, G.A.B. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's nonvolant mamalian fauna. **Biotropica**, St. Louis, v.18, n.2, p.126-123, Jun. 1986.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 188 p.

REICHMANN, F.N. Revegetalização de áreas marginais a reservatórios de hidrelétricas. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: BRACATINGA, UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTO, 4, Curitiba, 1981. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1983, p.103-109.

REIS, M.G.F. et al. Classificação ecológica para reflorestamento: uma nova metodologia. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p.225-227.

RESENDE, M. ; REZENDE, S. B. Levantamento de solos: uma estratificação de ambientes. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte. v.9, n.105, p.3-25, set. 1983.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE. S.B. DE; CORRÊA,G.F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. Viçosa: NEPUT, 1995. 404p.

p.299-302.

SPURR, S. H.; BURNES, B. V. **Ecologia Forestal**. México: AGT Editor, 1980. 690p.

SWAINE, A.R.; HALL, J.B. Early sucession on cleared forest land in Ghana. **Journal of ecology**. Washington, v.71, p.601-627. 1983.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, Dordrecht, v.75, p.81-86. 1988.

TABARELLI, M. Flora arbórea da Floresta Estacional Baixo-Montana no município de Santa Maria-RS, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.260-268.

Ter BRAAK, C.J.F. **CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by (parcial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1).** Wageningen: Institute of applied Computer Science, 1988. 95p. (Tecnical Report, LWA-88-02).

TOLEDO, A.E.P.; CERVENKA, C.J.; GONÇALVES, J.C. **Recuperação de áreas degradadas** . São Paulo: CESP, 1990. 12 p. (Série Pesquisa e Desenvolvimento, 059).

TURNBULL, J. W. Six phyllodinous acacia species for planting in the humid tropical lowlands. Brasília: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, p.69-73, jun. 1984.

TURNBULL, J. W.; MARTENSZ, P. N.; HALL, N. Notes on lesser-know australian trees and shrubs with potencial for fuelwood and agroforestry. In: TURNBULL, J. W. (coord.) **Multipropose australian trees and shrubs:** lesser-know australian trees and shrubs. Camberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1986. p.160-163.

VALE, F.R.; FURTINI-NETO, A.E.; RENÓ, N.B.; FERNANDES, L.A.; RESENDE, A.V.; Crescimento radicular de espécies florestais em solo ácido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**: Brasília, v.13, n.9, p.609-616, set. 1996.

VANDERMEER, J.; ZAMORA, N.; YIH, K.; BOUCHER, D. Regeneración inicial en una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del huracán Juana. **Revista de Biologia Tropical**: San Jose, v.38, n.2, p.347-359, 1990.

VIETS, F.G. Fertilizers and the efficient use of water. **Advances agronomy.** New York, v.14, p.223-264, 1962.

WEBB, L.J. Edaphic differentiation of some forest types in eastern Australia. **Journal of Ecology**. Washington, v.57, p.817-830, 1969.

WILLIANS-LINERA, G.W. Biomass and nutrient content in two sucessional stages of tropical wet forest in Uxpanapa, Mexico. **Biotropica**, Washington, v.15, n.4, p.275-284. Dec. 1983.

YARED, J.A.G.; VIANA, L.M.; KANASHIRO, M. **Ensaios de procedência de *Acacia mangium* Willd., no Planalto do Tapajós, Pará**. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1990. 19p. (Boletim Técnico, 107).

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistema de Análise Estatística para Microcomoputadores (SANESTE).** Pelotas: UFPEL, Departamento de Matemática e Estatística, 1984. 151p.

ZUÑIGA, M.E.H. **Analisis del comportamento de 12 especies arboreas de usu multiplo en Guapiles de Costa Rica**. Turrialba: CATI, 1990. 106p. (Tese - Mestrado em Ciências Agrícolas e Recursos Naturais)

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 01

Quadro de registro da precipitação diária (mm) da área de estudos, município de Carrancas

Dia	1995										1996		
	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
1	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	23.3	1.9	8.5
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.0	0.0	12.4	33.5	1.4
3	40.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	15.0	33.9	64.4	6.5
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	12.8	18.8
5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	5.3	0.0
6	11.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	13.3	1.0	6.2
7	4.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.5	0.1
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	5.0	0.0	1.8
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	3.2	3.3	20.5
10	0.0	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	35.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	40.4	0.0	15.6
12	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	0.0	0.0	0.0	8.0
13	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	12.1	44.0	0.0	8.6	0.0
14	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	11.2	0.0	0.0	0.0	12.7
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	5.2	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.2	24.6	0.0	6.1	0.0	0.0	0.3
18	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	44.9	3.3	5.8	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	6.8	0.0	0.0	115.6	20.3	0.9
21	15.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	3.6	13.2	0.0
22	0.0	9.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.9	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	2.0	3.0	0.0	3.2
24	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	0.5	0.0
25	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	50.0	0.0	21.7	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.4	0.0	0.0	3.6	16.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.1	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0	1.2	0.3	12.6	0.0	0.0	0.0
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
30	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.8	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0
31	31.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
TOT	144.7	23.5	34.2	6.2	0.6	0.0	118.3	145.0	143.8	207.1	280.2	225.9	104.5

Fonte: Divisão de Estudos Especializados de Engenharia Civil de Geração - GR/EC2 (CEMIG)

ANEXO 02

a) Valores médios de **altura** (m) das espécies, nos três sítios estudados, aos **34 meses** de idade

ESPÉCIE	SÍTIO			MÉDIA
	(1)	(2)	(3)	
A, MANGIUM	7,7 a A	5,9 a B	5,5 a B	6,4 a
TREMA	6,0 b A	1,6 b C	3,3 b B	3,7 b
BRACATINGA	6,1 b A	2,1 b C	3,0 b B	3,7 b
CAPIXINGUI	5,0 c A	1,8 b C	3,3 b B	3,4 b
C. VERRUGOSA	4,4 c A	1,7 b B	1,7 c B	2,6 c
MÉDIA	5,9 A	2,6 C	3,4 B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

b) Valores médios de **diâmetro** do caule ao nível do solo (cm) das espécies, nos três sítios estudados, aos **34 meses** de idade

ESPÉCIE	SÍTIO			MÉDIA
	(1)	(2)	(3)	
A, MANGIUM	13,5 b A	11,8 a A	12,1 a A	12,4 a
TREMA	17,1 a A	4,3 b C	7,6 b B	9,7 b
BRACATINGA	12,6 bc A	4,5 b C	6,6 b B	7,9 c
CAPIXINGUI	8,6 d A	3,3 b C	5,4 b B	5,8 d
C, VERRUGOSA	11,0 c A	4,5 b B	6,0 b B	7,1 c
MÉDIA	12,5 A	5,7 C	7,5 B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

c) Valores médios de **área de copa** (m^2) das espécies, nos três sítios estudados, aos **34 meses** de idade

ESPÉCIE	SÍTIO			MÉDIA
	(1)	(2)	(3)	
A, MANGIUM	16,03 b A	10,88 a B	10,19 a B	12,37 a
TREMA	29,34 a A	1,07 b C	8,56 ab B	12,99 a
BRACATINGA	9,16 c A	0,96 b B	3,60 b B	4,58 b
CAPIXINGUI	12,78 bc A	1,64 b B	4,97 b B	6,46 b
C. VERRUGOSA	13,34 bc A	3,12 b B	4,19 b B	6,88 b
MÉDIA	16,13 A	3,53 C	6,30 B	-

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas ou maiúculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% .