

**ESTABELECIMENTO DE MATA CILIAR EM  
ÁREAS DEGRADADA E PERTURBADA**

**WENDY CARNIELLO FERREIRA**

**2006**

**WENDY CARNIELLO FERREIRA**

**ESTABELECIMENTO DE MATA CILIAR EM ÁREAS DEGRADADA E  
PERTURBADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Co-orientador:

Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Ferreira, Wendy Carniello

Estabelecimento de mata ciliar em áreas degradada e perturbada. / Wendy Carniello Ferreira. -- Lavras : UFLA, 2006.

133 p. : il.

Orientadora: Soraya Alvarenga Botelho

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Mata ciliar. 2. Área degradada. 3. Área perturbada. 4. Recuperação de área degradada. 5. Espécies florestais nativas. 6. Silvicultura . I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.64

**WENDY CARNIELLO FERREIRA**

**ESTABELECIMENTO DE MATA CILIAR EM ÁREAS DEGRADADA E  
PERTURBADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 21 de fevereiro de 2006

Prof. Dr. Antônio Cláudio Davide – UFLA

Prof. Dr. Jácomo Divino Borges – UFG

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho – UFLA  
(Orientadora)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL**

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo geral.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 Importância das matas ciliares.....	4
3.2 Principais fatores que causam a degradação das matas ciliares.....	5
3.3 Conseqüências da remoção da mata ciliar.....	6
3.4 Recuperação das áreas ciliares.....	7
3.4.1 Base do processo de recuperação.....	8
3.4.2 Definição das estratégias de recuperação.....	9
3.4.3 Regeneração artificial.....	11
3.4.3.1 Modelos de plantios mistos.....	11
3.4.3.2 Espaçamento de plantio.....	13
3.4.3.3 Seleção das espécies.....	14
3.4.4 Regeneração natural.....	15
4. BIBLIOGRAFIA.....	18
CAPÍTULO 2.....	22
RESUMO .....	23
ABSTRACT.....	24
1 INTRODUÇÃO.....	25
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
2.1 Descrição da área. ....	27
2.1.1 Localização.....	27
2.1.2 Vegetação.....	27
2.1.3 Clima. ....	28
2.1.4 Histórico da área.....	28
2.2 Instalação e avaliação do experimento.....	31
2.3 Análise dos dados.....	33
2.3.1 Estrato arbóreo.....	33
2.3.2 Regeneração natural.....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1 Caracterização das variáveis ambientais.....	37
3.1.1 Características químicas e matéria orgânica do solo.....	37
3.1.2 Características físicas.....	38
3.1.2.1 Textura.....	38

3.1.2.2 Umidade do solo.....	39
3.1.2.3 Resistência do solo à penetração.....	43
3.2 Crescimento das espécies do estrato arbóreo.....	46
3.2.1 Altura.....	46
3.2.2 Diâmetro.....	56
3.2.3 Densidade.....	65
3.3 Regeneração natural.....	67
3.3.1 Composição florística.....	67
3.3.2 A regeneração em função da distância da fonte de sementes.....	74
3.3.3 A regeneração em função do gradiente topográfico.....	77
4 CONCLUSÕES.....	83
5 BIBLIOGRAFIA.....	85
CAPÍTULO 3.....	90
RESUMO.....	91
ABSTRACT.....	92
1 INTRODUÇÃO.....	93
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	95
2.1 Descrição da área.....	95
2.2 Instalação e avaliação do experimento.....	97
2.3 Análise dos dados.....	99
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
3.1 Resultado da análise do solo.....	100
3.2 Avaliação das espécies do estrato arbóreo.....	101
3.2.1 Vigor das árvores.....	101
3.2.2 Crescimento em altura.....	104
3.2.3 Crescimento em diâmetro.....	112
3.2.4 Densidade.....	118
3.3 Regeneração natural.....	118
3.3.1 Composição florística.....	118
3.3.2 Regeneração em função da distância do reservatório e entre os transectos.....	126
4 CONCLUSÕES.....	131
5 BIBLIOGRAFIA.....	132

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade de realização do curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

Aos meus pais Isaias e Eleuza e à minha irmã Weiky, por tudo que fazem por mim. Este trabalho eu dedico a eles.

À professora Soraya, pela orientação e pela paciência, desde o período de estágio.

Ao professor Antônio Cláudio Davide, pelas sugestões e contribuições.

À Chris, pela paciência e ajuda nas horas de aperto.

Ao professor José Márcio Faria, pela ajuda na tradução dos resumos.

Aos colegas Daniel Vilela, Israel, Evandro, Rubens, Gentil, Marciel, Daniel Pifano e Fábio, pela ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos companheiros José Carlos e José Pedro, pela ajuda no trabalho de campo.

Aos amigos Everton e Lécio, pelos momentos de descontração e amizade.

A todos os meus amigos e familiares que sempre torceram por mim.

## RESUMO GERAL

FERREIRA, Wendy Carniello. **Estabelecimento de mata ciliar em áreas degradada e perturbada**. 2006. 133p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

A recuperação das matas ciliares ao longo dos rios e ao redor de lagos, reservatórios e nascentes traz muitos benefícios ao ecossistema como um todo, retornando, com o tempo, a proteção proporcionada por esta vegetação aos cursos d'água, solo e fauna. Este trabalho teve como principal objetivo avaliar o estabelecimento de plantios mistos em áreas alteradas às margens de rio e de reservatório nos municípios de Itutinga e Carrancas, na região do Alto Rio Grande, MG. Para isso foi avaliado o comportamento de espécies arbóreas e arbustivas plantadas em margem de rio em diferentes gradientes topográficos, em área degradada e em margem de reservatório em área perturbada. Para ambas as áreas foi realizado o levantamento da regeneração natural com o intuito de verificar os processos de sucessão natural. Para isso, foram realizados: a) demarcação de três transectos de 15 metros de largura e comprimento variável no sentido da declividade, subdivididos em parcelas de 12x15 m para avaliação das espécies arbóreas (diâmetro à altura do peito – DAP $\geq$ 5cm), em função do gradiente topográfico e alocação de subparcelas 2x15 m para levantamento da regeneração natural (DAP<5cm e altura>10cm) na área degradada; b) avaliação do vigor e do crescimento de todos os indivíduos de porte arbóreo e alocação de quatro transectos com três parcelas de 1x15m cada, orientadas no sentido da declividade para o levantamento da regeneração natural na área perturbada. A partir dos resultados concluiu-se que, na área degradada, os indivíduos arbóreos da família Fabaceae apresentaram maior crescimento e as espécies clímax aumentaram o ritmo de crescimento no período de 58 a 155 meses. Com relação à regeneração natural, o fragmento adjacente ao povoamento fornece grande quantidade de propágulos. Na área perturbada, de modo geral, as espécies pioneiras apresentaram os maiores valores de altura e diâmetro aos 150 meses, entretanto, no período de 65 a 150 meses, em sua maioria, reduziram o ritmo de crescimento, enquanto que as espécies clímax exigentes de luz apresentaram incremento relativo bem superior. Na regeneração natural houve predomínio de indivíduos da família Asteraceae, que é característica de ambientes perturbados.

**Palavras-chave:** mata ciliar, área degradada, área perturbada, recuperação de área degradada, espécies florestais nativas, silvicultura.

---

\*Comitê orientador: Soraya Alvarenga Botelho, UFLA (orientador); Antônio Cláudio Davide, UFLA (co-orientador).



## GENERAL ABSTRACT

FERREIRA, Wendy Carniello. **Establishment of riparian forest in disturbed and degraded areas.** 2006. 133p. Dissertation (Master's Degree in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

The restoration of riparian forests along the rivers, around the lakes, reservoirs and springs, generates many benefits to the ecosystem, providing with the time, protection to the springs, soil and fauna. The main objective of this study was to evaluate the establishment of mixed planting in the cities of Itutinga and Carrancas, Alto do Rio Grande region, state of Minas Gerais. The behavior of arboreal and shrub species planted on the riverbanks in different topographic gradients in degraded area and in the reservoir share in disturbed area has been evaluated. For both areas, a survey of the natural regeneration was done to verify the processes of natural regeneration. Thus, the following steps were carried out: a) the demarcation of three transects of 15 m width and variable length, following the slope, subdivided in plots of 12 x 15 m for arboreal species evaluation (diameter at breast height – DBH>5 cm) in function of the topographic gradient and sub parcels of 2 x 15 m for survey of the natural regeneration (DBH<5 cm and height>10 cm) in degraded area; b) evaluation of the vigor and growing of all the arboreal individuals and the allocation of four transects with three parcels of 1X15 m each, following the slope, for the survey of the natural regeneration in disturbed area. From these results, it could be concluded that in degraded areas, the arboreal individuals of the Fabaceae family presented a better growth and the climax species increased the growth rhythm during the period of 58 to 155 months. In relation to the natural regeneration, the adjacent fragment provides a great amount of propagules. In disturbed area, in general, the pioneer species presented the greatest values of height and diameter at 150 months; however, in the period of 65 to 150 months, most of them reduced the growth rhythm, while the light-demanding climax species exhibited a higher relative growth. In the natural regeneration, there was predominance of individuals of the Asteraceae family that is characteristic of disturbed areas.

**Keywords** – riparian forest, degraded area, disturbed area, land restoration, native forest species, silviculture.

---

\*Adviser Committee: Soraya Alvarenga Botelho (advisor), UFLA; Antônio Cláudio Davide, UFLA (co-advisor).

## **CAPÍTULO 1**

### **1 INTRODUÇÃO GERAL**

O Brasil é um dos únicos países do mundo que possui a vantagem de obter cerca de 90% de sua energia elétrica de fontes renováveis. Entretanto, esta energia é gerada em hidrelétricas, cujas características de construção e funcionamento causam grandes impactos ambientais, principalmente na fase de construção dos empreendimentos, com grandes perturbações ecológicas nos locais afetados.

A agressão ao ecossistema ocorre, principalmente, na forma da construção de obstáculos no leito dos rios, com a utilização de áreas vizinhas para a retirada de terra para as barragens e, segundo Botelho et al. (1995), na criação nas margens dos reservatórios de um grande perímetro desprovido de formações florestais ou formações 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. Por esta razão, nos últimos anos, têm-se dedicado esforços em pesquisas e programas de recuperação das áreas sob influência dos reservatórios das usinas hidrelétricas, como uma forma de amenizar o impacto ambiental causado pelas mesmas.

O processo de recuperação de áreas de matas ciliares depende de vários fatores, dentre os quais destacam-se: o grau de modificação em relação ao ambiente natural, as espécies a serem utilizadas, a obtenção de propágulos, a distribuição dessas espécies no novo ambiente e a participação de comunidade humana (Ribeiro & Schiavini, 1998).

Segundo Faria (1996), o êxito dos projetos de recuperação destas áreas por meio de reflorestamentos mistos depende, entre outras coisas, da correta

escolha das espécies. Devido ao grande número de espécies e às suas complexas inter-relações e interações com o meio, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento que se tem das espécies. Esse conhecimento se refere, basicamente, à auto-ecologia e ao comportamento silvicultural.

Deve-se considerar como de suma importância, na instalação de plantios de recuperação, a interação entre espécies e sítio. O desempenho de espécies florestais é fortemente influenciado pelas características do sítio, onde pequenas variações entre áreas contíguas provocam grandes variações de respostas no crescimento das árvores (Davide & Faria, 1994). A qualidade do sítio pode ser expressa pelos indicadores de crescimento da planta, os quais representam uma expressão integrada de todas as influências biológicas e ambientais sobre o desenvolvimento da espécie (Goulart, 2005).

A recuperação de sítios degradados não é um processo simples, pois este teve eliminado, após distúrbios, juntamente com a vegetação, os seus meios bióticos de regeneração, impedindo, assim, o retorno natural do ecossistema à condição inicial. Nesses casos é necessária uma forte intervenção antrópica para que sejam superados impedimentos existentes à recuperação natural do ecossistema, possibilitando o retorno da área à condição original ou pré-existente ou a algum estado estável permanente (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

No Brasil, são poucos os trabalhos que tratam da avaliação do sucesso dos reflorestamentos e da eficiência das técnicas utilizadas até então (Souza, 2000). Segundo Kageyama & Gandara (2001), são ainda muito duvidosas as possibilidades de polinização, dispersão, regeneração e predação natural, fatores essenciais na manutenção dos processos ecológicos das florestas já implantadas. Portanto, ainda não se pode afirmar se esses reflorestamentos conseguirão, efetivamente, constituir um novo ecossistema capaz de se regenerar e abrigar a fauna do mesmo modo que as florestas naturais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O trabalho tem como objetivo geral avaliar o desenvolvimento de espécies florestais em plantios mistos em áreas alteradas às margens de rio e de reservatório.

### **2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos são:

(1) analisar o comportamento de espécies arbóreas plantadas em diferentes gradientes topográficos em área degradada em margem de rio;

(2) verificar os processos sucessionais por meio da análise da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, em função do gradiente topográfico e da distância da fonte de sementes em área degradada em margem de rio;

(3) analisar o comportamento de espécies arbóreas e arbustivas plantadas em área perturbada em margem de reservatório;

(4) verificar os processos sucessionais por meio da análise da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em área perturbada.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Importância das matas ciliares**

Segundo Botelho et al. (1995), as matas ciliares são de extrema importância para a manutenção da qualidade da água dos rios, o controle do regime hídrico, a redução da erosão às margens dos rios, a manutenção da fauna ictiológica com o aumento da oferta de pescado e a melhoria dos aspectos paisagísticos. Entretanto, principalmente nas áreas mais populosas do Brasil, as matas ciliares foram drasticamente reduzidas e, quando presentes, estão normalmente bastante perturbadas.

As matas ciliares atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os sistemas terrestre e aquático, desenvolvendo condições propícias à infiltração (Lima, 1989). Sua presença reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos, defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno (Rezende, 1998).

Lourence et al. (1984) afirmam que os ecossistemas ciliares se comportam como excelentes consumidores e tampões de nutrientes do escoamento superficial proveniente de agroecossistemas vizinhos.

A cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia do solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água pelos lençóis, diminuindo o processo de escoamento superficial e contribuindo para o processo de escoamento subsuperficial, influências estas que conduzem à diminuição do processo erosivo (Lima, 1986). O autor afirma ainda que, em condições de cobertura florestal natural não perturbada, a taxa de infiltração é normalmente mantida no seu máximo.

As matas ciliares, pela sua localização na bacia hidrográfica, podem fazer a conexão entre fragmentos maiores, facilitando o fluxo genético entre populações, aumentando a chance de sobrevivência em longo prazo das comunidades biológicas, de suas espécies, dos processos ecológicos e produtivos (Martins, 2001).

### **3.2 Principais fatores que causam a degradação das matas ciliares**

Segundo Carpanezzi et al. (1990), um ecossistema perturbado é aquele que sofreu algum tipo de distúrbio, mas manteve os seus meios de regeneração biótica: banco de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e rebrota. A ação antrópica pode auxiliar na recuperação, assim como a própria natureza. Ao contrário, considera-se um ecossistema degradado aquele que, após distúrbios, teve eliminados, com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica. Seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser bastante lento. A ação antrópica é necessária para a sua regeneração a curto prazo.

Além da destruição pelo processo de urbanização, as matas ciliares sofrem pressão antrópica por uma série de fatores: são as áreas diretamente mais afetadas na construção de hidrelétricas; nas regiões com topografia acidentada, são as áreas preferenciais para a abertura de estradas, para a implantação de culturas agrícolas e de pastagens e, para os pecuaristas, representam obstáculos de acesso do gado ao curso d'água (Martins, 2001).

Freqüentemente, as matas ciliares são perturbadas por desmatamentos, grandes queimadas, mineração e retirada de terra para os mais diversos fins. Os desmatamentos em larga escala, que incluem a ação de agricultores, pecuaristas, mineradores e madeireiros, têm sido feitos de forma bastante desordenada (Rezende, 1998).

Além da supressão total ou parcial da mata ciliar pela formação do reservatório, as usinas hidrelétricas também causam outros impactos sobre a vegetação. Müller (1995) afirma que as superfícies ocupadas anteriormente por áreas de empréstimo, depósitos de material rochoso e de “bota-foras” dos canteiros de obras de hidrelétricas formam setores alterados, cuja recuperação é um problema considerável. Essas áreas são, geralmente, exploradas com equipamentos pesados, que compactam o solo, permanecendo sem qualquer condição para que nele se processe a regeneração natural.

### **3.3 Conseqüências da remoção da mata ciliar**

De acordo com Assis (1991), a ausência da cobertura vegetal das matas ciliares altera as condições locais, gerando desequilíbrio ecológico de grandes dimensões. Um dos mais sérios problemas decorrentes da destruição desse ecossistema é o acentuado escoamento superficial de resíduos para o leito dos rios. A médio e longo prazos, o acúmulo desses sedimentos provocará o aumento do nível dos rios, gerando enchentes e diminuindo a vida útil das barragens e hidrelétricas. Além disso, a retirada das matas ciliares causa problemas de erosão, perda da fertilidade do solo e de terras agricultáveis, desaparecimento da fauna terrestre e aquática, deslizamento de rochas e queda de árvores (Rezende, 1998).

Carpanezi (2000) afirma que a eliminação da mata ciliar favorece a eutrofização ou adubação excessiva do corpo d'água com nutrientes utilizados em lavouras vizinhas, com a conseqüente proliferação de algas e mortalidade de plantas aquáticas e peixes. O excesso de nitrato na água potável pode causar uma doença grave em bebês e nas vacas prenhes e seus fetos, a metemoglobinemia ou doença da criança azul. Cita também, como conseqüências da remoção da vegetação ciliar, o desbarrancamento das margens de rios levando a aumentos de

turbidez e do assoreamento, diminuindo, assim, a vida de plantas e de animais do rio, pelo enfraquecimento da cadeia alimentar e pela destruição dos habitats, provocando redução da biodiversidade.

### **3.4 Recuperação de áreas ciliares**

Rezende (1998) afirma que são múltiplos os aspectos a serem considerados na tentativa de estabelecer modelos de recuperação de áreas ciliares degradadas. Esses variam de acordo com as diferentes situações encontradas após um distúrbio e devem levar em consideração estudos de fenologia, análise estrutural de florestas próximas das áreas a serem recuperadas, ensaios com sistemas silviculturais, além de detalhes sobre biologia de espécies, tecnologia de sementes, fisiologia da germinação, análise de crescimento, caracterização de plântulas, formas de plantio, semeadura e resistência à inundação, sendo, assim, fundamentais para a proposição de modelos de reconstituição dessas formações.

De acordo com Sousa Júnior (2005), no caso dos reservatórios artificiais, a nova margem passa a ser considerada como área de preservação permanente e deve ser revegetada com espécies nativas do local. Vários programas de recuperação de matas ciliares em torno de reservatórios têm apresentado resultados negativos, em função da falta de conhecimento sobre as condições específicas das suas margens.

Dependendo da diferença de nível alcançada pelo reservatório, as novas margens se situam em áreas de encostas com tipos de solo e cobertura vegetal original composta por outro tipo de vegetação que não mata ciliar (Sousa Júnior, 2005). Nestas novas margens criadas pelo reservatório, algumas vezes, o ambiente não é favorável ao crescimento de espécies arbóreas, por apresentar características, como pequena profundidade e presença de camadas de



impedimento, aliadas ao déficit hídrico e à baixa fertilidade (Davide & Botelho, 1999). O surgimento de uma vegetação ciliar de maior porte fica condicionada ao nível de influência da água somado às condições físicas do local.

#### **3.4.1 Base do processo de recuperação**

De acordo com Botelho & Davide (2002), o primeiro passo a ser executado quando se pretende elaborar um programa de recomposição de mata ciliar de maneira integrada em uma sub-bacia é a elaboração de um diagnóstico dos seus meios físicos e bióticos.

Em ambientes ciliares degradados, onde é necessária a recomposição da mata ciliar, Barbosa (2000) afirma que a sua implantação e o seu manejo requerem o emprego de técnicas adequadas, geralmente definidas em função de avaliações detalhadas das condições locais e da utilização dos conhecimentos científicos existentes. Desta avaliação dependem a seleção das espécies, os métodos de preparo de solo, a calagem, a adubação, as técnicas de plantio, a manutenção, o manejo e a aplicação de conhecimentos específicos para a utilização dos “modelos” mais adequados ao repovoamento florestal.

Dentre os fatores que influenciam no crescimento das árvores, destacam-se as características químicas e físicas do solo, o regime hídrico, a umidade do solo, a topografia e a competição com ervas daninhas. Além destes fatores, a vegetação presente na área é um bom indicador das condições do local (Botelho et al., 1995).

Botelho & Davide (2002) afirmam que a caracterização da vegetação atual e a avaliação do seu estágio de desenvolvimento, no caso de áreas em processo de regeneração, são fundamentais para a definição dos modelos de recuperação a serem utilizados.

### **3.4.2 Definição das estratégias de recuperação**

O processo de regeneração pode se dar por intermédio do manejo da regeneração natural, por plantios de enriquecimento e por plantios mistos de espécies arbóreas. A utilização de algum destes processos depende do grau de degradação da área (Rezende, 1998).

Kageyama & Gandara (2001) afirmam que o primeiro passo a ser tomado para a escolha dos métodos e modelos de recuperação é a observação da existência de banco de sementes ou plântulas de espécies pioneiras e áreas com vegetação natural próximas, que podem funcionar como fonte de sementes de espécies não pioneiras por dispersão natural na área de interesse. A presença ou a ausência destas duas situações irão determinar o grau de intervenção e o tipo de espécie a ser utilizada. Esses autores afirmam, ainda, que, no caso de estar presente o banco de sementes e existir uma área de fonte de sementes, não há necessidade de introdução de espécies, sendo possível a utilização da regeneração natural como forma mais adequada de restauração da área.

Segundo Rezende (1998), em áreas onde a mata foi cortada ou queimada para implantação de culturas, o banco de sementes, muitas vezes, torna-se depauperado ou ausente, perdendo a principal fonte de recuperação natural de ambientes perturbados. Nestes casos, o processo de recuperação pode ser acelerado com a semeadura ou o plantio de mudas. Desse modo, os processos de enriquecimento ou regeneração artificial têm como função estimular e acelerar o processo de regeneração natural.

O processo de regeneração artificial, por meio de plantio de mudas ou semeadura direta, poderá ser utilizado também em área total, nos locais onde não existe vegetação arbórea (Botelho & Davide, 2002).

Segundo Carpanezzi (2000), em áreas com solos muito degradados, a primeira fase para a recuperação do ecossistema é a reabilitação do solo, que

pode se estender por vários anos antes da implantação das árvores. As ações utilizadas visam, principalmente, parar a erosão e recuperar a fertilidade do solo. Espécies herbáceas e arbustivas rústicas e espécies com associações simbióticas devem ser valorizadas. O plantio de árvores, quando o terreno permitir, deve ser feito, principalmente, com leguminosas pioneiras, facilitadoras da sucessão e com espécies rústicas, cujas flores e frutos atraíam animais dispersores de sementes.

Moreira (2002) afirma que, dentre as estratégias de recomposição, pode-se optar pela recomposição total da área ou utilizar as chamadas ilhas vegetativas. Segundo esse mesmo autor, a recomposição em área total é um método normalmente utilizado em áreas cuja formação florestal original foi totalmente eliminada. Nesta estratégia, as espécies são introduzidas ou o seu aparecimento é induzido na área, seguindo a seqüência cronológica da sucessão secundária.

Quando a área a ser recuperada é muito extensa e se dispõe de pouco recurso financeiro para a sua recuperação, Martins (2001) recomenda a utilização de ilhas vegetativas. Este modelo baseia-se em estudos que mostram que a vegetação remanescente em uma área perturbada, representada por pequenos fragmentos ou até mesmo por árvores isoladas, atua como núcleo de expansão da vegetação, por atrair animais que participam da dispersão de sementes. Assim, a partir das ilhas vegetativas, a vegetação secundária vai se expandindo e acelerando o processo de sucessão na área perturbada. Apesar do custo relativamente baixo, deve-se salientar que a formação de mata ciliar a partir das ilhas de vegetação tende a ser um processo extremamente lento, além do que, o solo deve apresentar, necessariamente, boas condições.

Pereira (2005) criou, por meio de observações de campo e consultas à bibliografia especializada, um fluxograma para a decisão dos grupos de espécies e do método de recuperação a serem adotados para a recuperação de áreas

ciliares na região da nascente do Rio Grande, no município de Bocaina de Minas, MG (Figura 1). Neste diagrama, encontram-se os principais passos para a tomada de decisão das ações a serem realizadas nos diferentes tipos de degradação encontrados na região.

### **3.4.3 Regeneração artificial**

#### **3.4.3.1 Modelos de plantios mistos**

Kageyama (1986) afirma que, para a definição dos modelos ou estratégias de recuperação de matas ciliares, é fundamental que se conheça o que é floresta tropical, quanto à sua estrutura e ao seu funcionamento e os fatores que mantêm o equilíbrio dinâmico desses sistemas.

Segundo Moreira (2002), para a recuperação de áreas degradadas, diferentes modelos de plantio podem ser utilizados, desde que levem em conta as informações sobre as condições ecológicas da área, o estado de degradação, os aspectos da paisagem regional, a disponibilidade de mudas e de sementes e o nível de conhecimento ecológico e silvicultural das espécies a serem utilizadas. Esses modelos apresentam formas de distribuição dos diferentes grupos ecológicos, assim como apresentam diversas proporções entre as espécies empregadas, além de possuírem como fundamento o processo de regeneração natural por meio das clareiras ou sucessão secundária.

De acordo com Carvalho (2000), a dinâmica de recuperação de uma floresta tropical é uma combinação de fatores em que grupos de espécies com exigências complementares, principalmente quanto à necessidade de luz, são associados de tal forma que as espécies de estágios iniciais sejam sombreadoras das espécies de estágios finais da área perturbada.

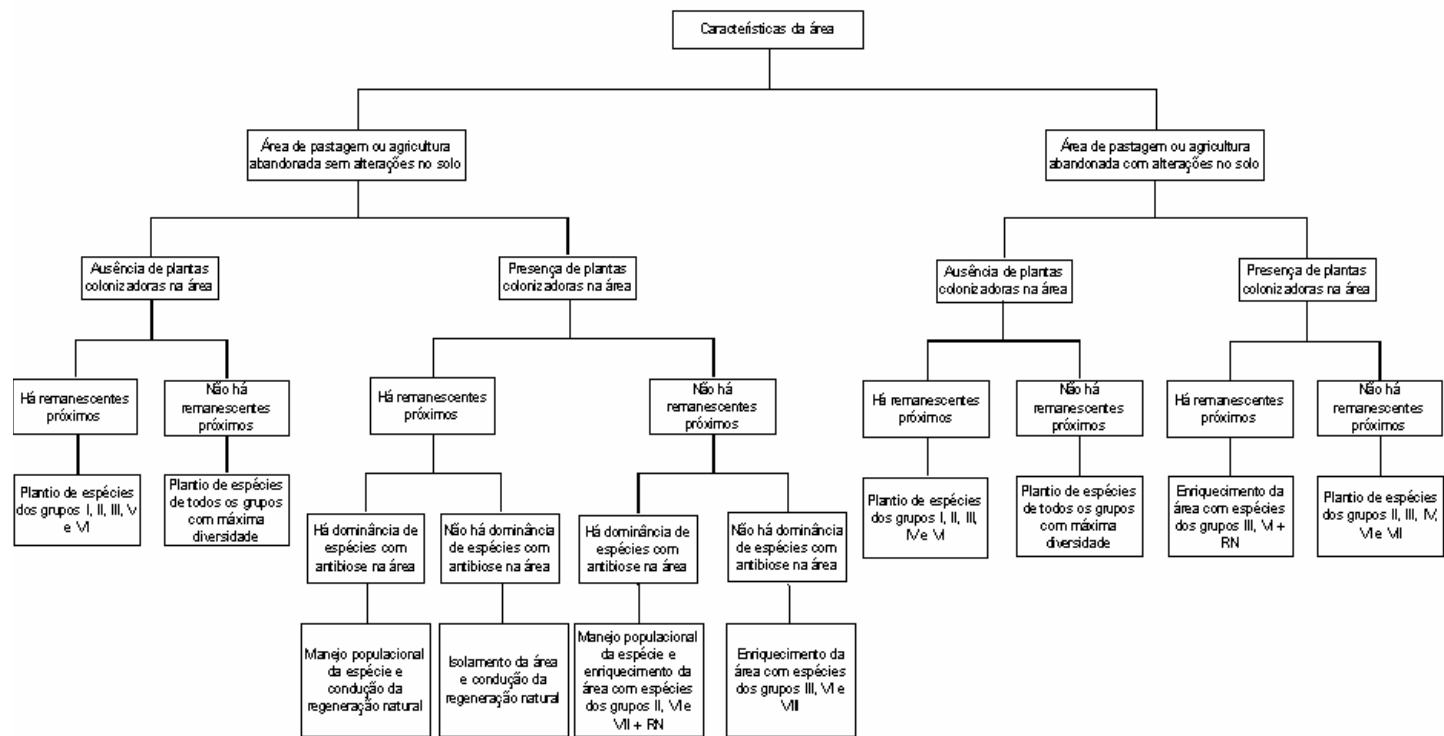


FIGURA 1 - Fluxograma para decisão do método de recuperação a ser utilizado, de acordo com os tipos de degradação encontrados na região das cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais. Em que: I= pioneira atrativa a fauna; II= pioneira ativadora da sucessão; III = pioneira atrativa a fauna e ativadora da sucessão; IV= clímax exigente de luz atrativa a fauna; V= clímax exigente de luz ativadora da sucessão; VI= clímax exigente de luz atrativa a fauna e ativadora da sucessão e VII= clímax tolerante à sombra (Pereira, 2005).

Dentre os vários modelos de recuperação de matas ciliares, a distribuição das espécies baseada na combinação de grupos de espécies de diferentes estádios da sucessão secundária é o modelo que tem obtido melhores resultados, visto que se caracteriza pela “condução” da sucessão, favorecendo o rápido recobrimento da área (Botelho et al., 1995).

Botelho & Davide (2002) informam que existem diferentes composições de espécies, com relação às proporções entre os grupos ecológicos. Esses autores recomendam, como uma composição que vêm dando bons resultados, o plantio de 50% de mudas pertencentes ao grupo das pioneiras; 40% de mudas de clímax exigentes de luz e 10% de mudas clímax tolerantes à sombra.

O arranjo consiste na distribuição das espécies dos grupos ecológicos no campo. O arranjo em quincôncio consiste em plantar as pioneiras em sulcos alternados com as clímax, com alinhamento das linhas pares afastado em relação às linhas ímpares, de modo que cada muda de clímax posiciona-se no centro de um quadrado cujos vértices são compostos por espécies pioneiras. O arranjo regular segue, normalmente, o espaçamento definido iniciando a primeira cova de cada linha, sem afastamento em relação às outras (Botelho & Davide, 2002).

#### **3.4.3.2 Espaçamento de plantio**

Segundo Souza (2002), são vários os critérios que devem ser levados em consideração na escolha dos espaçamentos a serem utilizados em florestas de proteção, seja em área degradada ou não, devendo incluir os fatores ecológicos e silviculturais das espécies. Estes critérios, normalmente, visam inicialmente o rápido fechamento do dossel, para promover o recobrimento do solo e o sombreamento das espécies clímax, proporcionados pela copa das espécies pioneiras.

Em sítios de pior qualidade, devem-se adotar espaçamentos menores; em sítios de melhor qualidade, pode-se trabalhar com espaçamentos maiores, já que o

bom crescimento das plantas proporcionará o recobrimento do solo em um tempo desejável, mesmo que as plantas estejam mais distanciadas entre si (Botelho et al., 2001).

### **3.4.3.3 Seleção das espécies**

De acordo com Botelho & Davide (2002), a estratégia para definição das espécies para os plantios deve basear-se em estudos em áreas de florestas remanescentes da região em questão, onde se podem obter dados com relação às principais espécies que ocorrem na região, bem como sobre seus habitats preferenciais. Esses mesmos autores afirmam que, além da classificação ecológica das espécies e o conhecimento do comportamento silvicultural, devem-se observar outros aspectos importantes, como a atração da fauna pelo fornecimento de abrigo e alimento.

A recuperação plena de ecossistemas perturbados deve ser realizada com espécies nativas; se o terreno estiver degradado, pode haver uma fase prévia de recuperação, que independe de as espécies serem nativas ou exóticas. O recobrimento do solo, a ciclagem de nutrientes, o acúmulo de matéria orgânica e a formação de liteira apoiada em sistemas radiculares mais profundos e eficientes em buscar nutrientes não disponíveis para outras culturas, são algumas características desejáveis em árvores empregadas com essa finalidade (Carvalho, 2000).

Pereira (2005) sugere que se classifiquem as espécies em grupos de função ecológica, como uma tentativa de contemplar as diversas metodologias utilizadas para a seleção das espécies que irão compor os plantios. Pretende-se, com isso, adicionar características importantes de algumas espécies no processo de seleção das espécies que irão compor os plantios, como o potencial em atrair a fauna de dispersores de sementes, bem como as características de rusticidade

de algumas espécies que atuam como ativadoras do processo de sucessão, características fundamentais, principalmente para as áreas degradadas que se encontram com solos em condições físicas, químicas e ou biológicas alteradas.

#### **3.4.4 Regeneração natural**

A sucessão secundária é um processo ecológico que se caracteriza por uma seqüência de modificações ocorrentes no ecossistema após uma perturbação natural ou antrópica, fazendo com que ele passe do estágio imaturo para o maduro ou clímax. Essa perturbação pode ocupar um pequeno espaço, como a queda de uma árvore, ou ocupar centenas de hectares, como em áreas agrícolas e pastagens abandonadas (Lamprecht, 1990).

Por meio da regeneração natural, as florestas apresentam capacidade de se regenerarem de distúrbios naturais ou antrópicos. Quando uma determinada área de floresta ciliar sofre distúrbios, como a abertura natural de uma clareira, um desmatamento ou um incêndio, a sucessão secundária se encarrega de promover a colonização da área aberta e conduzir a vegetação por meio de uma série de estágios sucessionais, caracterizados por grupos de plantas que vão se substituindo ao longo do tempo, modificando as condições ecológicas locais até chegar a uma comunidade bem mais estável (Martins, 2001).

Garwood (1989) afirma que o principal meio de regeneração das espécies tropicais dá-se por meio da chuva de sementes (sementes dispersadas recentemente), do banco de sementes do solo (sementes dormentes no solo), do banco de plântulas (plântulas estabelecidas e suprimidas no chão da floresta) e de brotações (emissão rápida de brotos e ou raízes provenientes de indivíduos danificados).

A fauna é um fator importantíssimo no processo de regeneração natural. Souza (2000) comenta que a fauna – principalmente aves e morcegos nas regiões



tropicais – é reconhecidamente importante na dispersão de propágulos, processo essencial na sucessão secundária e na restauração da biodiversidade. A ausência da dispersão, aliada a altas taxas de predação, limita a disponibilidade de sementes e, conseqüentemente, a eficiência e a velocidade da sucessão secundária.

Segundo Souza (2000), além da dispersão e da predação de sementes, uma série de outros fatores pode interferir na regeneração natural e, conseqüentemente, no sucesso da restauração de uma área, como o histórico do uso da terra, as condições iniciais do local, o modelo de plantio, as práticas de manejo, a ausência de fungos ou bactérias simbiotes, a herbivoria de plântulas, a competição com gramíneas agressivas, a seca, a baixa fertilidade e a compactação do solo.

Botelho et al. (2001) afirmam que, quando se avalia a possibilidade de uso do processo de regeneração natural como método de regeneração de florestas de proteção, o ponto principal a ser considerado se refere ao conhecimento das condições básicas para que o processo possa ocorrer. A regeneração pode ser favorecida por meio de operações silviculturais, que propiciem melhor produção de sementes e que favoreçam o ambiente para a germinação e o estabelecimento das mesmas. Esses mesmos autores destacam a importância de se adotarem algumas práticas como, por exemplo, a construção de cercas, no caso da presença de gado na área e a construção de aceiros, quando existe o risco de incêndios.

Segundo Seitz (1994), a regeneração natural da vegetação tem recuperado grandes áreas degradadas durante os séculos passados, tanto em função da ação antrópica quanto em conseqüência de cataclismas naturais. A recuperação se dará com maior ou menor rapidez, dependendo do grau de degradação. Afirma também que a regeneração natural da vegetação é o procedimento mais econômico para recuperar áreas degradadas e considera que são raros, no Brasil, os ambientes irremediavelmente degradados, irrecuperáveis

pela dinâmica natural da vegetação. O que os diferencia é o tempo necessário para esta regeneração.

As principais vantagens do uso da regeneração natural, segundo Barnett & Baker (1991), são o baixo custo de estabelecimento, a relativa simplicidade e a independência da disponibilidade de mudas.

De acordo com Sousa Júnior (2005), a importância da regeneração natural é vital para assegurar que as matas ciliares desempenhem suas funções, pois é a reposição natural das espécies e o surgimento de outras, conforme o nível de desenvolvimento dos estágios seriais, que vão garantir o equilíbrio e a perpetuação dos ecossistemas.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

- ASSIS, M. A. **Fitossociologia de um remanescente de mata ciliar do Rio Invinheima, MS**. 1991. 98p. Dissertação-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/Fapesp, 2000. p. 249-269.
- BARNETT, J. P.; BAKER, J. B. Regeneration methods. In: DURYEA, M. L.; OUGHERTY, P. M. **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1991. p. 35-50.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., Belo Horizonte, **Palestras...** Belo Horizonte: SOBRADE/UFLA. 2002.
- BOTELHO, S. A. et al. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 36 p.
- BOTELHO, S. A. et al. **Implantação de floresta de proteção**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 81 p.
- CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 2000. p. 19-55.
- CARPANEZZI, A. A. et al. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, v. 3. 1990.
- CARVALHO, P. E. R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 2000. p. 19-55.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Análise crítica dos programas de reposição de Matas Ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: ciência e tecnologia, 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p. 172-188.

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., 1994, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre, 1994. p.46-47.

FARIA, J. M. R. **Comportamento de espécies florestais em diferentes sítios e adubações de plantio.** 1996. 108p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GARWOOD, N. C. Tropical soil seed banks: a review. In: LECK, M. A.; PARKER, V. T.; SIMPSON, R. L. **Ecology of soil seed banks.** Academic Press, San Diego, 1989.

GOULART, R. M. **Atributos de solos e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas.** 2005. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KAGEYAMA, P.Y. **Estudo para implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público:** relatório de pesquisa. Piracicaba: USP, 1986. 236p.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares:** conservação e recuperação. São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 249-269.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos.** Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

LIMA, W. P. A função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. p.25-42.

LIMA, W. P. O papel hidrológico da floresta na proteção dos recursos hídricos. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5., 1986, Olinda. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1986. p. 59-62.

LOURENCE, R. et al. Riparian forests as nutrient filters in agricultural watersheds. **Bioscience**, v. 34, n. 6, p. 374-77, 1984.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas, 2001. 146 p.

MOREIRA, M. A. **Modelos de plantio de florestas mistas para recomposição de mata ciliar**. 2002. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MÜLLER, A. C. **Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Makron Books, 1995. 412 p.

PEREIRA, I. M. **Estudo da vegetação remanescente como subsídio à recomposição de áreas ciliares nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais**. 2005. 169p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

REZENDE, A. V. Importância das matas de galeria: manutenção e recuperação. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 3-16.

RIBEIRO, J. F.; SCHIAVINI, I. Recuperação de matas de galeria: interação entre a oferta ambiental e a biologia das espécies. In: RIBEIRO, J. F. **Cerrado: matas de galeria**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p.137-153.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 235-247.

SEITZ, R. A. A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO, 1.; SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994. Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 103-110.

SOUSA JÚNIOR, G. A. **Zoneamento da faixa tampão do reservatório da UHE-Camargos e avaliação de sua regeneração natural**. 2005. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**SOUZA, F. M. Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas.** 2000. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

**SOUZA, L. C. Efeito do espaçamento no estabelecimento de florestas ciliares.** 2002. 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

## **CAPÍTULO 2**

**Avaliação do crescimento do estrato arbóreo e da regeneração natural de área degradada revegetada a margem do Rio Grande na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG.**

## RESUMO

FERREIRA, Wendy Carniello. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo e da regeneração natural de área degradada revegetada a margem do Rio Grande na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. In: \_\_\_\_\_. **Estabelecimento de mata ciliar em áreas degradada e perturbada**. 2006. Cap.2, p.22-89. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

Este trabalho teve como objetivos analisar o crescimento de espécies arbóreas plantadas em diferentes gradientes topográficos e verificar o processo de regeneração natural em função do gradiente topográfico e da distância da fonte de sementes em uma área degradada por uso como área de empréstimo de terra para construção da barragem da UHE Camargos, MG. Para tanto, aos 155 meses, para a avaliação do estrato arbóreo, foram alocados três transectos no sentido do declive, com 15 m de largura e comprimento variável. Os transectos foram divididos em parcelas de 12x15m para controle do gradiente topográfico. Os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 5$ cm foram identificados e medidos no seu diâmetro e altura. Para o levantamento da regeneração natural foram alocadas subparcelas de 2x15m a cada 10m dentro dos transectos, onde foram identificados e medidos na altura todos os indivíduos com DAP  $< 5$ cm e altura maior que 10 cm. A partir dos resultados conclui-se que a distribuição dos indivíduos do estrato arbóreo em classes de altura e diâmetro se assemelhou às encontradas em florestas nativas. De modo geral, as espécies pioneiras apresentaram um ritmo de crescimento maior nos primeiros 58 meses e as clímax, no período 58 a 155 meses. A compactação do solo abaixo de 30cm afetou o crescimento das plantas e não foi observado efeito do gradiente topográfico sobre esse crescimento. Com relação à regeneração natural, foram encontradas 64 espécies de 27 famílias. O fragmento adjacente ao povoamento fornece grande quantidade de propágulos para a regeneração, pois, muitas das espécies regenerantes na área degradada foram encontradas apenas no estrato arbóreo deste fragmento. A distância de até 75m do fragmento não afetou a densidade nem a diversidade da regeneração, mas, nas parcelas invadidas pelo capim-gordura, a densidade foi menor, com indivíduos de maior altura.

**Palavras-chave:** área degradada, recuperação de área degradada, mata ciliar, silvicultura, espécies florestais nativas, regeneração natural.

---

\*Comitê orientador: Soraya Alvarenga Botelho, UFLA (orientador); Antônio Cláudio Davide, UFLA (co-orientador).



## ABSTRACT

FERREIRA, Wendy Carniello. Growth evaluation of the arboreal stratum and natural regeneration in restored area near *Rio Grande* in the Camargos hydroelectric plant, state of Minas Gerais. In: \_\_\_\_\_ **Establishment of riparian forest in disturbed and degraded areas**. 2006. Chap.2, p.22-89 Dissertation (Master Degree in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

The objective of this study was to analyze the growth of arboreal species planted in a topographic gradient and to verify the processes of natural regeneration in function of the topographic gradient and the distance of the seed sources in a area degraded for the construction of the dam of Camargos Hydroelectric plant, MG. At 155 months, for the arboreal stratum evaluation, three transects following the slope, of 15 m width and variable length were allocated, subdivided in parcels of 12 x 15 m along the topographic gradient. The plants with diameter at breast height (DBH)  $\geq 5$  cm were identified and measured (DBH and height). For the survey of the natural regeneration subparcels of 2 x 15 m were allocated every 10 m inside the transects, where all the plants with DBH < 5 cm and height bigger than 10cm were identified and measured in height. It could be concluded that the distribution of the individuals from the arboreal stratum in height and diameter categories was similar to that found in native forests. Generally, the pioneer species showed a greater growth rhythm in the first 58 months and the climax species in the period of 58 to 155 months. The soil compactation under 30 cm affected the plants growth and the effect of the topography gradient was not observed on this growth. In relation to the natural regeneration, 64 species of 27 families were found. The adjacent fragment provides a great amount of propagules for the natural regeneration, because many regenerative species in the degraded area were found only in the arboreal stratum of this fragment. A distance up to 75m to the fragment did not affect the regeneration density and diversity, but in the plots invaded by the grass *Melinis minutiflora*, the density was smaller and the plants higher.

**Keywords** – degraded area, land restoration, riparian forest, silviculture, native forests species, natural regeneration.

---

\*Adviser Committee: Soraya Alvarenga Botelho (advisor), UFLA; Antônio Cláudio Davide, UFLA (co-advisor).

## 1 INTRODUÇÃO

Vários desafios precisam ser enfrentados em recuperação de áreas degradadas. Um dos mais importantes é a adoção de técnicas de revegetação eficientes e adequadas às peculiaridades do local a ser recuperado. Na prática, entretanto, muitas vezes escolhem-se técnicas com base apenas em intuições e receitas, com a única finalidade de amenizar, em curto prazo, a depreciação estética da área. Além disso, muitas iniciativas passam, exclusivamente, pelo cumprimento das exigências legais.

A avaliação da extensão de áreas degradadas é um processo complexo, pois o conceito de solo degradado não está claramente definido. Atividades que causam grandes distúrbios, como as minerações e em áreas de empréstimo para a construção de barragens e aterros, a caracterização torna-se óbvia, mas em áreas em que a degradação ocorre de forma lenta e gradual, como nas atividades agrícolas, a caracterização é mais difícil (Dias & Griffith, 1998).

A degradação das áreas de empréstimo resulta na remoção da vegetação original e na retirada da camada superficial do solo, expondo o horizonte C e causando compactação, perda de matéria orgânica e baixa disponibilidade de nutrientes, fazendo com que o substrato resultante não permita o desenvolvimento da regeneração natural da vegetação. A degradação dessas áreas também resulta em efeitos deletérios sobre os mananciais hídricos e a fauna local.

O sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas depende, entre outros fatores, da escolha correta das espécies vegetais. Decorrente do grande número de espécies e de suas complexas inter-relações e interações com o ambiente, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento pertinente a elas. Esse conhecimento se refere, basicamente, à auto-ecologia e ao comportamento silvicultural (Ferreira, 2001).

Os estudos sobre as espécies florestais nativas, de maneira geral, são incipientes e relacionam-se, principalmente, com as características botânicas e dendrológicas. Segundo Garrido (1981), pouco se conhece sobre as características silviculturais, o padrão de crescimento e as exigências nutricionais das espécies do Brasil.

O plantio de espécies arbóreas sob diversas condições edafoclimáticas e o monitoramento de seu desempenho por meio de medições periódicas são, portanto, importantes no sentido de fundamentar sua escolha e a melhor forma de plantá-las, principalmente em áreas degradadas (Ferreira, 2001).

Os objetivos específicos deste capítulo são a análise do crescimento de espécies arbóreas plantadas em diferentes gradientes topográficos em área degradada e a verificação do processo de sucessão natural, em função deste gradiente topográfico e da distância da fonte de sementes.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Descrição da área**

#### **2.1.1 Localização**

O experimento foi conduzido em um sítio situado a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Camargos, na margem direita do rio Grande, em uma altitude média de 890 m. O sítio localiza-se no município de Itutinga, 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, em Minas Gerais.

A descrição das características da área de estudo, de acordo com Pereira (1996), é apresentada a seguir.

#### **2.1.2 Vegetação**

A vegetação natural da região Campo das Vertentes se constitui de áreas com formações florestais e formações campestres, tendo, grande parte das formações florestais, cedido 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). Na região, há a presença de campos montanos e campos rupestres, podendo ocorrer campos litólicos nas áreas de cerrado (Eiten, 1983).

Alterações antrópicas foram também verificadas nos sítios estudados. Como, na região, a passagem da tipologia vegetal cerrado (*lato senso*) para mata ocorre abruptamente, torna-se muito difícil determinar, com precisão, a cobertura

vegetal original de ambos os sítios, sendo possível apenas a partir de observações da regeneração natural próxima às áreas, ou a partir dos resquícios vegetacionais próximos.

### **2.1.3 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, 918 m 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 1.529,7 mm, com o período de maior precipitação (83,25%) compreendido entre os meses de outubro e março (Brasil, 1992).

### **2.1.4 Histórico da área**

Anteriormente à degradação, a área apresentava uma declividade em torno de 15% e cobertura vegetal de porte arbóreo, segundo Davide & Faria (1997).

Na década de 1950, o local foi utilizado como área de empréstimo para a construção da barragem, tendo sofrido desmatamento e remoção de até cinco metros de perfil do solo. Durante mais de 30 anos, nenhuma medida para a

recuperação da área foi tomada. A rala cobertura vegetal que se desenvolveu era formada por espécies herbáceas, pouco eficientes na proteção do solo. Em 1991, o local foi novamente utilizado como área de empréstimo, visando a construção de uma enscadeira para reparos no piso de concreto abaixo dos vertedouros. Nesta operação foram retirados cerca de 40.000 m<sup>3</sup> de terra, tornando a área ainda menos favorável aos processos naturais de estabelecimento de cobertura vegetal e gerando, assim, a necessidade de intervenção antrópica para sua recuperação. No mês de março de 1992, foram realizados os procedimentos para a recuperação da área, baseados em práticas mecânicas e vegetativas de recuperação (Davide & Faria, 1997).

As práticas mecânicas de recuperação realizadas foram a construção de terraços em nível e a subsolagem de toda a área, com posterior sulcamento em nível intercalado às linhas de subsolagem. Com relação às práticas vegetativas, foram utilizadas simultaneamente a adição de cobertura morta, a semeadura de capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e *Calopogonium* e o plantio de espécies florestais nativas e exóticas. O plantio das espécies florestais foi realizado em março de 1992 no espaçamento de 1,5 x 3,0 m, em quincôncio, com base nos princípios de sucessão secundária, alternando linhas de espécies pioneiras com linhas de espécies clímax. A adubação utilizada foi de 250 g/cova de superfosfato simples. As espécies plantadas encontram-se listadas na Tabela 1 (Davide & Faria, 1997).

Os tratos culturais realizados foram o combate às formigas cortadeiras, que se iniciou antes do plantio e continuou até o terceiro ano, o coroamento realizado até o terceiro e quarto ano e uma única adubação de cobertura, aos dois anos, com 150 g/planta de NPK 10:30:10 (Davide & Faria, 1997).

Em janeiro de 1997, 58 meses após o plantio, foi efetuada uma avaliação em 50% das plantas, das seguintes variáveis biométricas: altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e área de copa.

TABELA 1 - Relação das espécies arbustivo-arbóreas utilizadas na recuperação da área degradada a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos.

<b>Nome científico</b>	<b>Família</b>	<b>Nome comum</b>
<i>Acacia auriculiformis</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Acácia auriculiformis
<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Acácia mangium
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Angico
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	Arecaceae	Jerivá
<i>Calophyllum bradiliense</i>	Clusiaceae	Guanandi
<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	Embaúba
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	Cedro
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae/Faboideae	Sombreiro
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Óleo-copaiba
<i>Croton urucurana</i>	Euphorbiaceae	Sangra-d'água
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Tamboril
<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	Nêspera
<i>Erythrina falcata</i>	Fabaceae/Faboideae	Mulungú
<i>Ficus sp</i>	Moraceae	Gameleira
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Jatobá
<i>Inga affinis</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Ingá-doce
<i>Inga marginata</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Ingá-mirim
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	Jacarandá-mimoso
<i>Lithraea molleoides</i>	Anacardiaceae	Aroeira-brava
<i>Maclura tinctoria</i>	Moraceae	Moreira
<i>Machaerium villosum</i>	Fabaceae/Faboideae	Jacarandá mineiro
<i>Mimosa bimucronata</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Maricá
<i>Mimosa caesalpinaefolia</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Sansão-do-campo
<i>Mimosa scabrella</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Bracatinga
<i>Muntingia calabura</i>	Elaeocarpaceae	Calabura
<i>Myrsine umbellata</i>	Myrsinaceae	Pororoca
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Canaffstula
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Pau-jacaré
<i>Platycamus regnellii</i>	Fabaceae/Faboideae	Pau-pereira
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Goiabeira
<i>Rapanea ferruginea</i>	Myrsinaceae	Pororoca
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	Aroeirinha
<i>Sebastiania schottiana</i>	Euphorbiaceae	Sebastiania
<i>Senna macranthera</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Fedegoso
<i>Senna multijuga</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Cássia-verrugosa
<i>Senna spectabilis</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Cássia-carnaval
<i>Sesbania sesban</i>	Fabaceae/Faboideae	Sesbania
<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	Ipê-mirim
<i>Syzygium jambolanum</i>	Myrtaceae	Jambolão
<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Pombeiro
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Trema

Fonte: modificado de Davide & Faria, 1997.

## 2.2 Instalação e avaliação do experimento

Neste experimento, o inventário das espécies arbóreas foi realizado por meio de três transectos de 15 m de largura e comprimento variável. Os transectos se estenderam da margem do rio até a área de topo, englobando todo o gradiente topográfico (Figura 2).

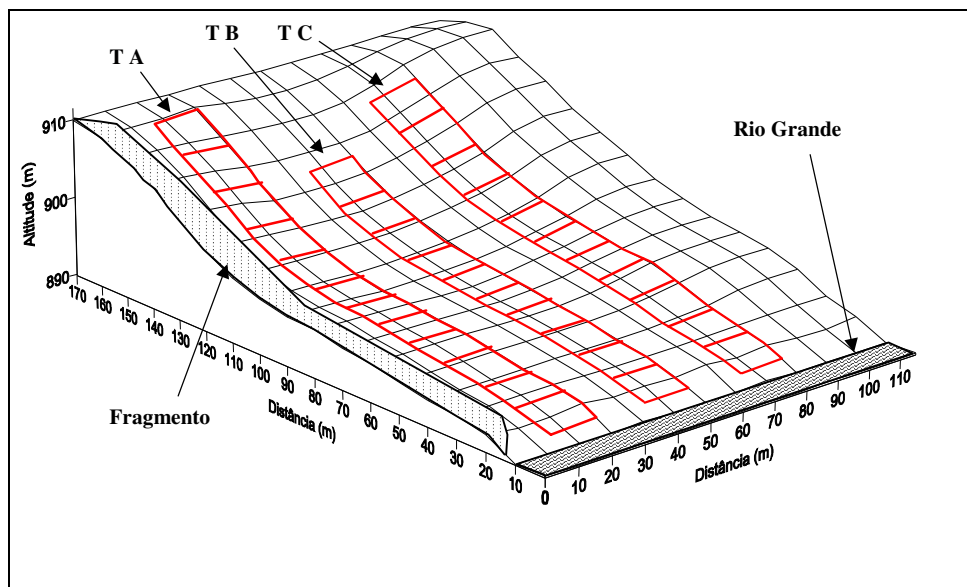


FIGURA 2 – Grades de superfície mostrando detalhes da topografia da área do experimento a jusante da barragem de Camargos. O espaçamento entre as linhas de grade é de dez metros.

Os transectos se distanciam entre si em, aproximadamente, 20 m. Foram medidas todas as plantas do estrato arbóreo nos transectos, que foram divididos em parcelas de 12 x 15 m para controle do gradiente topográfico. No primeiro transecto, foram marcadas 12 parcelas, no segundo 10 parcelas e, no terceiro, 11 parcelas. Foram incluídos no estrato arbóreo todos os indivíduos com CAP (circunferência a altura do peito) maior que 15 cm. Todos estes indivíduos foram



marcados com plaquetas de alumínio numeradas. A altura foi estimada e a CAP medida com o auxílio de uma trena.

O levantamento da regeneração natural foi feito pela alocação de subparcelas de 2 m de comprimento a cada 10 m dentro do transecto (2 x 15 m), onde foram incluídos todos os indivíduos com CAP menor que 15 cm e altura maior que 10 cm.

Também foram avaliadas a comunidade arbórea e a regeneração natural de um fragmento de floresta estacional semidecidual, localizado ao lado do experimento. O objetivo deste levantamento foi investigar a estrutura florística e fitossociológica deste fragmento e compará-lo com a área reflorestada, onde se localiza o experimento, para verificar a efetividade do processo de recuperação e a relação entre a regeneração natural e o fragmento.

Dentro do fragmento foram lançados dois transectos de largura igual à do experimento e de comprimento variável até o fim do fragmento, seguindo o gradiente topográfico. A locação das parcelas para levantamento do extrato arbóreo seguiu o esquema anterior. O primeiro transecto foi composto de seis parcelas e o segundo de cinco parcelas. Os critérios de inclusão e avaliação das espécies arbóreas e da regeneração natural também seguiram a metodologia do experimento na área reflorestada.

Todas as espécies não identificadas no local foram coletadas e herborizadas para posterior identificação no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL).

A umidade do solo foi medida próximo ao dia primeiro de cada mês, seguindo-se o gradiente topográfico, com quatro pontos de amostragem e duas amostras por ponto (0 a 20 cm e 20 a 40 cm). Foram coletadas oito amostras de, aproximadamente, 50 g de terra por transecto. Para tanto, em cada ocasião, foi utilizado um trado para a retirada das amostras que, posteriormente, foram acondicionadas em recipientes de alumínio. Estes recipientes foram, então,

fechados hermeticamente e levados ao Laboratório, onde a umidade atual de cada amostra foi determinada por diferença de peso após secagem em estufa a 105°C a 110 °C, até peso constante.

Também foi realizada a análise completa do solo, do qual foram retiradas quatro amostras por transecto (0 a 20 cm). Estas amostras foram coletadas próximo aos pontos de amostragem da umidade, e a análise foi efetuada de acordo com procedimentos recomendados pela EMBRAPA (1979), no Laboratório de Análise de Solos da UFLA.

A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada em novembro de 2005, utilizando-se o penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF, segundo metodologia preconizada por Stolf et al. (1983). Os locais avaliados foram próximos aos pontos de amostragem para a umidade e fertilidade, até uma profundidade de 60 cm. Os cálculos foram realizados com o apoio do programa PENETRON' (Stolf, 1991), tendo os valores, obtidos em Kgf/cm<sup>2</sup>, sido convertidos em MPa, multiplicando-se pela constante 0,098.

A avaliação do experimento foi realizada em fevereiro de 2005 (155 meses após o plantio).

## **2.3 Análise dos dados**

### **2.3.1 Estrato arbóreo**

Os dados foram arquivados, as características biométricas foram calculadas e os gráficos foram construídos utilizando-se o programa EXCEL.

Não foram utilizados os parâmetros da estatística clássica na análise dos dados.

### 2.3.2 Regeneração natural

Os dados coletados foram processados, obtendo-se estimativas de parâmetros fitossociológicos para caracterização da regeneração natural. Foram estimados os parâmetros: densidade e frequência em seus valores absolutos e relativos e os índices de valor de importância simplificado (IVIs) e de diversidade de Shannon (H').

#### a) Densidade

- Densidade absoluta: é dada pela razão entre o número de indivíduos da i-ésima espécie e a área amostrada, em hectare.

$$DAi = ni / A$$

- Densidade relativa: é o valor percentual da razão entre a densidade absoluta de cada espécie e a soma de todas as densidades (Lamprecht, 1964).

$$DRi = (DAi / \Sigma DAi) \times 100$$

em que:

$DAi$  = densidade absoluta para a i-ésima espécie;

$ni$  = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

$A$  = área amostrada, em hectares;

$DRi$  = densidade relativa para a i-ésima espécie.

#### b) Frequência

- Frequência absoluta: é a porcentagem de parcelas em que cada espécie ocorre.

$$FAi = Ui / Ut \times 100$$

- Frequência relativa: refere-se à razão entre a frequência absoluta da i-ésima espécie e a soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas.

$$FRi = (FAi / \Sigma FAi) \times 100$$

em que:

$FAi$  = frequência absoluta da i-ésima espécie, em %;

$Ui$  = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie está presente;

$Ut$  = número total de unidades amostrais;

$FRi$  = frequência relativa da i-ésima espécie.

c) Índice de valor de importância simplificado: para Lamprecht (1964), o índice de valor de importância é um valor que propicia uma visão mais abrangente da estrutura das espécies, ou um valor que caracteriza a importância de cada espécie no conjunto total do povoamento.

$$IVIs = DRi + FRi$$

em que:

$IVIs$  = índice de valor de importância simplificado;

$DRi$  = densidade relativa da i-ésima espécie, em %;

$FRi$  = frequência relativa da i-ésima espécie, em %.

d) Índice de diversidade de Shannon-Wiener: este índice foi utilizado para expressar a diversidade florística das espécies arbustivo-arbóreas em regeneração.

$$p_i = n_i/N$$
$$H' = -\sum p_i \cdot \text{Ln}(p_i)$$

em que:

$H'$  = índice de Shannon;

$N_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$ ;

$N$  = número de indivíduos amostrados;

$\text{Ln}$  = logaritmo na base 10.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização das variáveis ambientais

##### 3.1.1 Características químicas e matéria orgânica do solo

A Tabela 2 apresenta os valores do pH em água, da matéria orgânica e de alguns componentes de complexo sortivo que poderiam causar diferenças no padrão de crescimento das espécies nos diferentes gradientes topográficos.

Deve-se salientar que o solo original foi retirado em uma profundidade de até 5 m e que, depois de aproximadamente 30 anos, este solo, por ocasião da recuperação, foi revolvido, efetuando-se cortes e aterros na área em recuperação. Portanto, o substrato resultante deste processo apresentava-se muito alterado em relação ao solo original.

TABELA 2 – Análise química e de matéria orgânica para as quatro parcelas amostradas em cada transecto.

Transecto	Amostra	pH H <sub>2</sub> O	P mg/dm <sup>3</sup>	Al <sup>3+</sup> -----cmol./dm <sup>3</sup> -----	SB	T	V %	MO dag/kg
1	6 m	6,4	21,1	0,0	4,5	5,8	77,5	2,1
	78 m	6,9	14,5	0,0	2,0	3,1	67,2	1,1
	102 m	6,2	0,4	0,0	0,7	2,8	26,1	1,0
	138 m	6,0	0,6	0,0	0,9	3,2	27,2	1,6
2	6 m	5,9	4,9	0,0	4,5	7,1	63,3	2,9
	54 m	6,6	22,3	0,0	3,2	4,3	74,2	1,6
	90 m	6,4	19,4	0,0	2,1	3,6	58,0	1,5
	114 m	5,7	0,9	0,0	1,5	3,6	41,2	1,6
3	6 m	6,9	4,6	0,0	6,5	7,5	86,7	2,4
	42 m	6,5	2,3	0,0	2,5	4,4	56,6	2,1
	102 m	5,9	0,9	0,3	1,3	3,7	37,0	1,9
	126 m	5,5	0,9	0,4	0,9	4,1	21,0	2,0

SB: soma de bases trocáveis; T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases; MO: matéria orgânica.

O pH encontrado variou de 5,5 a 6,9. Os níveis de P, em alguns pontos de amostragem, foram muito altos. Não foi possível identificar o porquê desses valores, por tratar-se de uma área degradada. Com exceção dos dois últimos pontos amostrados no terceiro transecto, não foi verificada a presença de alumínio tóxico.

Mesmo sendo um solo altamente alterado, os valores de saturação por bases (V) foram, de modo geral, considerados bons (CFSEMG, 1999), com valores acima de 60% nas partes baixas dos transectos.

Os valores de matéria orgânica foram classificados como baixos e médios (CFSEMG, 1999), com os maiores valores encontrados sempre no primeiro ponto de amostragem de cada transecto, ou seja, mais próximo do rio.

### 3.1.2 Características físicas

#### 3.1.2.1 Textura

De modo geral, os substratos das áreas amostradas do povoamento apresentam textura média, com apenas duas exceções (Tabela 3), não apresentando a mesma heterogeneidade das características químicas.

TABELA 3 – Resultado da análise textural das quatro parcelas amostradas em cada transecto.

Transecto	Parcela	Areia	Silte	Argila	Textura
		-----dag/kg-----			
1	6 m	50	26	24	Média
	78 m	58	28	14	Arenosa
	102 m	47	26	27	Média
	138 m	43	22	35	Média
2	6 m	47	22	31	Média
	54 m	53	30	17	Média
	90 m	57	25	18	Média

Continua...

		Continuação				
		114 m	49	29	22	Média
		6 m	56	20	24	Média
		42 m	53	22	25	Média
3		102 m	47	32	21	Média
		126 m	45	18	37	Argilosa

### 3.1.2.2 Umidade do solo

O gráfico da Figura 3 mostra a precipitação mensal para o município de Lavras durante o período de avaliação da umidade do solo, entre abril de 2005 e janeiro de 2006.

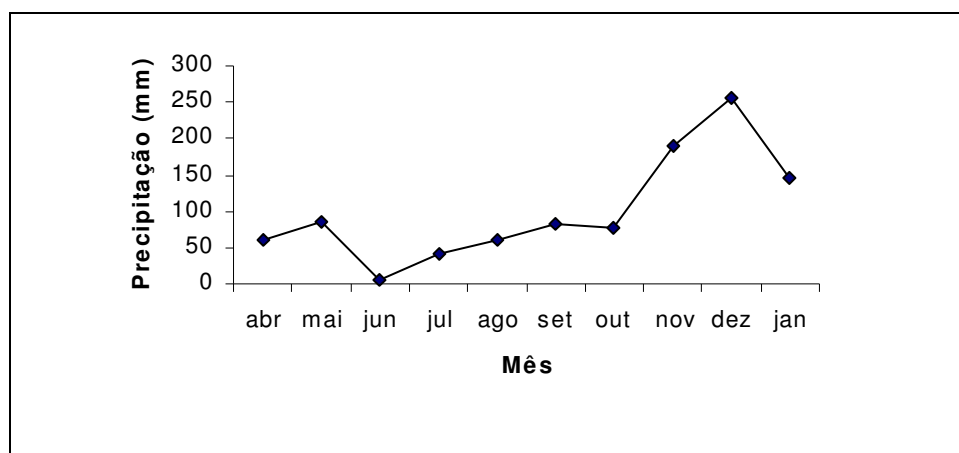


FIGURA 3 – Precipitação mensal no município de Lavras, entre abril de 2005 e janeiro de 2006 (Fonte: Departamento de Engenharia da UFLA).

A variação da umidade do solo, a diferentes profundidades, durante o período de abril/2005 a janeiro/2007 é apresentada nas Figuras 4, 5 e 6.

As curvas de umidade para o transecto A, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, são apresentados na Figura 4. Notou-se que a umidade na profundidade de 0 a 20 cm, em grande parte do ano, não foi maior na parcela a 6



m, que é a mais próxima do rio, como era de se esperar. Esse mesmo comportamento foi observado na profundidade de 0 a 40 cm.

Apesar de possuir solo com textura arenosa, a parcela a 78 m não apresentou os menores valores de umidade para as duas profundidades, mesmo os solos arenosos demonstrando menor capacidade de retenção de água (Reichardt, 1987). Essa parcela apresenta pouca densidade de árvores e é coberta, principalmente, por capim-gordura, sendo localizada próxima a parte inferior de um talude. Essa localização poderia, pela infiltração de água da parte superior do talude, favorecer o aumento da umidade encontrada.

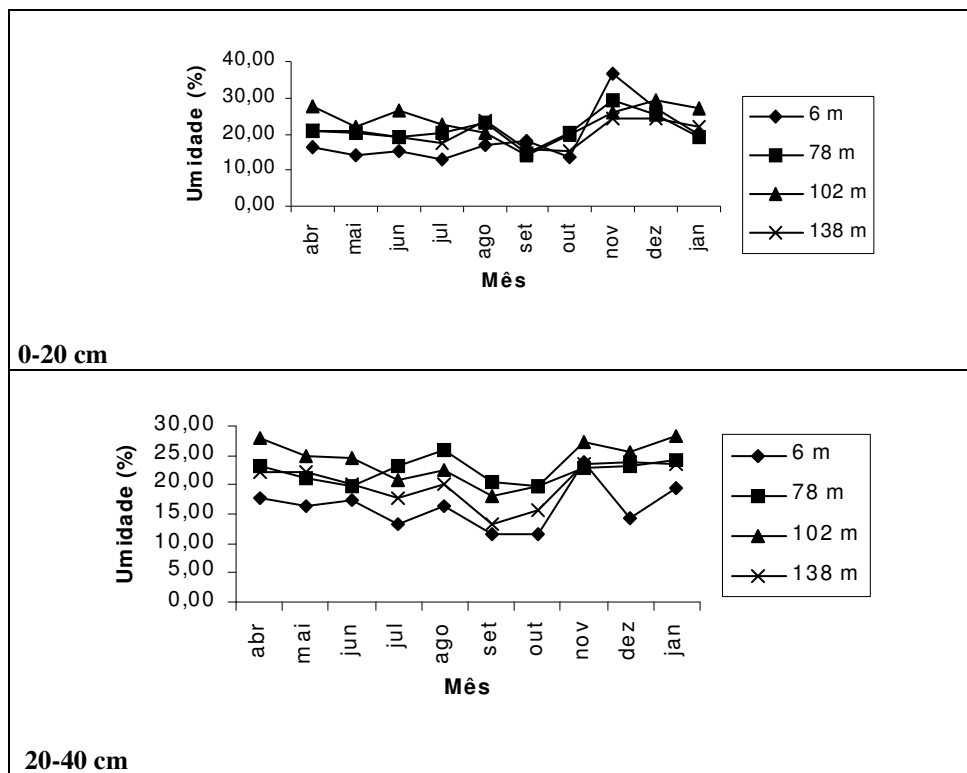


FIGURA 4 – Variação de umidade do solo nas quatro parcelas amostradas, no período de abril/2005 a janeiro/2006, para as profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40cm no transecto A.

Pelos gráficos da Figura 5, percebe-se a variação da umidade nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, no transecto B. Nota-se, novamente, que, mesmo nas parcelas das cotas superiores, não houve uma redução no teor de umidade em relação às mais baixas.

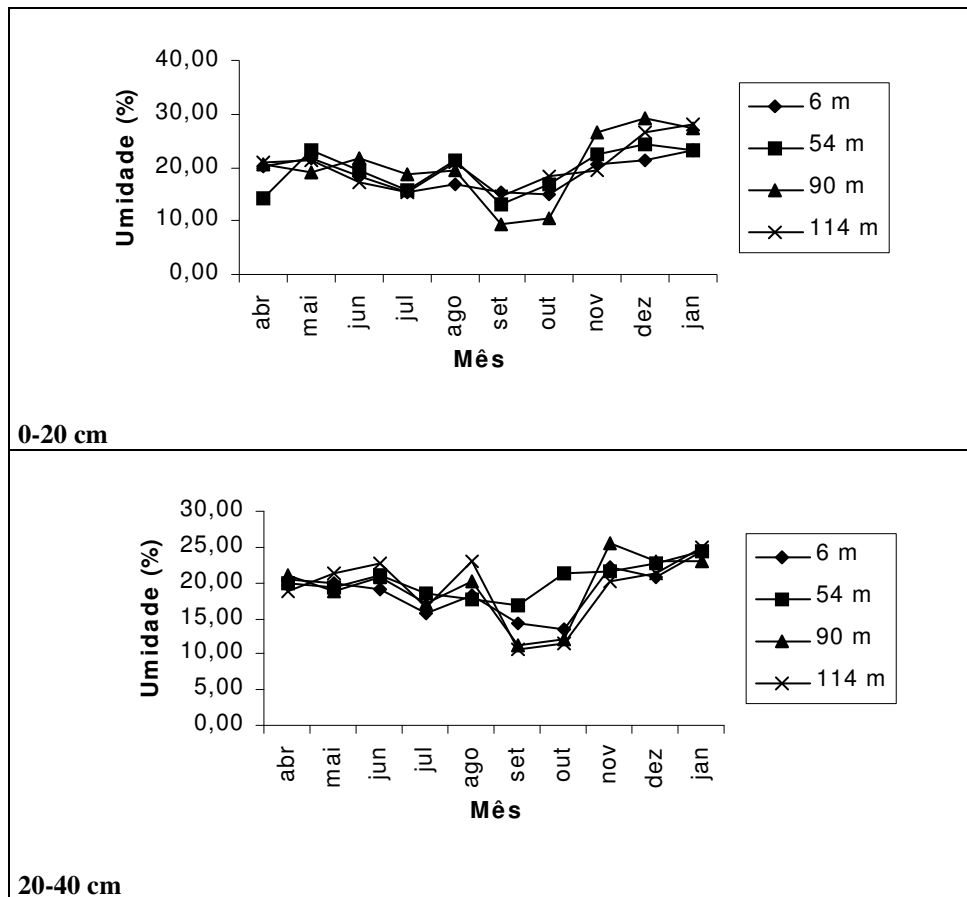


FIGURA 5 – Variação de umidade do solo nas quatro parcelas amostradas, no período de abril/2005 a janeiro/2006, para as profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm no transecto B.

Verificou-se que a umidade do solo, na profundidade de 0 a 40 cm das parcelas a 6, 90 e 114 m da margem, apresentou redução significativa nos meses

de setembro e outubro, e que a da parcela a 54 m permaneceu mais ou menos constante. Nesta parcela, logo abaixo dos 40 cm, foi constatada a presença de uma camada muito compactada (Figura 7), que pode ter impedido que a água fosse percolada para camadas mais profundas do solo.

Nota-se, novamente, que, no transecto C (Figura 6), a umidade foi menor

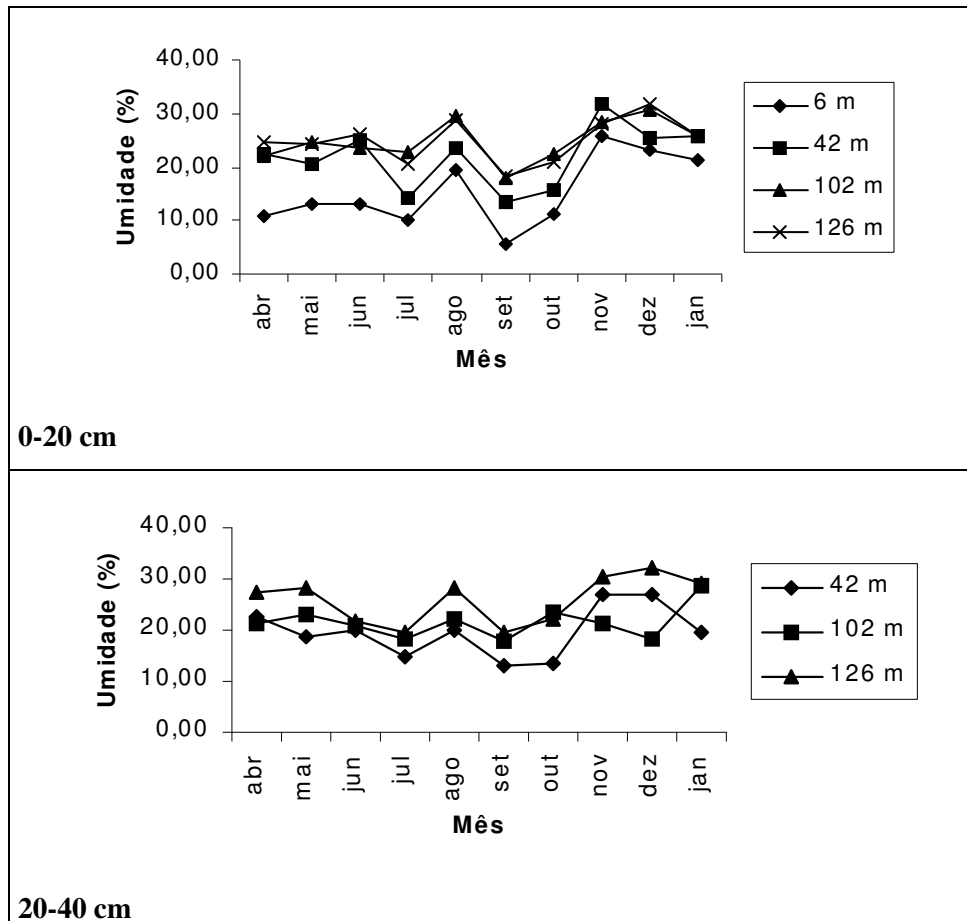


FIGURA 6 – Variação de umidade do solo nas quatro parcelas amostradas, no período de abril/2005 a janeiro/2006, para as profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40cm, no transecto C.

para a parcela a 6 m na profundidade de 0 a 20 cm, na maior parte do período avaliado.

A umidade na profundidade de 20 a 40 cm não foi avaliada nesta parcela devido à dificuldade de retirada das amostras pela presença de muitas pedras. É interessante notar que, nos transectos A e C, a parcela a 6 m foi a que, mesmo sendo a mais próxima do rio e apresentando maior cobertura arbórea, obteve a menor umidade em ambas as profundidades, na maior parte do período avaliado. No Transecto C, deve-se considerar que a grande presença de pedras pode ter influenciado na absorção e manutenção da água no solo.

### **3.1.2.3 Resistência do solo à penetração**

O efeito da compactação do solo, que está diretamente relacionada com a resistência à penetração, sobre o crescimento de espécies florestais já foi verificada por vários autores. Hamzah & Magid (1987) observaram, para *Acacia mangium*, uma redução de duas vezes na altura e no DAP, aos 36 meses quando a densidade do solo foi alterada de 1,22 g/cm<sup>3</sup> para 1,53 g/cm<sup>3</sup>, valores que, certamente, foram superados na grande maioria dos pontos avaliados na área em estudo. Este fato poderá apresentar efeito sobre o crescimento das árvores plantadas, considerando que Brady (1996) afirma que, de maneira geral, quanto menores a densidade global e a resistência à penetração de raízes e maiores a porosidade total, a macroporosidade e a disponibilidade de água, maiores são as taxas de crescimento dos sítios florestais.

As relações entre profundidade e resistência à penetração nos três transectos são mostradas nos gráficos da Figura 7. De modo geral, a resistência à penetração apresentada nos locais avaliados é alta e restritiva ao crescimento de plantas, pois, segundo Arshad et al. (1996), em solos com resistência à penetração maior que 2,0 MPa, o crescimento de raízes é limitado.

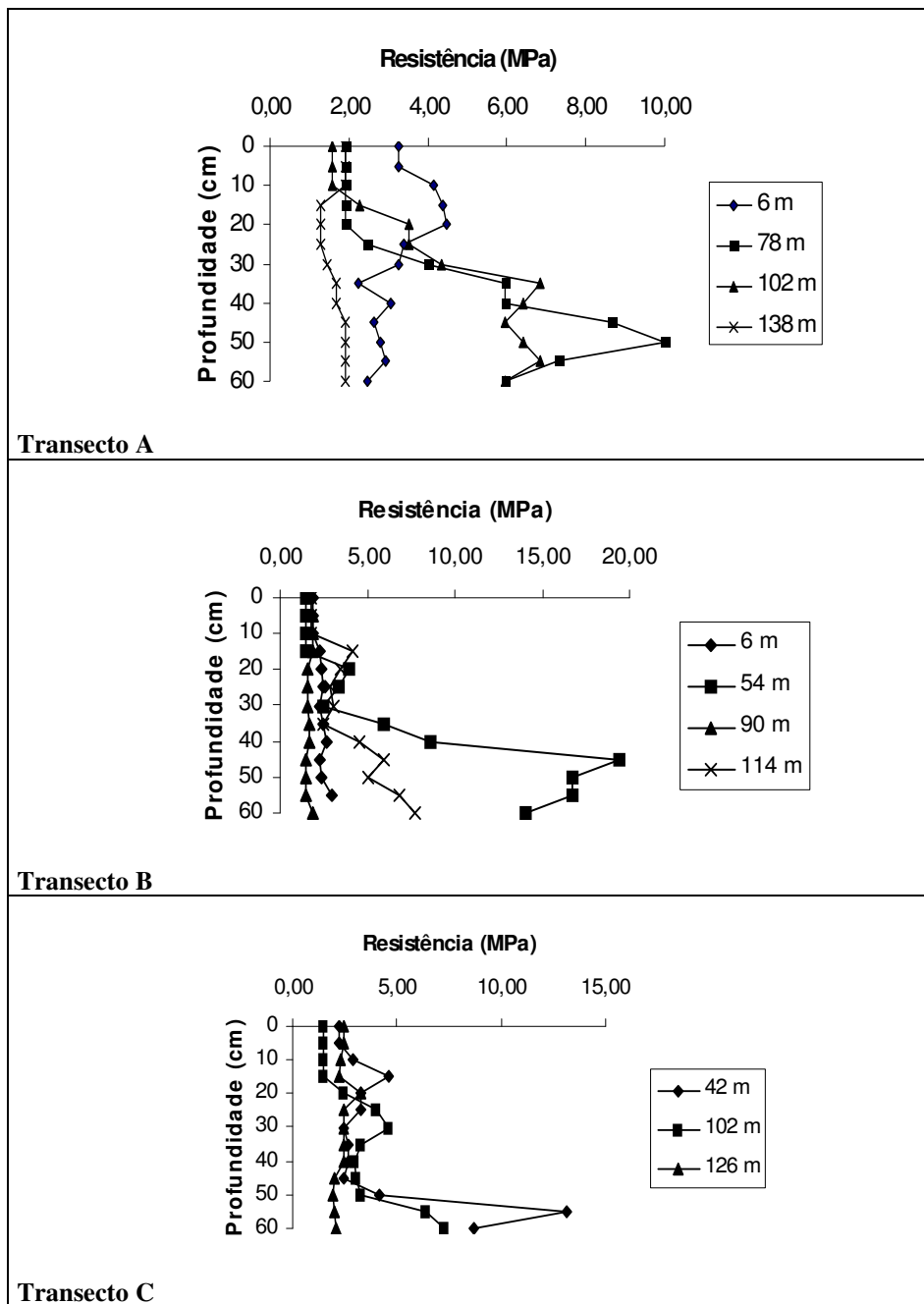


FIGURA 7 – Representação das relações entre profundidade do solo e a resistência à penetração nas parcelas amostradas nos transectos A, B e C.

Alvarenga (2004), trabalhando em nascentes degradadas e perturbadas, não encontrou valores de resistência à penetração maiores que 7,0 Mpa, entretanto, no presente experimento foram obtidos valores de quase 20,0 Mpa. Esses “picos” de resistência à penetração foram, provavelmente, resultantes de camadas de pedras localizadas abaixo dos 30 cm de profundidade. Mesmo a subsolagem realizada na ocasião do plantio não foi suficiente para descompactar esses locais.

Em experimento analisando o comportamento das espécies florestais *Acacia mangium*, *Inga uruguensis*, *Syagrus romanzoffiana*, *Syzygium jambolanum* e *Tapirira guianensis* em voçoroca, Goulart (2005) concluiu que o adensamento do solo, em valores menores que 2,0 MPa, não demonstrou ser um parâmetro limitante ao crescimento destas espécies.

De acordo com a classificação proposta por Soil Survey Staff (1993) para a resistência à penetração em Mpa, extremamente baixa (<0,01); muito baixa (0,01 a 0,1); baixa (0,1 a 1,0); moderada (1,0 a 2,0); alta (2,0 a 4,0); muito alta (4,0 a 8,0) e extremamente alta (>8,0), verifica-se que a compactação da área estudada apresenta-se de moderada a extremamente alta.

No transecto A, as parcelas a 78 e 102 m apresentam um aumento muito grande na resistência à penetração abaixo de 30 cm de profundidade, com valores extremamente altos e muito altos, respectivamente. Por outro lado, a parcela a 6 m é mais compactada até 20 cm. A parcela a 138 m não apresenta valores restritivos ao crescimento radicular em todo o perfil avaliado (Figura 7).

No Transecto B, as parcelas a 6 m e a 90 m não apresentam camadas compactadas. A parcela a 54 m possui valores de resistência à penetração extremamente altos abaixo da profundidade de 40 cm. Aos 114 m ocorreu um aumento na resistência à penetração, restritivo ao crescimento radicular, a partir dos 35 cm de profundidade (Figura 7).

A parcela a 6 m não foi avaliada no Transecto C porque existe uma grande quantidade de pedras entremeadas com o solo, que não permitiram o uso do penetrômetro. Na parcela a 42 m, foi verificado um aumento muito grande na resistência à penetração (extremamente alta) abaixo de 50 cm de profundidade, indicando a presença de camada muito compactada. A parcela a 102 m também apresenta um aumento na resistência à penetração (muito alta) a partir de 50 cm de profundidade. A parcela a 126 m mantém os valores de resistência à penetração no limite da restrição ao crescimento radicular (Figura 7). Verifica-se, portanto, que, de modo geral, a existência de camadas de restrição ao crescimento radicular foi observada na porção média do gradiente topográfico, entre 40 e 100 m de distância da margem do rio.

### **3.2 Crescimento das espécies do estrato arbóreo**

#### **3.2.1 Altura**

O gráfico da Figura 8 mostra a distribuição do número total de indivíduos do estrato arbóreo ( $DAP \geq 5$  cm) dos três transectos, com o desvio padrão, por classe de altura.

Essa forma de distribuição é semelhante à encontrada por Botrel et al. (2002) em uma floresta estacional semidecidual nas margens do rio Ingaí, em Ingaí, MG. É interessante observar, portanto, o fato de que a distribuição dos indivíduos em classes de altura do plantio de recuperação aproxima-se à de uma floresta ciliar natural da bacia do Rio Grande.

Os valores de alturas mínima, média e máxima das espécies do estrato arbóreo, 155 meses após o plantio são mostrados na Tabela 4. Pode-se observar que não existem, entre as dez maiores alturas médias, espécies clímax tolerantes à sombra, pois estas apresentam um crescimento inicial lento.

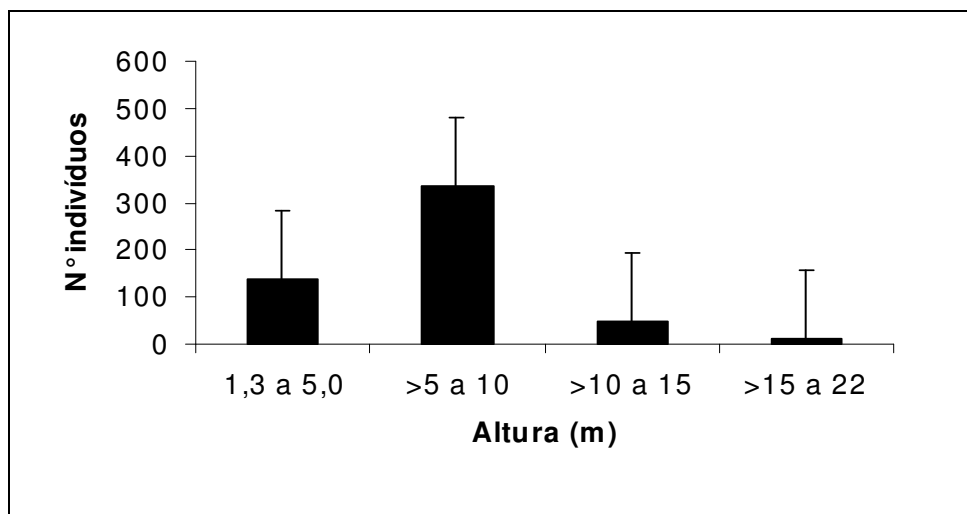


FIGURA 8 – Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos com DAP≥5 cm em classes de altura e desvio padrão.

Outro fato interessante a se notar é que, dessas dez espécies (Tabela 4), oito são da família Fabaceae, apesar de apenas 51% das espécies plantadas

TABELA 4 – Grupo ecológico, alturas mínima, média e máxima dos indivíduos do estrato arbóreo (DAP≥5 cm) na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 155 meses.

Espécie	Grupo ecológico <sup>1</sup>	Altura (m)		
		Mín	Méd	Máx
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	6,00	13,88	22,00
<i>Inga affinis</i>	CL	7,00	13,50	16,00
<i>Clitoria fairchildiana</i>	CL	11,00	12,00	13,00
<i>Machaerium villosum</i>	CL	12,00	12,00	12,00
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	3,50	10,80	22,00
<i>Acacia mangium</i>	P	3,50	8,75	11,00
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	4,50	8,73	16,00
<i>Trema micrantha</i>	P	5,00	8,60	14,00

Continua...



Continuação				
<i>Erythrina falcata</i>	CL	5,50	8,38	11,00
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	4,00	7,92	11,00
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	P	4,00	7,77	11,00
<i>Maclura tinctoria</i>	P	7,00	7,75	8,50
<i>Ficus sp.</i>	CL	3,50	7,58	12,00
<i>Senna multijuga</i>	P	4,00	7,58	13,00
<i>Mimosa bimucronata</i>	P	6,00	7,56	10,00
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	7,50	7,50	7,50
<i>Rapanea ferruginea</i>	P	4,50	7,29	12,00
<i>Alchornea triplinervia</i>	CL	7,00	7,00	7,00
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	6,00	7,00	8,00
<i>Inga marginata</i>	CS	5,00	7,00	13,00
<i>Muntingia calabura</i>	P	4,00	7,00	11,00
<i>Platycyamus regnellii</i>	CL	7,00	7,00	7,00
<i>Tapirira guianensis</i>	P	5,50	7,00	10,50
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	3,00	6,89	14,50
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	CL	5,00	6,80	9,00
<i>Myrsine umbellata</i>	CL	4,50	6,75	10,00
<i>Croton urucurana</i>	P	3,00	6,63	12,50
<i>Persea americana</i>	nc	4,50	6,63	9,00
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	6,00	6,00	6,00
<i>Lafoensia pacari</i>	CL	5,00	6,00	7,00
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	2,50	5,97	9,50
<i>Senna spectabilis</i>	P	4,00	5,88	7,00
<i>Senna macranthera</i>	P	1,80	5,78	8,50
<i>Lithraea molleoides</i>	P	3,50	5,72	9,00
<i>Nectandra nitidula</i>	P	4,50	5,25	6,00
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	2,50	5,17	8,50
<i>Psidium guajava</i>	CL	3,50	5,03	8,00
<i>Vernonia polyanthes</i>	P	5,00	5,00	5,00
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	CL	4,00	5,00	6,00
<i>Mangifera indica</i>	nc	5,00	5,00	5,00
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	4,50	5,00	5,50
<i>Tibouchina candolleana</i>	CL	3,50	4,92	6,00
<i>Eriobotrya japonica</i>	CS	4,50	4,88	5,50
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CS	4,50	4,50	4,50

Continua...

Continuação				
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	CL	4,50	4,50	4,50
<i>Tecoma stans</i>	CL	3,50	3,50	3,50

I: Lorenzi et al. (2003). Pereira (2003). Davide et al. (1995).

pertenceram a essa família. Isso reforça a tese de que espécies dessa família são fundamentais para a recuperação de áreas degradadas, pois apresentam rápido crescimento em ambientes adversos, devido, principalmente, à capacidade de se associarem a fungos micorrízicos e bactérias do gênero *Rhizobium* (Chada et al., 2004).

Foram encontrados, no extrato arbóreo do maciço florestal (DAP $\geq$ 5cm), indivíduos de *Alchornea triplinervia*, *Nectandra nitidula*, *Lafoensia pacari*, *Tibouchina candolleana*, *Vernonia polyanthes* e *Zanthoxylum rhoifolium*. Estas espécies não foram plantadas no processo de recuperação sendo, portanto, provenientes da regeneração natural. Pelo porte apresentado, estas espécies podem ser consideradas como boas colonizadoras de ambiente degradado e, portanto, devem ser selecionadas para plantio nestas áreas.

Apesar de espécies exóticas, como *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis*, serem consideradas ideais para recuperação de áreas degradadas (Pio Corrêa, 1984; Ferreira et al, 1990; Dias et al, 1991), elas tiveram seu crescimento em altura superado por algumas espécies nativas da região, com alguns indivíduos de *Piptadenia gonoacantha* e *Anadenanthera colubrina* atingindo alturas de até 22 m (Tabela 4).

Dentre as espécies que apresentaram os dez maiores IMA aos 58 meses, em avaliação realizada por Davide & Faria (1997), apenas *Inga affinis* não é classificada como pioneira na sucessão secundária, apresentando crescimento semelhante ao das pioneiras de crescimento mais rápido (Tabela 5). Segundo Kageyama et al. (1994), diferentemente da sucessão secundária, que ocorre com

TABELA 5 – Espécies arbustivo-arbóreas com DAP $\geq$ 5 cm que apresentaram os dez maiores IMA em altura na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 58 meses de idade.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA (m/ano)</b>
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	1,8
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	1,6
<i>Inga affinis</i>	CL	1,5
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	1,3
<i>Muntingia calabura</i>	P	1,2
<i>Croton urucurana</i>	P	1,1
<i>Trema micrantha</i>	P	1,1
<i>Senna multijuga</i>	P	1,0
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	0,9
<i>Senna macranthera</i>	P	0,9

a formação de clareiras na floresta primária, em áreas degradadas pela ação antrópica, semelhantes ao local de estudo, ocorre uma sucessão diferenciada, principalmente quanto à origem das espécies no início da sucessão, formando um grupo chamado de pioneiras antrópicas. O comportamento desta espécie, portanto, pode ser explicado por essa teoria.

As espécies que apresentaram os dez maiores incrementos médios em altura, aos 155 meses após o plantio, são mostradas na Tabela 6.

TABELA 6 – Espécies arbustivo-arbóreas com DAP $\geq$ 5 cm que apresentaram os dez maiores IMA em altura na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 155 meses de idade.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA (m/ano)</b>
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	1,1
<i>Inga affinis</i>	CL	1,0
<i>Clitoria fairchildiana*</i>	CL	0,9
<i>Machaerium villosum*</i>	CL	0,9
<i>Anadenanthera colubrina*</i>	P	0,8
<i>Acacia mangium*</i>	P	0,7

Continua...

Continuação		
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	0,7
<i>Trema micrantha</i>	P	0,7
<i>Erythrina falcata*</i>	CL	0,6
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	0,6

\*Espécies não avaliadas aos 58 meses

*Piptadenia gonoacantha* e *Inga affinis*, apesar de terem diminuído o seu ritmo de crescimento, se destacaram em relação às demais. *Acacia auriculiformis*, que foi a espécie que apresentou o maior IMA aos 58 meses (Tabela 5), teve seu ritmo de crescimento reduzido, apresentando um valor de IMA, aos 155 meses, de 1/3 em relação ao anterior. *Cecropia pachystachya* e *Trema micrantha* também apresentaram redução do IMA aos 155 meses, com valores de, aproximadamente, a metade do IMA aos 58 meses, confirmando a redução no seu ritmo de crescimento após oito anos. *Clitoria fairchildiana*, *Machaerium villosum*, *Anadenanthera colubrina*, *Acacia mangium* e *Erythrina falcata* não foram avaliadas aos 58 meses.

A literatura sobre o crescimento de espécies florestais nativas em povoamentos mais maduros (além de cinco anos) é escassa. Na Tabela 7, faz-se a comparação entre o IMA aos 155 meses de algumas espécies avaliadas no experimento e os seus IMA em plantios no entorno de vários reservatórios de usinas hidrelétricas no Estado do Paraná. Estas áreas não são degradadas, por isso, a maioria dos IMA em altura encontrados na área degradada onde está localizado o experimento é menor que os encontrados nas outras áreas. *Anadenanthera colubrina*, *Syzygium jambolanum* e *Schinus terebinthifolius* apresentaram crescimento menor ou igual à metade, enquanto que as espécies *Piptadenia gonoacantha* e *Copaifera langsdorffii* apresentaram um IMA igual, mesmo os outros povoamentos sendo mais jovens.

TABELA 7 – Comparação do IMA (m/ano), em altura de algumas espécies plantadas na área de empréstimo da UHE Camargos, encontrado no local do experimento aos 155 meses e em outros povoamentos com idades semelhantes.

Espécie	IMA Ensecadeira (m/ano)	IMA Paraná *(m/ano)
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	1,1	1,1 (120 meses)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,8	1,6 (120 meses)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,6	0,8 (120 meses)
<i>Peltophorum dubium</i>	0,5	0,7 (168 meses)
<i>Syzygium jambolanum</i>	0,5	1,3 (60 meses)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,5	0,5 (120 meses)
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,4	0,8 (168 meses)

\* Silva & Torres (1992).

O incremento relativo em altura das espécies que foram avaliadas aos 58 e também aos 155 meses, compreendendo um período de 97 meses, é apresentado na Tabela 8.

TABELA 8 – Incremento em altura, relativo ao período de 58 a 155 meses (97 meses), das espécies do estrato arbóreo (DAP $\geq$ 5 cm) avaliadas em janeiro de 1997 e fevereiro de 2005.

Espécie	Grupo ecológico	Incremento (%)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	308,16
<i>Inga marginata</i>	CS	153,62
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	152,02
<i>Tapirira guianensis</i>	P	146,48
<i>Ficus</i> sp	CL	122,88
<i>Inga affinis</i>	CL	80,97
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	72,79
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	68,43
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	65,56
<i>Trema micrantha</i>	P	58,38
<i>Senna multijuga</i>	P	51,67
<i>Lithraea molleoides</i>	P	49,75
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	49,52
<i>Senna spectabilis</i>	P	42,94
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	32,54
<i>Psidium guajava</i>	CL	30,63
<i>Senna macranthera</i>	P	24,03

Continua...

Continuação		
<i>Muntingia calabura</i>	P	18,44
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	16,24
<i>Croton urucurana</i>	P	16,18
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	-11,55

Entre as espécies que apresentaram os dez maiores incrementos relativos neste período, apenas quatro foram classificadas como pioneiras; entre as que apresentaram os dez maiores IMA aos 58 meses (Tabela 5), apenas três também se encontram na categoria dos dez maiores incrementos relativos no período 58 a 155 meses. Das espécies com os dez maiores IMA aos 155 meses (Tabela 6), seis estão entre os dez maiores incrementos relativos no período. Esses fatores, aliados ao segundo maior incremento no período apresentado por *Inga marginata*, que é uma espécie clímax tolerante à sombra, característica de florestas maduras, indicam o fato de que o povoamento está em uma nova fase de sua dinâmica de crescimento.

Apesar de Carpanezzi et al. (1990) afirmarem tratar-se de uma árvore de rápido crescimento e com longevidade de até trinta anos, a espécie *Mimosa scabrella*, que obteve a segunda maior média de altura na avaliação realizada aos 58 meses, apresentou mortalidade de 100% na avaliação de 2005. Essa mortalidade, provavelmente, se deve ao fato da espécie não estar em seu hábitat, pois, segundo Carpanezzi & Carpanezzi (1992), a introdução desta espécie em locais demasiadamente quentes ou secos causa, proporcionalmente, redução no ciclo de vida. Argumentam, entretanto, que, devido ao crescimento inicial rápido e benefícios como deposição de folhas, sombreamento e fixação de nitrogênio, a espécie é valiosa em rotações curtas.

A espécie *Acacia auriculiformis* apresentou uma redução em altura de 11,55%, no referido período (Tabela 8). Este decréscimo na altura é explicado pelo fato de que a maioria dos indivíduos desta espécie apresentava morte dos ponteiros, que foram quebrados pelo vento.

Embora não haja dados sobre o incremento em altura de *Acacia mangium*, por ela não ter sido avaliada aos 58 meses, notou-se que todos os indivíduos desta espécie apresentavam um estado avançado de senescência, semelhante aos indivíduos de *A. auriculiformis*. Por ser uma espécie de introdução recente no Brasil, não existem resultados sobre o seu comportamento em longo prazo, apesar da rusticidade, do pioneirismo e do rápido crescimento inicial desta espécie em áreas degradadas. Um fator que pode ter contribuído para o curto período de vida desta espécie, foram as condições de solo desfavoráveis encontradas na área em processo de recuperação.

A altura média das plantas em função do gradiente topográfico, nas diferentes parcelas, é mostrada na Figura 9. A maior média de altura foi verificada até 30 metros de distância da margem, mas não foi observado um padrão de crescimento em função do gradiente topográfico. Pode-se verificar que os menores crescimentos foram obtidos na porção média do gradiente topográfico, entre 42 m e 78 m de distância da margem do rio.

As parcelas onde foram encontradas as menores alturas médias, parcela a 78 m no transecto A e a 54 m no transecto B, foram justamente aquelas que apresentaram as maiores resistências à penetração em profundidades abaixo de 30 cm nas parcelas avaliadas (Figura 7). No transecto C, a parcela de maior resistência à penetração (Figura 7), encontrou-se a segunda menor média de altura. Esses fatos indicam que, provavelmente, a existência de camadas muito compactadas em profundidades maiores que 30 cm estão causando menor crescimento em altura das espécies plantadas.

A umidade do solo não forneceu nenhum padrão que explicaria os diferentes crescimentos em altura apresentados nos diferentes gradientes topográficos nos três transectos.

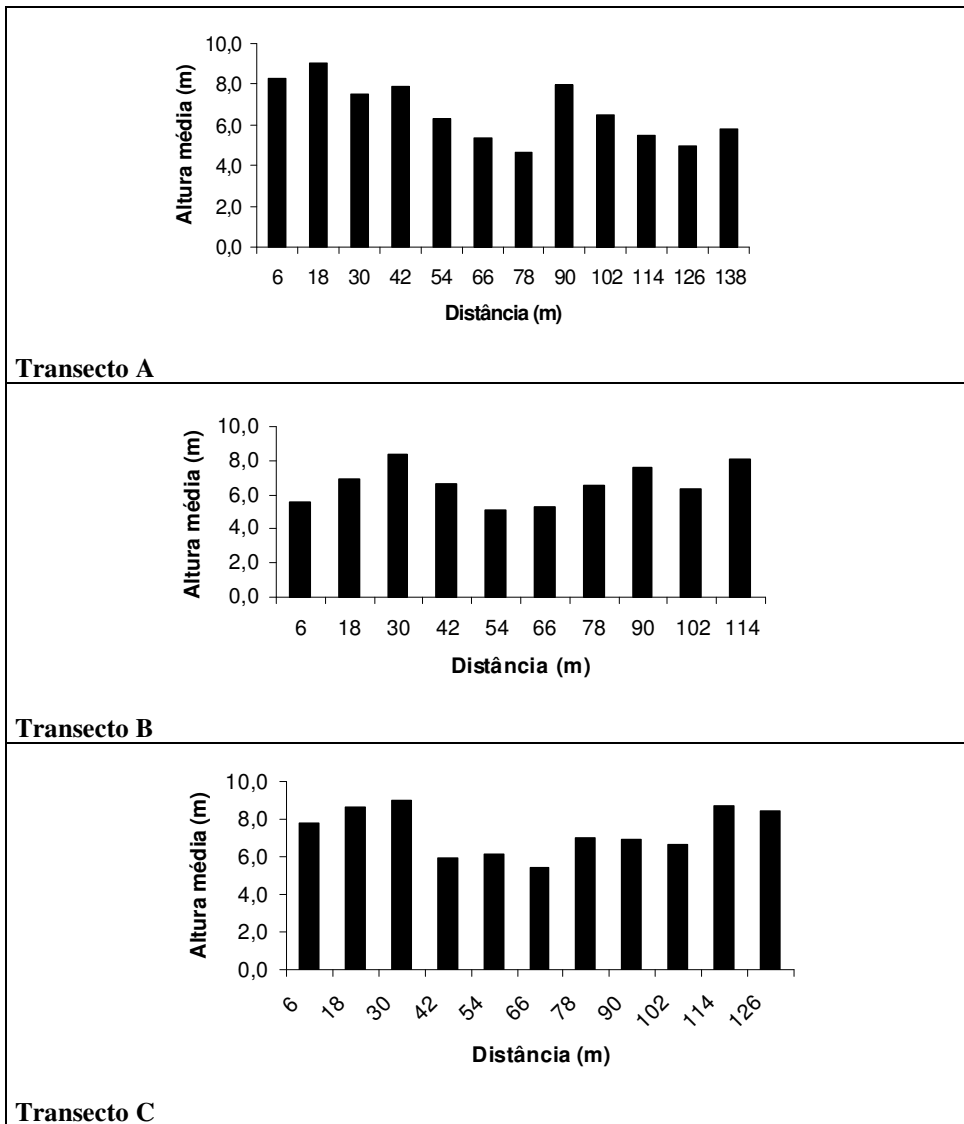


FIGURA 9 – Altura média dos indivíduos do estrato arbóreo ( $DAP \geq 5$  cm), em função da variação do gradiente topográfico.



### 3.2.2 Diâmetro

O maciço estudado apresenta uma distribuição em forma de “*J*-invertido”, que é a forma comumente encontrada em florestas naturais (Machado et al., 2004; Botrel et al., 2002). Esta distribuição se justifica por se tratar, originariamente, de um povoamento misto, mas que já possui indivíduos oriundos da regeneração natural no estrato arbóreo.

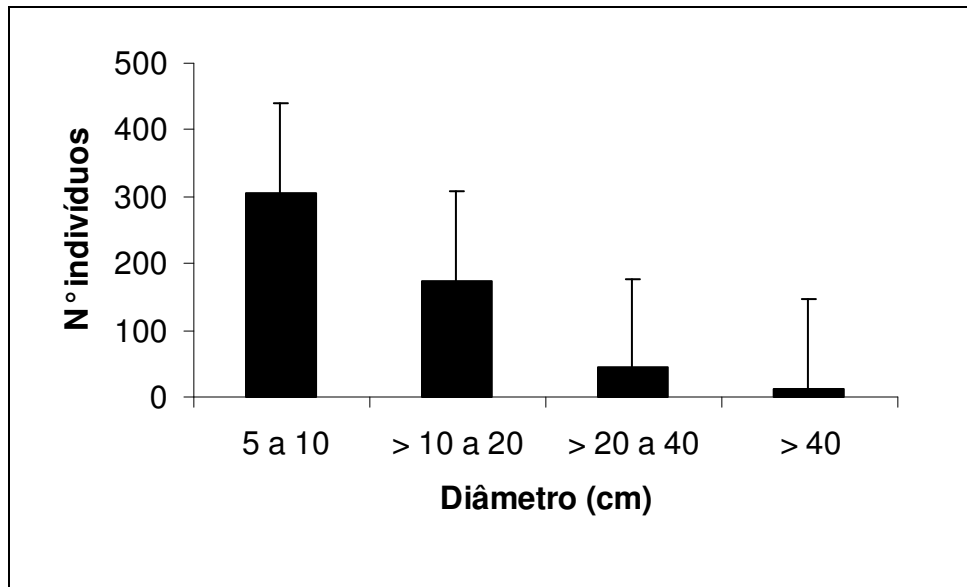


FIGURA 10 – Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos com DAP ≥ 5 cm, em classes de diâmetro e desvio padrão.

A Tabela 9 apresenta os valores de DAP mínimo, médio e máximo das espécies do estrato arbóreo aos 155 meses após o plantio. Verifica-se que todas as espécies que apresentaram os dez maiores DAP médios pertencem à família Fabaceae.

TABELA 9 – Grupo ecológico, DAP mínimo, médio e máximo dos indivíduos do estrato arbóreo (DAP $\geq$ 5 cm) na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 155 meses.

Espécie	Grupo ecológico	DAP		
		Mín	Méd	Máx
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	8,24	34,42	65,76
<i>Inga affinis</i>	CL	5,09	34,37	52,52
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	34,28	34,28	34,28
<i>Machaerium villosum</i>	CL	28,68	28,68	28,68
<i>Clitoria fairchildiana</i>	CL	16,58	25,48	34,38
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	7,42	23,36	33,20
<i>Inga marginata</i>	CS	6,68	22,44	140,28
<i>Erythrina falcata</i>	CL	11,94	18,60	22,44
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	5,89	18,08	37,40
<i>Acacia mangium</i>	P	5,41	17,79	26,42
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	CL	10,19	16,57	21,33
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	P	7,32	16,08	24,10
<i>Trema micrantha</i>	P	7,00	13,87	28,23
<i>Mimosa bimucronata</i>	P	5,57	12,81	28,20
<i>Muntingia calabura</i>	P	8,21	12,28	15,92
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	4,77	12,24	24,99
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	10,35	10,74	11,14
<i>Senna multijuga</i>	P	5,57	10,67	16,04
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	4,77	10,34	37,66
<i>Maclura tinctoria</i>	P	9,39	10,03	10,66
<i>Ficus</i> sp	CL	4,77	9,68	18,65
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	4,93	9,57	20,69
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	4,77	9,03	20,66
<i>Croton urucurana</i>	P	4,93	8,64	15,28
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	8,56	8,56	8,56
<i>Persea americana</i>	nc	5,73	8,55	10,82
<i>Senna spectabilis</i>	P	6,11	8,52	12,86
<i>Platycyamus regnellii</i>	CL	8,12	8,12	8,12
<i>Lithraea molleoides</i>	P	4,93	8,05	14,32
<i>Eriobotrya japonica</i>	CS	6,05	8,01	9,07
<i>Senna macranthera</i>	P	4,77	7,74	12,45
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	CL	7,64	7,64	7,64

Continua...

Continuação				
<i>Tibouchina candolleana</i>	CL	5,25	7,63	10,66
<i>Alchornea triplinervia</i>	CL	7,48	7,48	7,48
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CS	7,48	7,48	7,48
<i>Vernonia polyanthes</i>	P	7,32	7,32	7,32
<i>Mangifera indica</i>	nc	7,26	7,26	7,26
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	CL	6,21	7,24	8,28
<i>Tapirira guianensis</i>	P	4,77	7,23	11,62
<i>Myrsine umbellata</i>	CL	4,77	7,22	10,35
<i>Rapanea ferruginea</i>	P	4,77	6,79	16,39
<i>Psidium guajava</i>	CL	4,77	6,61	8,82
<i>Lafoensia pacari</i>	CL	5,41	6,29	7,16
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	5,41	6,16	6,91
<i>Nectandra nitidula</i>	P	4,93	5,49	6,05
<i>Tecoma stans</i>	CL	5,41	5,41	5,41

*Piptadenia gonoacantha* e *Inga affinis*, que apresentaram as maiores alturas (Tabela 4), também apresentaram os maiores DAP médios. *Inga marginata*, mesmo sendo considerada uma espécie de florestas maduras, destacou-se no seu diâmetro, encontrando-se um indivíduo com várias ramificações, que deu origem a um DAP de 140,28 cm. Apesar de não ter se destacado no crescimento em altura (Tabela 4), *Enterolobium contortisiliquum* obteve o terceiro maior DAP médio, concordando com a afirmação de Carvalho (1994) de que seu crescimento em diâmetro é rápido.

As espécies arbustivo-arbóreas que apresentaram os dez maiores IMA, aos 58 meses, são mostradas na Tabela 10. Duas destas espécies são classificadas como clímax exigentes de luz, podendo, então, serem incluídas no grupo de pioneiras antrópicas proposto por Kageyama et al. (1994).

TABELA 10 – Espécies arbustivo-arbóreas com DAP $\geq$ 5 cm que apresentaram os dez maiores IMA em DAP na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 58 meses de idade.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA (cm/ano)</b>
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	2,70
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	2,44
<i>Inga affinis</i>	CL	2,02
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	1,66
<i>Muntingia calabura</i>	P	1,66
<i>Trema micrantha</i>	P	1,56
<i>Croton urucurana</i>	P	1,52
<i>Senna multijuga</i>	P	1,38
<i>Senna macranthera</i>	P	1,02
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	1,02

Aos 155 meses após o plantio, as espécies que apresentaram os dez maiores IMA são mostradas na Tabela 11. Houve redução na participação de

TABELA 11 – Espécies arbustivo-arbóreas com DAP  $\geq$  5 cm que apresentaram os dez maiores IMA em DAP na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 155 meses de idade.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA (cm/ano)</b>
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	2,66
<i>Inga affinis</i>	CL	2,66
<i>Enterolobium contortisiliquum*</i>	CL	2,65
<i>Machaerium villosum*</i>	CL	2,22
<i>Clitoria fairchildiana*</i>	CL	1,97
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	1,81
<i>Inga marginata</i>	CS	1,74
<i>Erythrina falcata*</i>	CL	1,44
<i>Anadenanthera colubrina*</i>	P	1,40
<i>Acacia mangium*</i>	P	1,38

\* Espécies não avaliadas aos 58 meses.

pioneiras de oito para quatro, comparando-se com a primeira avaliação (Tabela 9), o que pode ser considerado normal em um estágio mais avançado de desenvolvimento das espécies do povoamento. *Piptadenia gonoacantha* e *Inga affinis* aumentaram o IMA em relação aos 55 meses. *Acacia auriculiformis*, apesar de continuar entre os dez maiores IMA, apresentou redução no ritmo de crescimento. *Inga marginata* se destacou, mesmo sendo uma espécie clímax tolerante à sombra. As espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *Machaerium villosum*, *Clitoria fairchildiana*, *Erythrina falcata*, *Anadenanthera colubrina* e *Acacia mangium* não foram avaliadas aos 58 meses de idade.

A comparação entre o IMA, aos 155 meses, de algumas espécies avaliadas no experimento e o seus IMA em povoamentos com mais de cinco anos (60 meses), em áreas perturbadas no entorno de reservatórios de usinas hidrelétricas no Estado do Paraná, é mostrada na Tabela 12.

Quatro das sete espécies comparadas apresentam um maior IMA em diâmetro na área de empréstimo, contrariamente ao que acontece com o crescimento em altura (Tabela 7), que é bem maior na maioria das espécies nos outros sítios de melhor qualidade (Tabela 12).

TABELA 12 – Comparação do IMA (cm/ano), em DAP, de algumas espécies arbóreas plantadas na área de empréstimo da UHE Camargos, apresentado no local do experimento aos 155 meses, e em outros povoamentos com idades semelhantes.

Espécie	IMA Camargos (cm/ano)	IMA Paraná *(cm/ano)
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2,66	1,22 (120 meses)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	2,65	1,17 (120 meses)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,40	1,85 (120 meses)
<i>Syzygium jambolanum</i>	0,95	2,56 (60 meses)
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,80	0,77 (168 meses)
<i>Peltophorum dubium</i>	0,70	0,95 (168 meses)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,66	0,49(120 meses)

\* Silva & Torres (1992).

A Tabela 13 mostra o incremento relativo, no período de 58 a 155 meses (97 meses). *Copaifera langsdorffii* foi a espécie que mais se destacou, assim como no maior incremento relativo em altura (Tabela 8). Na primeira avaliação, aos 58 meses, essa espécie foi a que obteve o segundo menor IMA em altura e DAP, apresentando, portanto, um crescimento inicial muito mais lento.

*Inga marginata* apresentou um incremento relativo superior ao das demais espécies, também sendo uma espécie característica de florestas maduras,

TABELA 13 – Incremento, em DAP, relativo ao período de 58 a 155 meses (97 meses) das espécies avaliadas em janeiro de 1997 e fevereiro de 2005, na área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>Incremento (%)</b>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	756,25
<i>Inga marginata</i>	CS	623,95
<i>Inga affinis</i>	CL	240,27
<i>Ficus</i> sp	CL	202,46
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	182,14
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	167,80
<i>Tapirira guianensis</i>	P	167,62
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	140,07
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	137,11
<i>Lithraea molleoides</i>	P	117,48
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	106,79
<i>Psidium guajava</i>	CL	106,43
<i>Senna spectabilis</i>	P	102,92
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	96,40
<i>Trema micrantha</i>	P	77,80
<i>Acacia auriculiformis</i>	P	73,07
<i>Senna multijuga</i>	P	54,70
<i>Senna macranthera</i>	P	51,79
<i>Muntingia calabura</i>	P	47,91
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	15,29
<i>Croton urucurana</i>	P	13,63

mostrando, assim, que o povoamento está se encaminhando para uma fase mais avançada de sucessão, no qual as pioneiras já promovem uma condição de sombreamento que permite o desenvolvimento de espécies clímax.

*Inga affinis* e *Ficus* sp. aproximadamente duplicaram os seus DAP médios no período 58 a 155 meses. Esta última espécie obteve um crescimento apenas regular em comparação com as demais nos primeiros 58 meses após o plantio, vindo a destacar-se somente nos últimos 97 meses.

A espécie *Piptadenia gonoacantha*, mesmo sendo uma planta pioneira, apresentou um dos maiores incrementos relativos nessa fase de crescimento mais avançado do povoamento. Essa espécie se destacou em todas as variáveis biométricas avaliadas neste estudo, confirmando sua capacidade de crescimento em ambientes degradados (Lorenzi, 1992; Carvalho, 1994).

*Tapirira guianensis* e *Sebastiania schottiana*, apesar de serem espécies pioneiras, na avaliação aos 58 meses (Tabela 10), não apresentaram um crescimento destacado, mas, apresentaram incremento relativo entre os dez maiores no período de 58 a 155 meses.

As espécies *Cecropia pachystachya* e *Croton urucurana* apresentaram um comportamento típico de espécies pioneiras, com um ritmo de crescimento mais acelerado em DAP os 58 meses (Tabela 10) e um incremento relativo no período 58 a 155 meses bem menor do que o apresentado pelas outras espécies (Tabela 13). Quase todos os indivíduos de *Croton urucurana* já apresentavam sinais avançados de senescência, como a perda da casca do caule, que acarretou a diminuição do DAP avaliado. Uma provável explicação para este reduzido ciclo de vida seria o fato de que, além de ser pioneira e por tratar-se de uma planta adaptada a terrenos úmidos e brejosos (Lorenzi, 1998), o seu plantio em um local degradado e relativamente seco teria acelerado o seu ciclo de vida.

Com relação à variação do DAP médio em função do gradiente topográfico nos transectos A e B, as parcelas que apresentaram as maiores alturas médias também apresentaram os maiores DAP (Figuras 9 e 11).

Nos transectos A e C, as menores médias de DAP foram encontradas nas parcelas nas quais se obtiveram as maiores resistências à penetração abaixo de 30 cm (Figuras 7 e 11). Esse comportamento, juntamente com o apresentado em relação à altura, mostra que, provavelmente, a existência de camadas muito compactadas são as principais responsáveis por essa variação no crescimento das árvores, pois outras características avaliadas do solo, como umidade e fertilidade, não mostram padrões correlacionados com o crescimento.



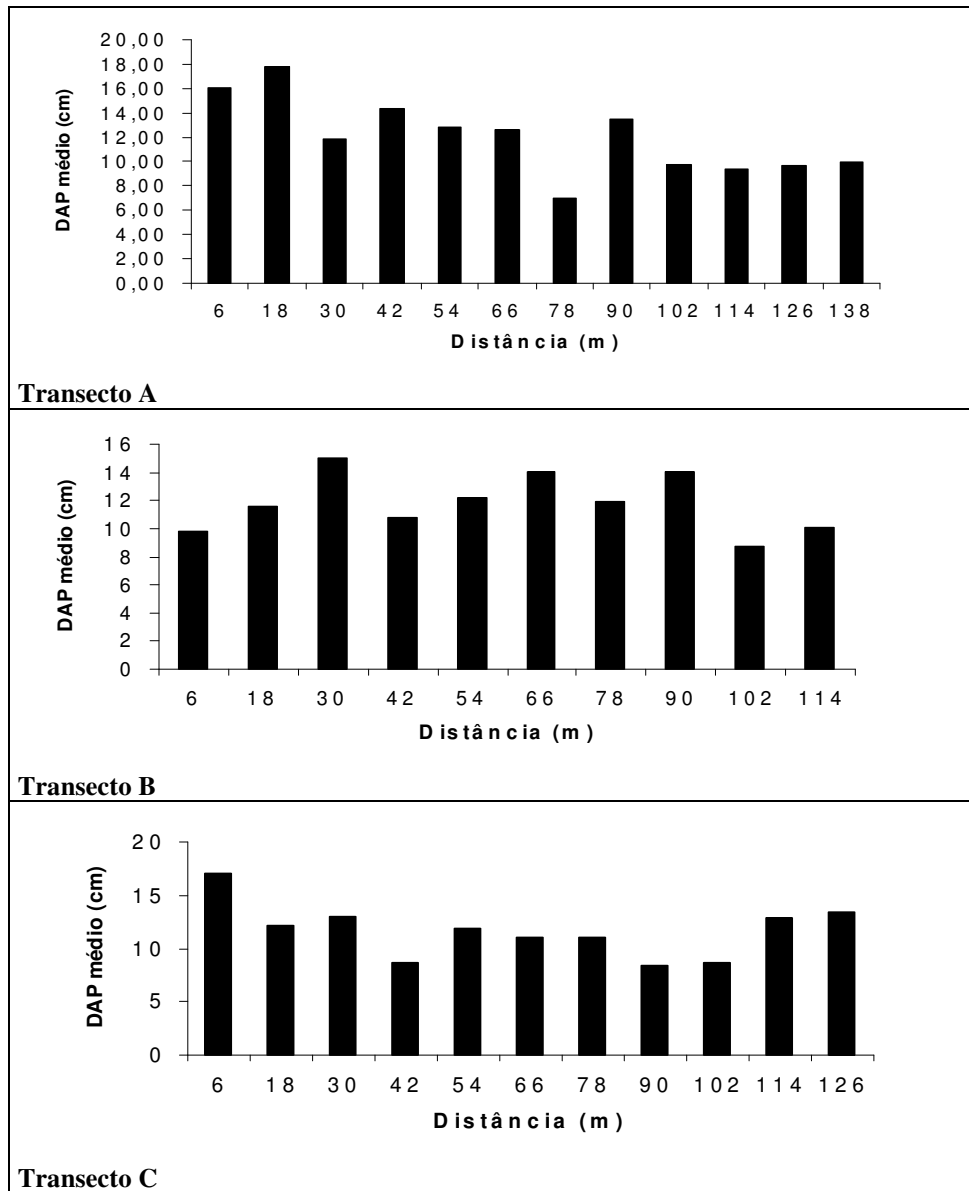


FIGURA 11 – DAP médio dos indivíduos do estrato arbóreo (DAP≥5 cm) em função da variação do gradiente topográfico.

### **3.2.3 Densidade**

A densidade de plantio foi de aproximadamente 2.222 indivíduos/ha e a densidade do estrato arbóreo encontrada nos três transectos, 155 meses após o plantio, foi de 902 indivíduos/ha. Houve, portanto, uma redução de 59% na densidade.

A Figura 12 mostra a densidade dos indivíduos do estrato arbóreo em função do gradiente topográfico. Verifica-se que, principalmente nos transectos B e C, as menores densidades foram encontradas justamente nas parcelas onde foram registradas camadas de solo com grande resistência à penetração abaixo de 30 cm de profundidade. Essas camadas compactadas, provavelmente, causaram maior mortalidade dos indivíduos plantados, resultando, assim, em menores densidades.

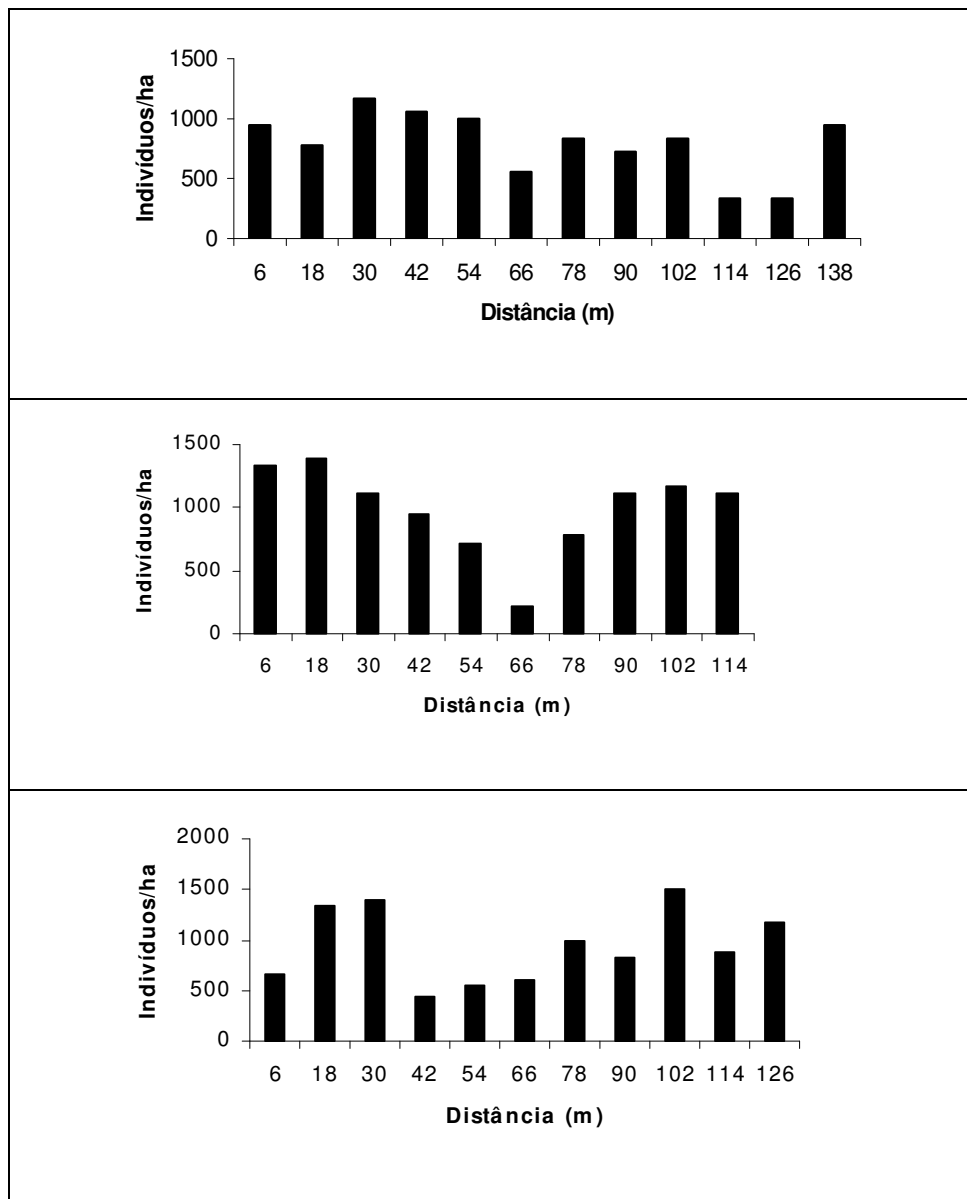


FIGURA 12 – Densidade dos indivíduos do estrato arbóreo (DAP $\geq$ 5 cm), em função da variação do gradiente topográfico.

### 3.3 Regeneração natural

#### 3.3.1 Composição florística

No levantamento florístico da regeneração natural dentro dos transectos, foram identificados e medidos, na altura, indivíduos de 64 espécies arbustivo-arbóreas de 27 famílias.

Na Figura 13 (A) são apresentadas as dez famílias com maior número de espécies, representando 65,63% das espécies encontradas na área. As dez famílias com maior número de indivíduos, representando 90,31% dos indivíduos encontrados na área, são apresentadas na Figura 13 (B).

A subfamília Fabaceae/Mimosoideae apresentou tanto o maior número de espécies (6), juntamente com a subfamília Fabaceae/Caesalpinioideae, quanto o maior número de indivíduos (414). Outras famílias que são comuns aos dois grupos foram Myrtaceae, Anacardiaceae, Melastomataceae e Asteraceae.

Em levantamento realizado por Sousa Júnior (2005), também no entorno do reservatório da UHE de Camargos, a família Myrtaceae apresentou o maior número de espécies e a família Asteraceae apresentou o maior número de indivíduos. Essa diferença observada entre dois levantamentos realizados na mesma região pode ter sido causada pelo grande número de indivíduos da família Fabaceae/Mimosoideae, que foram implantados na recuperação da área de estudo e que estão fornecendo propágulos para essa abundante regeneração.

As famílias Piperaceae e Styracaceae, que se apresentaram entre as dez com o maior número de indivíduos, tiveram apenas as espécies *Piper aduncum* e *Styrax ferrugineus* como as únicas representantes destas respectivas famílias. Quatorze das 28 famílias amostradas, ou seja, 50%, apresentaram apenas uma espécie.

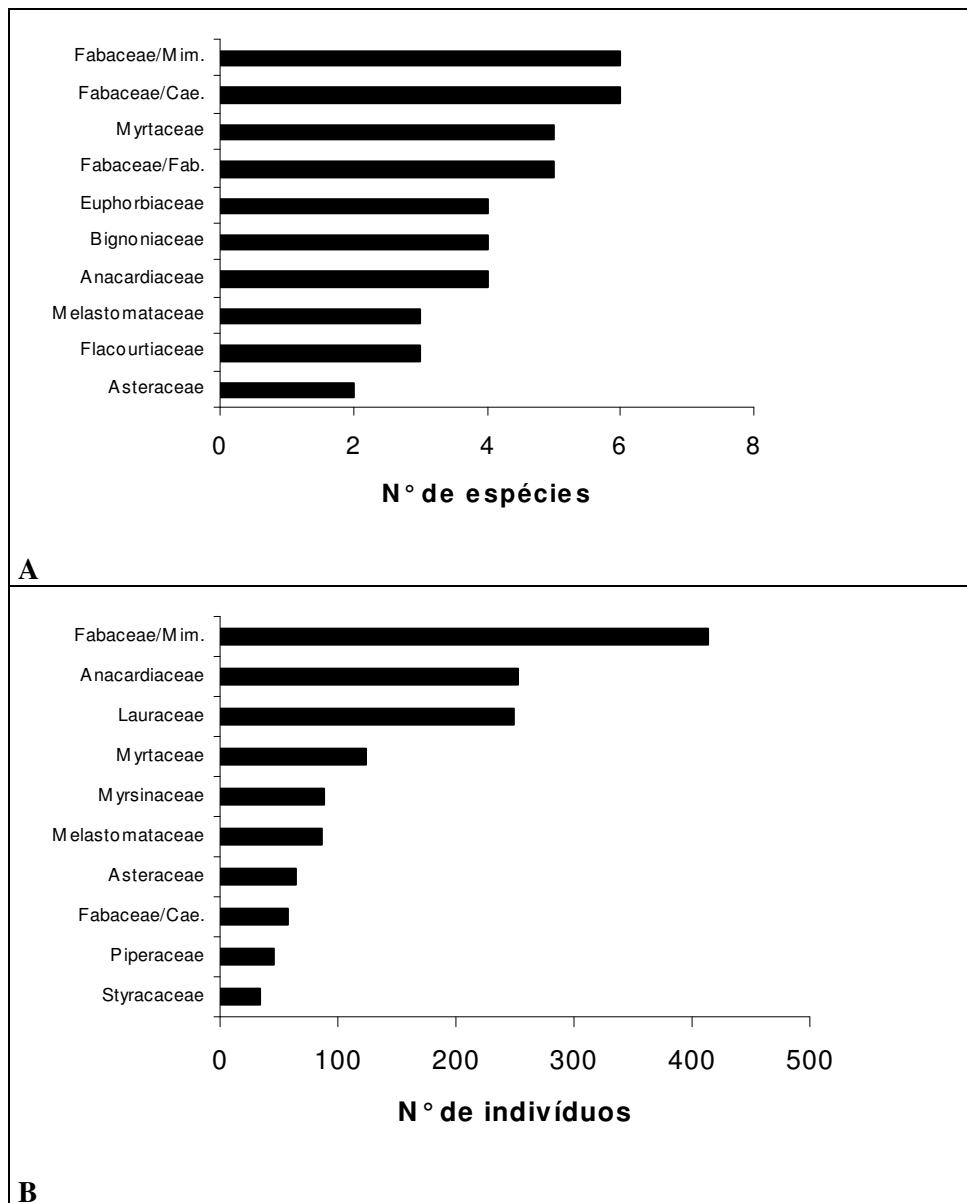


FIGURA 13 – Número de espécies, por família, das 10 famílias com maior número de espécies (A) e número de indivíduos por família das 10 famílias com maior número de indivíduos (B) na regeneração natural da área degradada em recuperação.

Das 64 espécies regenerantes (Tabela 14), 7 foram encontradas no estrato arbóreo do maciço florestal e do fragmento, 17 foram encontradas apenas no estrato arbóreo do maciço, 31 foram encontradas apenas no estrato arbóreo do fragmento e 9 não foram encontradas em nenhum dos levantamentos realizados no estrato arbóreo de ambos os locais. O fragmento, portanto, fornece a maioria dos propágulos responsáveis pela regeneração natural (38 espécies).

TABELA 14 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural na área degradada em recuperação a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos, seguida de presença ou não destas espécies no estrato arbóreo do povoamento e do fragmento, além da síndrome de dispersão.

<b>Família/Espécie</b>	<b>Presença da espécie no povoamento</b>	<b>Presença da espécie no fragmento vizinho</b>	<b>Síndrome de dispersão<sup>1</sup> (*)</b>
<b>Anacardiaceae</b>			
<i>Lithraea molleoides</i>	X	X	ZOO
<i>Schinus molle</i>	-	-	ZOO
<i>Schinus terebinthifolius</i>	X	-	ZOO
<i>Tapirira guianensis</i>	X	X	ZOO
<b>Annonaceae</b>			
<i>Rollinia laurifolia</i>	-	X	ZOO
<b>Asteraceae</b>			
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	-	-	ANEMO
<i>Vernonia polyanthes</i>	-	-	ANEMO
<b>Bignoniaceae</b>			
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	X	-	ANEMO
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	-	X	ANEMO
<i>Tabebuia serratifolia</i>	-	X	ANEMO
<i>Tecoma stans</i>	X	-	ANEMO
<b>Burseraceae</b>			
<i>Protium heptaphyllum</i>	-	X	ZOO
<b>Celtidaceae</b>			
<i>Celtis iguanea</i>	-	X	ZOO
<b>Erythroxylaceae</b>			
<i>Erythroxylum deciduum</i>	-	X	ZOO
<b>Euphorbiaceae</b>			
<i>Alchornea triplinervea</i>	-	X	ZOO
<i>Croton urucurana</i>	X	X	AUTO/HIDRO
<i>Pera glabrata</i>	-	X	ZOO
			Continua...

Continuação			
<i>Sebastiania schottiana</i>	X	-	AUTO/HIDRO
<b>Fabaceae/Caesalpinioideae</b>			
<i>Bauhinia longifolia</i>	-	X	AUTO
<i>Copaifera langsdorffii</i>	X	X	ZOO
<i>Hymenaea courbaril</i>	X	X	ZOO
<i>Senna macranthera</i>	X	X	AUTO
<i>Senna multijuga</i>	X	-	AUTO
<i>Senna spectabilis</i>	X	-	AUTO
<b>Fabaceae/Faboideae</b>			
<i>Erythrina falcata</i>	X	-	AUTO
<i>Lonchocarpus guillemianus</i>	-	X	ANEMO
<i>Machaerium stipitatum</i>	-	X	ANEMO
<i>Platypodium elegans</i>	-	X	ANEMO
<i>Sesbania sesban</i>	X	-	AUTO
<b>Fabaceae/Mimosoideae</b>			
<i>Anadenanthera colubrina</i>	X	-	ANEMO
<i>Inga affinis</i>	X	X	ZOO
<i>Inga marginata</i>	X	-	ZOO
<i>Mimosa bimucronata</i>	X	-	AUTO
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	X	-	AUTO
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	X	-	ANEMO
<b>Flacourtiaceae</b>			
<i>Casearia decandra</i>	-	X	ZOO
<i>Casearia lasiophylla</i>	-	X	ZOO
<i>Casearia sylvestris</i>	-	X	ZOO
<b>Lacistemataceae</b>			
<i>Lacistema hasslerianum</i>	-	X	ZOO
<b>Lauraceae</b>			
<i>Nectandra nitidula</i>	-	X	ZOO
<i>Ocotea corymbosa</i>	-	-	ZOO
<b>Lythraceae</b>			
<i>Lafoensia pacari</i>	-	-	ANEMO
<b>Melastomataceae</b>			
<i>Miconia chartacea</i>	-	X	ZOO
<i>Tibouchina candolleana</i>	-	X	ANEMO
<i>Tibouchina ursina</i>	-	X	ANEMO
<b>Meliaceae</b>			
<i>Guarea guidonia</i>	-	X	ZOO
<b>Moraceae</b>			
<i>Ficus</i> sp.	X	-	ZOO
<i>Maclura tinctoria</i>	-	X	ZOO
<b>Myrsinaceae</b>			
<i>Myrsine umbellata</i>	-	X	ZOO
			Continua...

Continuação			
<i>Rapanea ferruginea</i>	-	X	ZOO
<b>Myrtaceae</b>			
<i>Eugenia florida</i>	-	X	ZOO
<i>Myrcia tomentosa</i>	-	X	ZOO
<i>Myrcia velutina</i>	-	X	ZOO
<i>Psidium guajava</i>	X	-	ZOO
<i>Syzygium jambolanum</i>	X	-	ZOO
<b>Piperaceae</b>			
<i>Piper aduncum</i>	-	X	ZOO
<b>Rhamnaceae</b>			
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	-	-	ZOO
<b>Rubiaceae</b>			
<i>Alibertia concolor</i>	-	X	ZOO
<b>Rutaceae</b>			
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	-	X	ZOO
<b>Solanaceae</b>			
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	-	-	ZOO
<i>Solanum pseudo-quina</i>	-	-	ZOO
<b>Styracaceae</b>			
<i>Styrax ferrugineus</i>	-	X	ZOO
<b>Urticaceae</b>			
<i>Cecropia pachystachya</i>	X	-	ZOO
<b>Verbenaceae</b>			
<i>Aegiphila sellowiana</i>	-	-	ZOO

(\*) Carmo & Morellato (2001).

1. ZOO = espécies zoocóricas ou dispersas por animais, ANEMO = anemocóricas ou dispersas pelo vento, AUTO = autocóricas ou dispersas pela própria planta e HIDRO = hidrocóricas ou dispersas pela água.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) da regeneração natural no povoamento é de 2,958; já o  $H'$  da regeneração do fragmento é de 2,816. Segundo Whitmore (1990), isso é explicado pelo fato de que florestas em estágios intermediários da sucessão possuem uma maior diversidade do que florestas maduras, pois, nas primeiras, coexistem espécies pioneiras e clímax.

Em se tratando da síndrome de dispersão, 62,5% das espécies regenerantes foram classificadas como zoocóricas, 21,9% como anemocóricas e 15,6% como autocóricas e ou hidrocóricas. Das espécies regenerantes, para as quais foram encontrados indivíduos no estrato arbóreo de ambos os locais,



71,4% foram classificadas como zoocóricas e 28,6% como auto e ou hidrocóricas. Quanto às espécies que foram encontradas apenas no povoamento, 35,3% foram classificadas como zoocóricas, 23,5% como anemocóricas e 41,2% como autocóricas e ou hidrocóricas. Para as espécies encontradas apenas no fragmento, 74,2% foram classificadas como zoocóricas, 22,6% como anemocóricas e 3,2% como autocóricas. Referindo-se às espécies que não foram encontradas nos levantamentos, 66,7% foram classificadas como zoocóricas e 33,3% como anemocóricas.

Na Tabela 15 estão listadas as espécies com os dez maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs) na regeneração natural.

*Piptadenia gonoacantha* foi a espécie com maior IVIs, provavelmente, pelo fato dos indivíduos plantados produzirem uma grande quantidade de sementes que germinam abundantemente. *Nectandra nitidula*, que apresentou o segundo maior IVIs, apesar de produzir moderada quantidade de sementes viáveis (Lorenzi, 1998), estas são prontamente disseminadas por pássaros, garantindo, assim, uma ampla dispersão desta espécie. Ao comparar estas duas

TABELA 15 – Espécies arbustivo-arbóreas com os dez maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs) nos três transectos.

<b>Espécie</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVIs</b>
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	4,83	23,47	28,30
<i>Nectandra nitidula</i>	6,21	15,82	22,02
<i>Lithraea molleoides</i>	6,21	5,74	11,95
<i>Tapirira guianensis</i>	4,83	7,08	11,91
<i>Myrcia velutina</i>	4,37	4,34	8,70
<i>Rapanea ferruginea</i>	4,60	3,70	8,30
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4,60	3,19	7,79
<i>Piper aduncum</i>	3,68	2,93	6,61
<i>Vernonia polyanthes</i>	4,60	1,98	6,57
<i>Styrax ferrugineus</i>	3,91	2,17	6,08

espécies, verifica-se que *Piptadenia gonoacantha* apresenta uma frequência relativa menor que *Nectandra nitidula*. Isso mostra que esta última é melhor distribuída que a primeira, mas, a alta densidade relativa de *P. gonoacantha* contribui para o seu maior IVIs. Entre as demais espécies com maior importância na regeneração, apenas *Vernonia polyanthes* não é zoocórica, no entanto, predominou nas subparcelas invadidas pelo capim-gordura e da borda do povoamento. A zoocoria é a síndrome de dispersão mais comum em espécies arbustivo-arbóreas de florestas tropicais ombrófilas e semidecíduas (Angel-de-Oliveira, 1998).

A Figura 14 apresenta a distribuição do total de indivíduos regenerantes por classe de altura. Desse total, apenas 10% são indivíduos arbustivos ( $H_{máx} < 3$  m), indicando que o número de indivíduos arbóreos nas classes de maior altura tende a aumentar com o tempo.

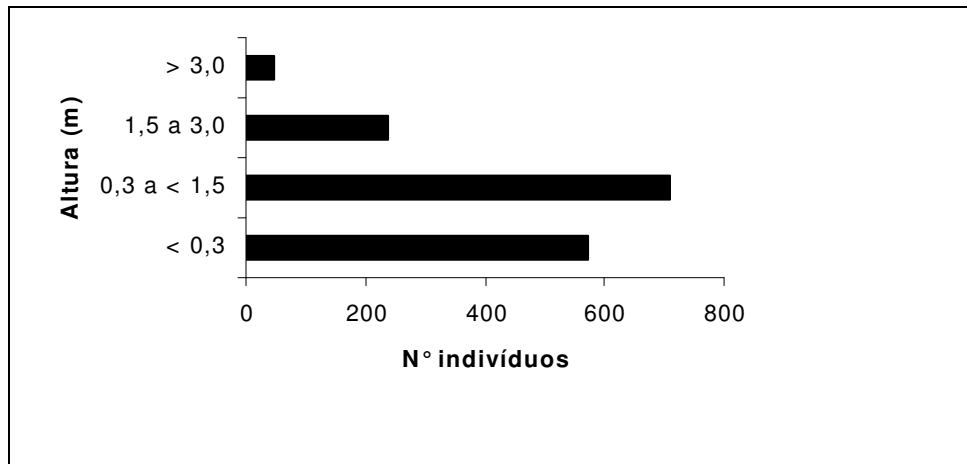


FIGURA 14 – Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos da regeneração natural em classes de altura.

### 3.3.2 A regeneração em função da distância da fonte de sementes

Na Tabela 16 estão relacionadas as espécies que apresentaram os dez maiores IVIs no Transecto A, que é o mais próximo do fragmento, estando a 5 m deste. Dentre estas espécies, apenas *Piptadenia gonoacantha* não foi encontrada no levantamento realizado no fragmento, evidenciando, assim, sua contribuição para o processo de regeneração natural.

No transecto B, que está a 40 m do fragmento, das dez espécies com maior IVIs (Tabela 17), três não foram encontradas (Tabela 14). O grande número de árvores de *Piptadenia gonoachanta* neste transecto propiciou esse grande IVIs para esta espécie, pelo fornecimento de grande número de sementes para a regeneração.

TABELA 16 – Espécies arbustivo-arbóreas com os dez maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs) no transecto A.

<b>Espécie</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVIs</b>
<i>Nectandra nitidula</i>	6,02	22,26	28,29
<i>Tapirira guianensis</i>	4,82	11,13	15,95
<i>Lithraea molleoides</i>	7,23	7,61	14,84
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	3,01	11,50	14,51
<i>Styrax ferrugineus</i>	5,42	3,53	8,95
<i>Rapanea ferruginea</i>	4,82	4,08	8,90
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	3,01	3,90	6,91
<i>Miconia chartacea</i>	3,61	2,78	6,40
<i>Myrcia velutina</i>	3,61	2,78	6,40
<i>Piper aduncum</i>	3,61	2,60	6,21

TABELA 17 – Espécies arbustivo-arbóreas com os dez maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs) no transecto B.

<b>Espécie</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVIs</b>
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	5,08	43,14	48,23
<i>Nectandra nitidula</i>	5,93	10,83	16,76
<i>Myrcia velutina</i>	5,93	5,96	11,89
<i>Lithraea molleoides</i>	5,93	4,15	10,08
<i>Piper aduncum</i>	5,08	3,79	8,88
<i>Syzygium jambolanum</i>	5,08	3,79	8,88
<i>Schinus terebinthifolius</i>	5,93	2,71	8,64
<i>Rapanea ferruginea</i>	5,08	3,25	8,33
<i>Copaifera langsdorffii</i>	4,24	3,97	8,21
<i>Tapirira guianensis</i>	3,39	4,15	7,54

Das dez espécies arbustivo-arbóreas regenerantes com maior IVIs no transecto C (Tabela 18), que dista 75 m do fragmento, quatro não foram utilizadas no plantio de recuperação e foram encontradas no fragmento (*Nectandra nitidula*, *Tibouchina ursina*, *Myrcia velutina* e *Miconia chartacea*), três são exclusivas do povoamento (*Piptadenia gonoacantha*, *Schinus terebinthifolius* e *Rapanea ferruginea*) e três foram utilizadas no plantio e

TABELA 18 – Espécies arbustivo-arbóreas com os dez maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs) no transecto C.

<b>Espécie</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVIs</b>
<i>Nectandra nitidula</i>	6,62	14,32	20,94
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	6,62	14,11	20,73
<i>Tapirira guianensis</i>	5,96	5,89	11,86
<i>Lithraea molleoides</i>	5,30	5,47	10,77
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4,64	4,63	9,27
<i>Tibouchina ursina</i>	3,97	4,63	8,61
<i>Myrcia velutina</i>	3,97	4,21	8,18
<i>Myrsine umbellata</i>	3,97	4,00	7,97
<i>Rapanea ferruginea</i>	3,97	3,79	7,76
<i>Miconia chartacea</i>	2,65	4,63	7,28

encontradas no estrato arbóreo do fragmento (*Tapirira guianensis*, *Lithraea molleoides* e *Myrsine umbellata*). Isso mostra que, apesar da distância, o fragmento contribui com grande parte dos propágulos responsáveis pela regeneração natural.

Do total de 52 espécies arbustivo-arbóreas regenerantes no transecto A, 28 são de espécies originalmente exclusivas do fragmento (54%); no transecto B são 19 de um total de 35 (54%) e, no transecto C, são 22 de um total de 45 (49%). Verifica-se, portanto, que, no transecto C, que é o mais distante do fragmento (75 m), a proporção de espécies regenerantes exclusivas do fragmento é menor.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) calculado para o fragmento foi de 2,816 e, para os transectos A, B e C, foi de 2,984; 2,315 e 3,123, respectivamente. A diversidade da regeneração não foi, portanto, reduzida para distâncias de até 75 metros, pois o transecto C, que é o mais distante do fragmento, obteve o maior índice de diversidade.

Não foi verificado efeito da distância do fragmento sobre a densidade da regeneração. A densidade absoluta da regeneração natural foi de 13.820 plantas/ha no transecto A, 16.787 plantas/ha no transecto B e 13.124 plantas/ha no transecto C. Mesmo estando mais distante do fragmento (75 m), o transecto C obteve uma densidade semelhante ao transecto A (5 m do fragmento). O transecto B obteve esta alta densidade pela existência de um grande número de indivíduos de *Piptadenia gonoacantha* regenerando sob as árvores matrizes que apresentaram grande densidade neste transecto.

A densidade encontrada no fragmento foi de 28.900 plantas/ha. Nappo et al. (2004) encontraram uma densidade de 20.500 plantas/ha para a regeneração em sub-bosque de *Mimosa scabrella*, em uma área degradada pela extração de bauxita em recuperação há 180 meses no município de Poços de Caldas, MG.

Verifica-se, assim, que a densidade da regeneração na área de empréstimo foi menor que em mata nativa e em outra área degradada.

### **3.3.3 A regeneração em função do gradiente topográfico**

Foram avaliados os parâmetros densidade absoluta, índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e altura média da regeneração, em função da variação do gradiente topográfico.

Com relação à densidade, pode-se notar um padrão que se repete nos três transectos (Figura 15). As maiores densidades são encontradas por volta das subparcelas a 25 m e a 97 m, sempre com a maior densidade na subparcela a 25 m. Essas subparcelas fazem parte das parcelas nas quais as árvores obtiveram as maiores alturas (Figura 9) e copas mais bem desenvolvidas, cujo sombreamento estaria favorecendo a germinação e o estabelecimento da regeneração de espécies clímax, bem como a exclusão das gramíneas competidoras.

As subparcelas que obtiveram as menores densidades fazem parte das parcelas que apresentaram solos com maior resistência à penetração abaixo de 30 cm de profundidade (Figura 7).

Provavelmente, as camadas de solo compactado não foram diretamente responsáveis pela diminuição da densidade da regeneração, pois, o sistema radicular destas plantas ainda não está explorando camadas mais profundas de solo. O que foi verificado é que, nestes locais de baixa densidade de regeneração, houve grande mortalidade, pela existência das camadas compactadas, de indivíduos arbóreos, além dos sobreviventes apresentarem copas pouco desenvolvidas, permitindo, assim, a invasão destes locais pelo capim-gordura, que impediria o desenvolvimento da regeneração natural.

A possibilidade do capim-gordura impedir o desenvolvimento da regeneração é confirmada por Botelho & Davide (2002), que afirmam que, na

fase de estabelecimento e crescimento inicial da regeneração, a existência de plantas invasoras pode comprometer totalmente esse estabelecimento, causando alta mortalidade. Portanto, é necessário o uso de tratamentos adequados para garantir a sobrevivência e o estabelecimento da população.

A baixa densidade encontrada a 1 m do rio, nos três transectos, pode ter sido causada pela grande quantidade de rochas que foram colocadas como proteção na sua margem.

No trabalho realizado por Sousa Júnior (2005), no entorno do reservatório de Camargos, verificou-se que a densidade da regeneração em área de campo apresentou tendência de aumento com o distanciamento da margem do lago. Nos locais em que a ocupação foi cerrado/capoeira, a densidade aumentou a partir da borda (3.344,1 plantas/ha) até o centro da faixa tampão de 100 m (4.113,8 plantas/ha), reduzindo-se a partir desse ponto. Esses padrões, mesmo sendo de áreas próximas, são diferentes dos encontrados no presente trabalho.

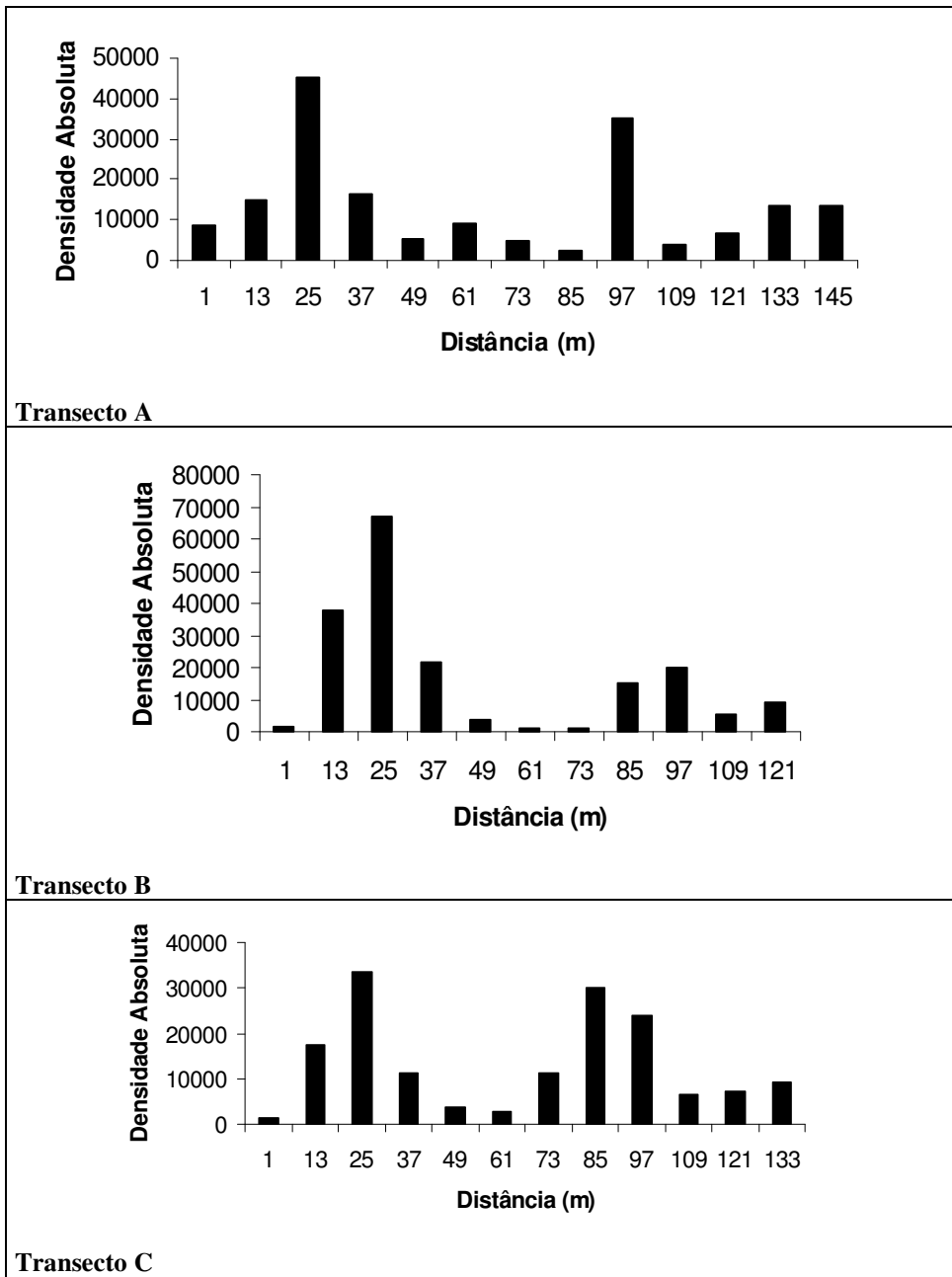


FIGURA 15 – Densidade absoluta, em plantas/ha, da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, em função da variação do gradiente topográfico.



Com relação à diversidade (Figura 16), não foi observado o mesmo comportamento com relação ao observado na densidade (Figura 15). Parece não existir nenhum padrão de diversidade em função do gradiente topográfico

Nas parcelas com as menores densidades (Figura 15), não foram observados os maiores  $H'$ . A diversidade também não diminuiu na medida em que se distanciou da margem do rio. O menor valor de diversidade foi observado na borda do rio (1 m), no transecto C, onde existe grande quantidade de rochas. Neste caso, onde há a menor diversidade, também há a menor densidade.

De modo geral, principalmente nos transectos A e B, as subparcelas que apresentaram as maiores médias de altura da regeneração (Figura 17) foram aquelas que possuem as menores densidades (Figura 15). Nessas subparcelas houve uma grande proliferação de capim-gordura, onde, provavelmente, apenas as plantas que conseguiram atingir as maiores alturas para se sobrepor ao capim, em busca de luminosidade, conseguiram sobreviver.

Segundo Martins et al. (2004), o capim-gordura é uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas. Estes mesmos autores verificaram que, devido à sua alta agressividade, ela dificulta o estabelecimento de gramíneas nativas do cerrado. O controle dessa invasora se faz necessário para o sucesso no estabelecimento da regeneração natural. Entretanto, na área degradada estudada às margens do rio Grande, essa gramínea foi útil ao proporcionar um rápido recobrimento do substrato, protegendo-o dos processos erosivos, até que as espécies arbóreas desempenhassem essa função protetora.

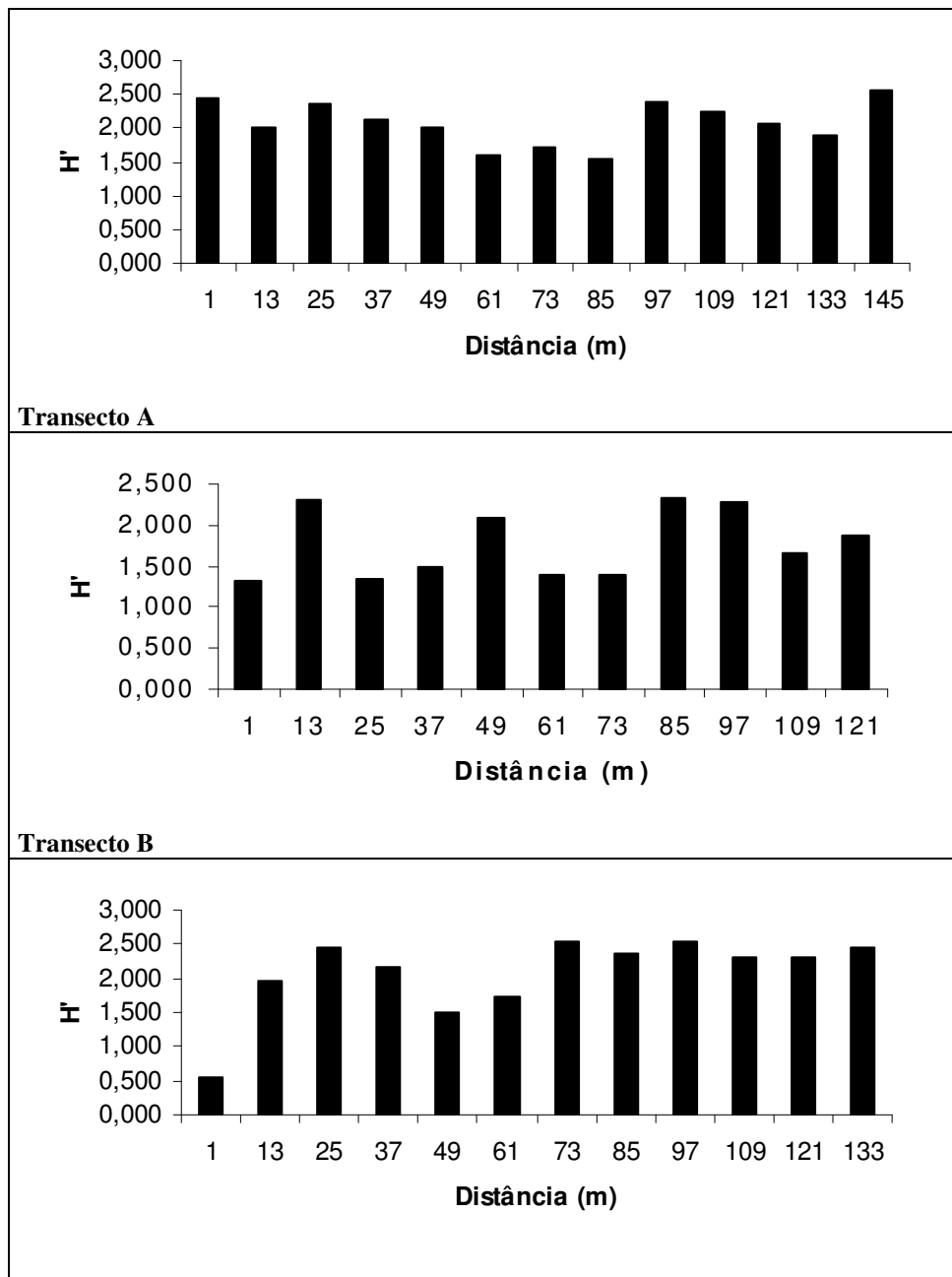


FIGURA 16 – Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, em função da variação do gradiente topográfico.

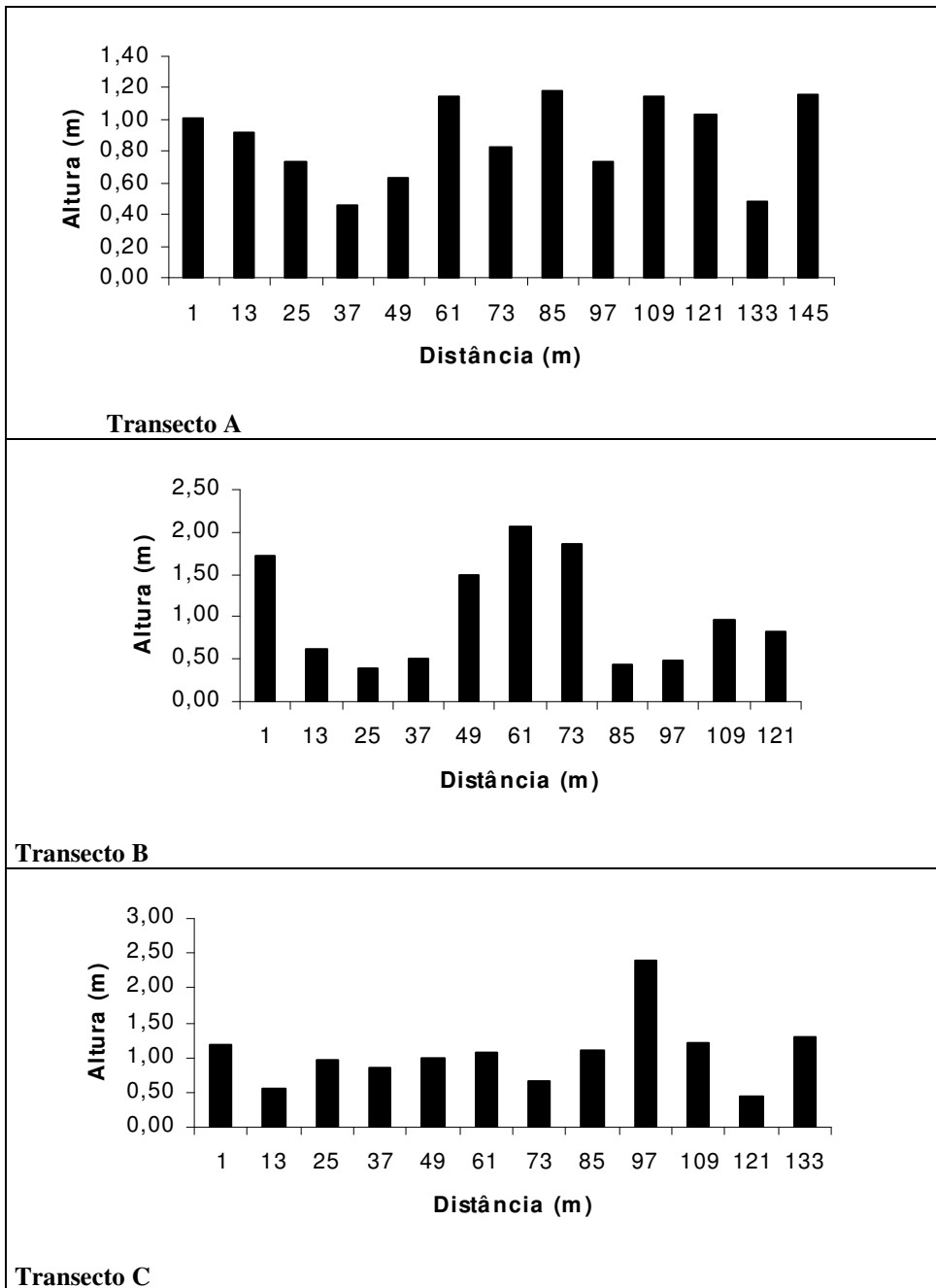


FIGURA 17 – Altura média dos indivíduos da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas, em função da variação do gradiente topográfico.

## 4 CONCLUSÕES

O modelo de recuperação utilizado na área degradada foi eficiente, pois, propiciou a proteção do solo e a ativação da sucessão, apresentando, aos 13 anos, algumas importantes características semelhantes às encontradas no fragmento de floresta nativa adjacente, como a distribuição dos indivíduos arbóreos em classes de altura e diâmetro e, a diversidade da regeneração natural.

Em relação à dinâmica de crescimento das espécies plantadas, foi verificado o aumento do ritmo de crescimento das espécies clímax após 58 meses, enquanto que a maioria das espécies pioneiras apresentou redução no ritmo de crescimento neste mesmo período, com algumas espécies como *Acacia mangium*, *A. auriculiformis* e *Croton urucurana* mostrando avançados sinais de senescência.

O crescimento das espécies plantadas foi afetado pela presença de camadas restritivas ao crescimento radicular, não sendo, entretanto, influenciado pelo gradiente topográfico. O crescimento de algumas espécies nativas, como *Piptadenia gonoacantha* e *Inga affinis*, superou o crescimento de espécies exóticas recomendadas para recuperação de áreas degradadas, como *Acacia mangium* e *A. auriculiformis*.

A diversidade da regeneração natural na área em recuperação foi semelhante a do fragmento adjacente, apresentando na sua composição 62,5% de espécies que não foram introduzidas no plantio, evidenciando a capacidade de nucleação das espécies arbóreas utilizadas no modelo de recuperação adotado.

A presença do fragmento adjacente foi importante no processo de regeneração, fornecendo 48% das espécies regenerantes. A diversidade e a densidade da regeneração mantiveram-se semelhantes até 75 metros de distância do fragmento e, não foram alteradas pelo gradiente topográfico. Entretanto, a

densidade da regeneração foi afetada negativamente pela presença do capim-gordura.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, A. P. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. 2004. 175p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ANGEL-DE-OLIVEIRA, M. M. Aves que plantam: frugivoria e dispersão de sementes por aves. **Boletim CEO**, São Paulo, n.13, p.9-12, 1998.
- ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.138, p.9-13, jun. 1986.
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSAA Special Publication, 49).
- 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.
- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Palestras...** Belo Horizonte: SOBRADE/UFLA. 2002.
- BOTREL, R. T. et al. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento de floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG, e a influência das variáveis ambientais na distribuição das espécies. 2002. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, p.195-213, 2002.
- BRADY, N. C. **The nature and properties of soils**. 11.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996. 255 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Departamento Nacional de Meteorologia**. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília, 1992. 84p.
- CARMO, M. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. In:

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas Ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 125-141.

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

CARPANEZZI, A. A. et al. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v. 3.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ/Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, 2004. Viçosa, v. 28, n.6, p.801-809.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Revegetação de área de empréstimo da Usina Hidrelétrica de Camargos (CEMIG). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., Ouro Preto, 1997. **Trabalhos voluntários...** Viçosa: SOBRADE; UFV/DPS/DEF, 1997. p. 462-473.

DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais.** Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.

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

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas.** Viçosa: UFV/Departamento de Solos/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 01-07.

EITEN, G. **Classificação da vegetação no Brasil**. Brasília: CNPq, 1983. 305p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Serviço Nacional de Conservação de Solos**: manual e métodos de análise do solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 1979.

FERREIRA, C. A. et al. *Acacia mangium*: uma nova opção para reflorestamento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão: SBS, 1990. p. 564-568.

FERREIRA, C. A. G. **Efeito do uso do solo de horizonte A e do gesso no comportamento de espécies florestais em áreas degradadas pela disposição de resíduo de bauxita**. 2001. 124p. Tese (Doutorado em Conservação e Manejo de Recursos)-Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.

GARRIDO, M. A. O. **Características silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas**. 1981. 105p. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GOULART, R. M. **Atributos de solos e comportamento de espécies florestais em processo de estabilização de voçorocas**. 2005. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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.237-250, 1987.

KAGEYAMA, P. Y. Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2. Foz do Iguaçu, 1994. **Anais...** Curitiba: FUNEP, 1994. p.569-576.

LAMPRECHT, H. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur – oriental del bosque universitario “El Caimital”, Estado Barinas. **Rev. For. Venezolana**, Mérida, v.7, n. 10/11, p. 77-119, 1964.

LEITE, H. G. et al. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamento de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.2, p.271-280, 2002.



LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992 v.1 382 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998. v.2, 352 p.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 368p.

MACHADO, E. L. M. et al. Análise comparativa da estrutura e flora do compartimento arbóreo-arbustivo de um remanescente florestal da Fazenda Beira Lago, Lavras, MG. 2004. **Revista Árvore.** Viçosa, v.28, n.4, p.499-516.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora*), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore.** Viçosa, v.28, n. 5, p.739-747, 2004.

NAPPO, M. E. et al. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore.** Viçosa, nov./dez. 2004, vol.28, no.6, p.811-829.

PEREIRA, J. A. A. **Efeitos dos impactos ambientais e da heterogeneidade ambiental sobre a diversidade e estrutura da comunidade arbórea de 20 fragmentos de florestas semidecíduas da região do Alto Rio Grande, Minas Gerais.** 2003. 156p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

PEREIRA, J. A. A. **Desempenho de espécies florestais de rápido crescimento em diferentes condições de sítio visando a recomposição de matas ciliares.** 1996. 86p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Brasília: IBAMA, 1984. v. 3. p. 230; 543.

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

SILVA, L. B. X.; TORRES, M. A. V. Espécies florestais cultivadas pela COPEL – PR (1974-1988). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE

ESSÊNCIAS NATIVAS, 2. São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Rev.Inst.Flor, 1992. v.4, p.585-594.

SOIL SURVEY STAFF. **Soil survey manual.** Washington: USDASCS, U.S. Gov, Print. Office, 1993. 437p. (Handbook, 18).

SOUSA JÚNIOR, G. A. **Zoneamento da faixa tampão do reservatório da UHE-Camargos e avaliação de sua regeneração natural.** 2005. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

STOLF, R. Teoria e tese experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n.3, p.229-235, set./dez. 1991.

STOLF, R.; FERNADES, J.; FURLANI NETO, V. L. **Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto:** modelo IAA/PLANALSUCAR/STOLF. 1983. p.1-9. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim Técnico, 1).

WHITMORE, T. C. **An introduction to tropical rain forests.** Oxford University Oxford, 1990. 226p.

## **CAPÍTULO 3**

**Avaliação do estrato arbóreo e da regeneração natural de uma área perturbada em processo de recuperação na margem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG.**

## RESUMO

FERREIRA, Wendy Carniello. Avaliação do estrato arbóreo e da regeneração natural de uma área perturbada em processo de recuperação na margem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. In: \_\_\_\_\_. **Estabelecimento de mata ciliar em áreas degradada e perturbada**. 2006. Cap.3, p.90-133. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

Este trabalho objetivou analisar o crescimento e o vigor de espécies arbóreas e arbustivas plantadas em margem de reservatório e verificar o processo de sucessão natural em função da distância do lago e ao longo da área de plantio. Aos 150 meses, no inventário das espécies arbóreas, foram medidos todos os indivíduos plantados e os da regeneração natural com DAP $\geq$ 5cm. Foram atribuídas notas que variaram de 1,0 a 5,0 para avaliação do vigor das árvores. Para o levantamento da regeneração natural, foram demarcados quatro transectos e estabelecidas três parcelas de 1x15m em cada transecto, orientadas no sentido do declive. Os resultados mostram que algumas espécies pioneiras demonstram sinais de senescência após 13 anos de plantio. As espécies clímax aumentaram o seu ritmo de crescimento no período entre 65 a 150 meses, enquanto que as pioneiras diminuíram o ritmo de crescimento neste mesmo período. Foi verificada uma grande variação de crescimento entre indivíduos da mesma espécie, evidenciando uma alta variabilidade fenotípica dentro das espécies. Foram identificadas, na regeneração natural, 55 espécies de 27 famílias. Espécies da família Asteraceae predominaram nas áreas mais alteradas, pois são adaptadas a essas condições. Houve predominância da dispersão zoocórica para as espécies regenerantes. Próximo ao reservatório foram encontradas as maiores densidades de regeneração; já a maior diversidade e a altura média foram encontradas no lado oposto do maciço florestal.

**Palavras-chave:** mata ciliar, área perturbada, recuperação de áreas degradadas, espécies florestais nativas, regeneração natural, silvicultura.

---

\*Comitê orientador: Soraya Alvarenga Botelho, UFLA (orientador); Antônio Cláudio Davide, UFLA (co-orientador).

## ABSTRACT

FERREIRA, Wendy Carniello. Evaluation of the arboreal stratum and natural regeneration in a disturbed area in process of restoration at the margins of the reservoir of the Camargos hydroelectric plant, state of Minas Gerais. In: \_\_\_\_\_. **Establishment of riparian forest in disturbed and degraded areas.** 2006. Chap.3, p.90-133. Dissertation (Master Degree in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, MG\*.

The object of this survey was to analyze the growth and vigor of arboreal and shrub species planted in a reservoir shore, and to verify the processes of natural regeneration in function of the lake distance and along the planted area. At 150 months, in the arboreal species inventory, all the planted and the natural regeneration with DBH>5 cm were measured. Grades (1.0 to 5.0) were attributed for the evaluation of the tree vigor. For the natural regeneration survey, four transects were demarcated and three 1 x 15 m plots were established in each transect, following the slope. The results showed that some of the pioneer species demonstrated senescence signs after 13 years of planting. The climax species increased the growth rhythm in the period between 65 to 150 months, while the pioneer plants decreased the growth rhythm in this same period. It was verified a substantial variation in growth among plants of the same species, evidencing a great phenotype variability within the species. In the natural regeneration, 55 species of 27 families were identified. Species of the Asteraceae family predominated in the more disturbed areas, because they are adapted to these conditions. There was predominance in zoocoric dispersion to the regenerating species. Near the reservoir a greater regeneration density was found, whereas the bigger diversity and average height were found in the opposite side of the planted area.

**Keywords** – riparian forest, disturbed area, land restoration, native forest species, natural regeneration, silviculture.

---

\*Adviser Committee: Soraya Alvarenga Botelho (advisor), UFLA; Antônio Cláudio Davide, UFLA (co-advisor).

## 1 INTRODUÇÃO

A implantação de comunidades florestais ciliares com espécies nativas em reflorestamento heterogêneo tem assumido um papel muito importante nas propostas de conservação da biodiversidade e no desenvolvimento sustentado nas regiões tropicais. A destruição de habitats por empreendimentos humanos, dentre os quais está a formação dos reservatórios de usinas hidrelétricas, tem propiciado o desaparecimento de muitas espécies vegetais e animais em níveis alarmantes.

O reflorestamento e a recuperação de áreas com ocorrência de distúrbios antrópicos têm sido muito estudados atualmente e a sucessão secundária é o conceito mais utilizado nos modelos de regeneração artificial de florestas heterogêneas, ou seja, procura-se imitar o processo pelo qual as espécies se regeneram nas florestas naturais nos trópicos (Whitmore, 1990). O entendimento de como as diferentes condições da floresta, desde as clareiras até a mata fechada, são ocupadas por diferentes grupos de espécies, pode orientar a forma como as espécies podem ser associadas.

Um dos maiores desafios na recomposição de matas ciliares está em encontrar técnicas adequadas de revegetação para uma determinada área e situação. Para isso, é necessário identificar as áreas que podem ser trabalhadas facilmente, as que podem ser melhoradas e, ainda, as que não apresentam aptidão para a formação de uma cobertura arbórea (Dutra, 2005).

Segundo Davide et al. (1996), um aspecto fundamental para a implantação de reflorestamentos ciliares em reservatórios é a escolha das espécies adequadas. Deve-se considerar que as matas ciliares compreendem ambientes diferentes, variando desde sítios méxicos, sem influência de cheias, até áreas de depleção, onde as plantas ficam parcial ou totalmente submersas durante o período de cheia dos reservatórios. Além disso, com a elevação do

nível do rio com a formação do reservatório, sítios onde antes não existia mata ciliar serão reflorestados. Portanto, a seleção adequada das espécies torna-se o ponto principal para o sucesso do plantio.

Os objetivos deste trabalho são a análise do crescimento e do vigor de espécies arbóreas e arbustivas plantadas em margem de reservatório e a verificação da sucessão natural, em função da distância do lago e ao longo da área de plantio.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área

O local onde foi instalado o experimento integra a propriedade de um produtor rural da região e faz parte do Projeto Mata Ciliar, desenvolvido no âmbito do convênio CEMIG/UFLA/FAEPE. Este reflorestamento situa-se na faixa do entorno do Reservatório de Camargos, formado pelo represamento do Rio Grande, 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. Este reservatório possui deplecionamento, ou seja, apresenta uma oscilação em seu nível que varia de 905 a 913 m de altitude (Davide et al., 1996). As informações relativas à vegetação e ao clima são as mesmas apresentadas no Capítulo 2.

Anteriormente ao plantio de recomposição da mata ciliar, a área era ocupada com o cultivo agrícola, alternando as culturas de milho e feijão. No preparo do solo (Latosolo), realizado em novembro de 1992, para a implantação da mata ciliar, foi realizado apenas o sulcamento em nível (Pereira, 1996).

Não existem fragmentos próximos a esta área, somente um “valo” que possui um resquício de vegetação nativa, sendo, portanto, a única fonte de sementes próxima.

O plantio foi realizado em dezembro do mesmo ano, em uma faixa de 30 m de largura e comprimento de, aproximadamente, 200 m (0,6 ha). As dimensões das covas foram de 30 x 30 x 30 cm. Foram plantadas mudas de 32 espécies (Tabela 19), no espaçamento de 1,5 x 3,0 m e distribuição em quincôncio. Foi efetuada uma adubação de plantio de 200 g de superfosfato simples por cova e



adubação de cobertura de 15 g de cloreto de potássio + 60 g de sulfato de amônio sob a projeção da copa das plantas, 60 dias após o plantio. Um replantio foi realizado em janeiro de 1993 (Pereira, 1996).

Em abril de 1998 (65 meses após o plantio) foi realizada uma avaliação das espécies plantadas.

TABELA 19 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas utilizadas na recuperação da área degradada na margem do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Nome comum</b>
<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Acácia mangium
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Angico
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	Arecaceae	Jerivá
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Apocynaceae	Peroba-rosa
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Pau ferro
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	Guanandí
<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	Embaúba
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	Cedro
<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae	Paineira
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Óleo-copaíba
<i>Croton floribundus</i>	Euphorbiaceae	Capixingui
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Tamboril
<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	Néspera
<i>Erythrina falcata</i>	Fabaceae/Faboideae	Mulungú
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Jatobá
<i>Inga affinis</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Ingá-doce
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	Jacarandá-mimoso
<i>Joannesia princeps</i>	Euphorbiaceae	Cotieira
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	Lythraceae	Mirindiba
<i>Lafoensia pacari</i>	Lythraceae	Dedaleiro
<i>Lithraea molleoides</i>	Anacardiaceae	Aroeira-brava
<i>Machaerium villosum</i>	Fabaceae/Faboideae	Jacandá-mineiro
<i>Mimosa scabrella</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Bracatinga
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Canafístula
<i>Persea pyrifolia</i>	Lauraceae	Maçaranduba
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Fabaceae/Mimosoideae	Pau-jacaré
<i>Platycamus regnellii</i>	Fabaceae/Faboideae	Pau-pereira

Continua...

Continuação		
<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	Goiabeira
<i>Rapanea ferruginea</i>	Myrsinaceae	Pororoca
<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	Saboneteira
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Anacardiaceae	Aroeira-vermelha
<i>Sebastiania schottiana</i>	Euphorbiaceae	Sebastiania
<i>Senna macranthera</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Fedegoso
<i>Senna multijuga</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Cássia-verrugosa
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	Solanaceae	Gravitinga
<i>Syzygium jambolanum</i>	Myrtaceae	Jambolão
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Bignoniaceae	Ipê-tabaco
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	Ipê-roxo
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	Bignoniaceae	Ipê-branco
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae	Ipê-amarelo
<i>Tapirira guianensis</i>	Anacardiaceae	Pombeiro
<i>Tipuana tipu</i>	Fabaceae/Caesalpinoideae	Tipuana
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Trema

## 2.2 Instalação e avaliação do experimento

Em junho de 2005 (150 meses após o plantio) foi realizada a avaliação do experimento. O inventário das espécies arbóreas foi realizado por meio de censo, ou seja, foram medidos todos os indivíduos de todas as espécies arbóreas plantadas. Foram incluídos, no estrato arbóreo, todos os indivíduos da regeneração natural com diâmetro a altura do peito (DAP) maior que 5 cm. A altura foi estimada e o CAP medido com o auxílio de uma trena. Foi avaliado o vigor das árvores por meio da atribuição de notas que variaram em uma escala de 1,0 a 5,0, conforme a Tabela 20.

TABELA 20 - Notas para avaliação do vigor das árvores, com as respectivas características.

NOTA	CARACTERÍSTICA DA PLANTA
5,0	Planta vigorosa com copa perfeita
4,0	Planta vigorosa com alguns galhos mortos

Continua...

Continuação	
3,0	Planta com metade dos galhos mortos
2,0	Planta senescente com alguns galhos vivos
1,0	Planta senescente com algumas folhas esparsas

Para o levantamento da regeneração natural das espécies arbustivo-arbóreas, foram demarcados quatro transectos e estabelecidas três parcelas de 15 m<sup>2</sup> (1 x 15 m) em cada transecto, num total de doze parcelas, orientadas no sentido da declividade (Figura 18). Nas parcelas de 15 m<sup>2</sup>, todos os indivíduos da regeneração natural foram identificados e medidos na altura. A regeneração na borda do povoamento foi avaliada na extremidade de cada transecto, medindo-se a projeção da copa das árvores sobre a pastagem e o quanto a regeneração avançou sob as copas.

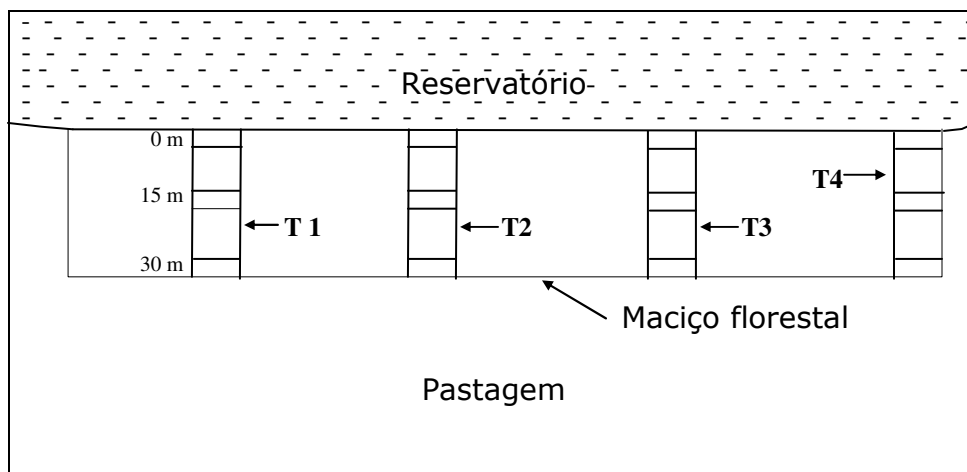


FIGURA 18 – Croqui da área do experimento no entorno do reservatório da UHE Camargos.

Todas as espécies não identificadas no local foram coletadas e herborizadas para posterior identificação no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL).

Também foi realizada uma análise completa do solo, para o quê foi retirada uma amostra por transecto, na camada de 0 a 20 cm de profundidade.

### **2.3 Análise dos dados**

Para a análise dos dados foram utilizados os mesmos procedimentos para os dados do Capítulo 2.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Resultado da análise do solo

Analisando-se os resultados apresentados nas Tabelas 21 e 22, observa-se que existe uma grande homogeneidade das características do solo da área experimental. De modo geral, o solo apresenta acidez média, baixos níveis de P, K, Ca e Mg. Em relação à matéria orgânica, o transecto 4 apresenta um maior teor, provavelmente por se tratar de um local pouco perturbado, com menor alteração do solo pelo pisoteio do gado, menor frequência de formigueiros, maior deposição de serrapilheira e maior sombreamento. Os maiores valores de CTC e saturação por bases também são encontrados neste transecto.

Quando os resultados da análise química e de matéria orgânica do solo (Tabela 21) foram comparados com os encontrados na avaliação realizada na ocasião do plantio, verificou-se que os níveis de P, K, Ca e Mg, a CTC, a soma de bases e a saturação por bases diminuíram e os valores da acidez trocável (Al) e da acidez potencial (H+Al) e matéria orgânica aumentaram. O valor do pH foi semelhante ao da época do plantio. Os maiores níveis de nutrientes encontrados na ocasião do plantio são, provavelmente, resultantes do cultivo agrícola a que

TABELA 21 – Resultado da análise química e de matéria orgânica do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, para os quatro transectos amostrados.

Transecto/ época	pH H <sub>2</sub> O	P --mg/dm <sup>3</sup> --	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	T	V %	MO Dag/kg
T1	5,0	0,6	30	0,7	0,2	0,7	3,2	1,0	4,2	23,4	3,4
T2	5,2	0,6	28	0,7	0,2	0,6	3,2	1,0	4,2	23,3	3,7
T3	5,4	0,6	25	0,8	0,2	0,6	2,9	1,1	4,0	26,8	3,7
T4	5,4	0,6	34	0,9	0,2	0,6	3,2	1,4	4,6	30,3	4,3
Ocasião do plantio	5,4	2,0	40	1,2	0,9	0,1	4,3	2,2	6,4	34,0	3,3

SB: soma de bases trocáveis; T: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases; MO: matéria orgânica.

TABELA 22 - Resultado da análise textural do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, dos quatro transectos amostrados.

Transecto	Areia	Silte	Argila	Classe textural
1	31	14	55	Argilosa
2	31	18	51	Argilosa
3	30	31	39	Argilosa
4	28	33	39	Argilosa

a área foi submetida anteriormente ao plantio das espécies arbustivo-arbóreas.

O aumento no teor de matéria orgânica pode ter sido propiciado pela deposição de liteira proveniente das árvores do plantio de recuperação.

### 3.2 Avaliação das espécies do estrato arbóreo

#### 3.2.1 Vigor das árvores

As notas atribuídas às espécies plantadas, indicando o vigor das mesmas, encontram-se na Tabela 23. As três primeiras espécies apresentaram apenas um indivíduo. Excetuando-se essas três, verifica-se que, dentre as espécies que apresentam as dez maiores médias, sete são espécies pioneiras e três são clímax.

TABELA 23 – Notas atribuídas para avaliação do vigor das espécies arbustivo-arbóreas plantadas em área perturbada no entorno do reservatório da UHE Camargos.

Espécie	Grupo ecológico	Notas		
		Mín	Méd	Máx
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	CL	5,00	5,00	5,00
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CS	5,00	5,00	5,00
<i>Inga affinis</i>	CL	5,00	5,00	5,00
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	4,00	4,73	5,00

Continua...

Continuação				
<i>Rapanea ferruginea</i>	P	4,00	4,60	5,00
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	2,00	4,52	5,00
<i>Persea pyrifolia</i>	CL	3,00	4,50	5,00
<i>Tapirira guianensis</i>	P	2,00	4,49	5,00
<i>Lafoensia pacari</i>	P	1,00	4,43	5,00
<i>Mimosa scabrella</i>	P	3,00	4,43	5,00
<i>Lithraea molleoides</i>	P	1,00	4,36	5,00
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	CS	2,00	4,22	5,00
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	CS	3,00	4,00	5,00
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	2,00	4,00	5,00
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	3,00	4,00	5,00
<i>Platycamus regnellii</i>	CL	4,00	4,00	4,00
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL	4,00	4,00	4,00
<i>Psidium guajava</i>	CL	1,00	3,96	5,00
<i>Joannesia princeps</i>	CL	2,00	3,88	5,00
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	1,00	3,58	5,00
<i>Hymenaea courbaril</i>	CL	1,00	3,45	5,00
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	2,00	3,43	5,00
<i>Croton floribundus</i>	P	1,00	3,41	5,00
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CL	2,00	3,38	5,00
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	1,00	3,34	5,00
<i>Senna macranthera</i>	P	1,00	3,32	5,00
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	CL	1,00	3,03	5,00
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	1,00	3,00	4,00
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	1,00	2,82	5,00
<i>Eriobotrya japonica</i>	CS	1,00	2,67	4,00
<i>Caesalpinia ferrea</i>	CL	1,00	2,63	4,00
<i>Acacia mangium</i>	P	1,00	2,61	5,00
<i>Erythrina falcata</i>	CL	1,00	2,60	5,00
<i>Machaerium villosum</i>	CL	1,00	2,50	4,00
<i>Sapindus saponaria</i>	CS	2,00	2,50	3,00
<i>Senna multijuga</i>	P	1,00	2,50	4,00
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	CL	1,00	2,33	3,00
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	CL	1,00	2,11	3,00
<i>Chorisia speciosa</i>	CL	1,00	2,00	4,00
<i>Tipuana tipu</i>	CL	1,00	1,88	3,00
<i>Trema micrantha</i>	P	1,00	1,80	3,00
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P	1,00	1,00	1,00
<i>Tabebuia serratifolia</i>	CS	1,00	1,00	1,00

*Piptadenia gonoacantha* e *Anadenanthera colubrina* são plantas pioneiras de rápido crescimento e, segundo Carvalho (1994), muito vigorosas.

As outras duas espécies pioneiras de maior vigor foram *Tapirira guianensis* e *Mimosa scabrella*. Houve mortalidade de 100% dos indivíduos desta última espécie na área degradada avaliada no Capítulo 2. Contudo, nesta área perturbada, a espécie apresentou esse comportamento vigoroso, provavelmente por encontrar melhores condições de solo, prolongando, assim, o seu ciclo de vida.

Entre as dez espécies com maior vigor, observou-se que *Persea pyrifolia*, *Lafoensia glyptocarpa*, *Tabebuia impetiginosa*, *Psidium guajava* e *Joannesia princeps* eram restritas ao sub-bosque, enquanto que os indivíduos das outras quatro espécies restantes foram encontrados, em sua maioria, no dossel do povoamento. Isso confirma sua classificação nos grupos ecológicos indicados, principalmente em relação ao ritmo de crescimento.

Com relação às espécies às quais foram atribuídas as dez menores notas, apenas *Trema micrantha* e *Erythrina falcata* foram encontradas predominantemente no dossel. *T. micrantha* e *Solanum granuloso-leprosum* apresentaram sinais avançados de senescência, com grande parte dos galhos mortos.

Foi observado que a copa dos indivíduos destas espécies era muito rala, provavelmente pela grande desfolha promovida pelas formigas cortadeiras. Contudo, a maioria das folhas cortadas e carregadas pelas formigas presentes na área era de *Acacia mangium*. Esta espécie também apresentou, de modo geral, na área, claros sinais de senescência, indicando seu declínio.

Este comportamento também foi observado, e com maior intensidade, em outra área próxima, plantada na mesma época, em solo mais pobre e com presença de compactação. Estes sinais de senescência, relacionados à copa e também ao tronco, com perda de casca, dentre outros, indicam que as espécies pioneiras *Trema micrantha*, *Senna multijuga* e *Solanum granuloso-leprosum* se



encontravam no final de seu ciclo de vida aos 150 meses, aproximadamente 13 anos, na área estudada. Carvalho (1994) afirma que essas espécies possuem longevidade moderada, indicando um ciclo de vida de, no máximo, 15 anos para *T. micrantha*.

### 3.2.2 Crescimento em altura

A distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos, com desvio padrão, em classes de altura, encontra-se na Figura 19.

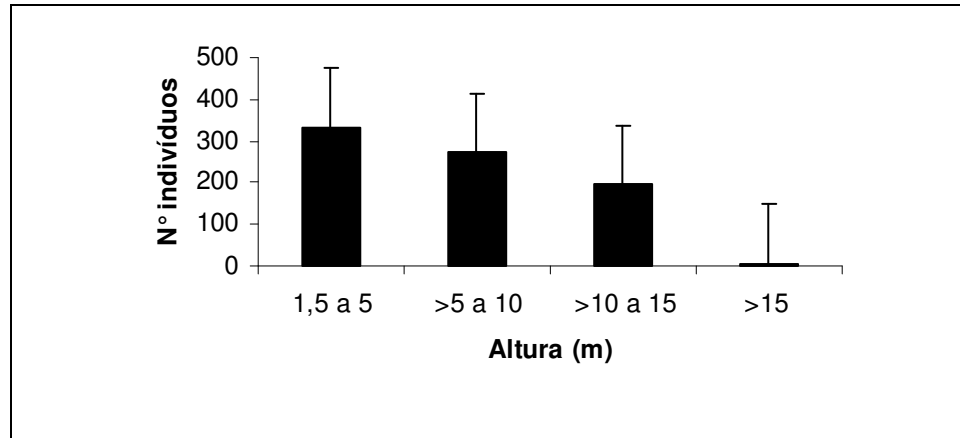


FIGURA 19 - Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos, em classes de altura e desvio padrão.

Nesta área considerada perturbada, a classe de altura com maior número de indivíduos foi a de 1,5 a 5 m. Na área degradada estudada no Capítulo 2, a grande maioria dos indivíduos permaneceu na classe de altura >5 a 10 m (Figura 8).

Na área perturbada foram avaliados os indivíduos plantados com DAP<5 cm. Este fato pode ter contribuído para esta da forma (J-invertido) de distribuição das classes de altura.

Na Tabela 24 encontram-se os dados sobre as alturas mínimas, médias e máximas dos indivíduos arbustivo-arbóreos plantados, aos 150 meses.

TABELA 24 – Grupo ecológico, altura mínima, média e máxima das espécies plantadas e regeneradas com  $DAP \geq 5$  cm em área perturbada no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 150 meses.

Espécie	Grupo ecológico	Altura (m)		
		Mín	Méd	Máx
<i>Acacia mangium</i>	P	8,0	13,1	16,0
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	6,0	12,1	16,0
<i>Mimosa scabrella</i>	P	5,0	11,1	15,0
<i>Croton floribundus</i>	P	2,0	10,2	15,0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	4,0	9,9	14,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	3,0	9,8	15,0
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	3,0	8,7	15,0
<i>Senna macranthera</i>	P	3,0	8,6	13,0
<i>Senna multijuga</i>	P	3,0	8,5	13,0
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	CL	8,0	8,0	8,0
<i>Trema micrantha</i>	P	4,0	7,2	12,0
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	6,0	7,0	8,0
<i>Tapirira guianensis</i>	P	3,0	7,0	15,0
<i>Erythrina falcata</i>	CL	3,0	6,0	10,0
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P	6,0	6,0	6,0
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL	6,0	6,0	6,0
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	CL	5,0	6,0	7,0
<i>Lithraea molleoides</i>	P	3,0	5,9	8,0
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CS	4,0	5,7	8,0
<i>Persea pyrifolia</i>	CL	2,5	5,4	7,0
<i>Lafoensia pacari</i>	CL	4,0	5,3	7,0
<i>Matayba elaeagnoides</i>	CL	4,0	5,3	6,0
<i>Aegiphila sellowiana</i>	P	5,0	5,0	5,0
<i>Inga affinis</i>	CL	5,0	5,0	5,0
<i>Myrcia tomentosa</i>	CL	5,0	5,0	5,0
<i>Rapanea ferruginea</i>	P	4,0	5,0	6,0
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	2,5	4,7	9,0
<i>Ceiba speciosa</i>	CL	1,8	4,7	7,0
<i>Hymenaea courbaril</i>	CL	2,0	4,7	6,0
<i>Joannesia princeps</i>	CL	1,8	4,5	8,0

Continua...

Continuação				
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	CL	2,0	4,4	8,0
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	CL	3,5	4,3	5,0
<i>Rollinia laurifolia</i>	CL	4,0	4,3	5,0
<i>Symplocos pubescens</i>	CL	3,0	4,3	6,0
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	1,5	4,3	6,0
<i>Tabebuia serratifolia</i>	CS	4,0	4,3	5,0
<i>Myrcia velutina</i>	nc	2,2	4,2	6,0
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	2,0	4,2	7,0
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	CL	1,8	4,1	7,0
<i>Platycyamus regnellii</i>	CL	4,0	4,0	4,0
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	1,5	3,9	5,0
<i>Tipuana tipu</i>	CL	2,0	3,9	5,0
<i>Caesalpinia ferrea</i>	CL	2,0	3,8	6,0
<i>Eriobotrya japónica</i>	CS	2,5	3,8	5,0
<i>Psidium guajava</i>	CL	2,5	3,8	6,0
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	CS	1,6	3,6	7,0
<i>Machaerium villosum</i>	CL	2,0	3,5	6,0
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	2,0	3,4	4,0
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	CL	2,5	3,2	4,0
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	CL	1,8	3,1	5,0
<i>Vernonia polyanthes</i>	P	3,0	3,0	3,0
<i>Sapindus saponaria</i>	CS	1,5	2,5	3,0

*Zanthoxylum rhoifolium*, *Matayba elaeagnoides*, *Aegiphila sellowiana*, *Myrcia tomentosa*, *Daphnopsis fasciculata*, *Rollinia laurifolia*, *Symplocos pubescens*, *Myrcia velutina* e *Vernonia polyanthes* são espécies que não foram plantadas, mas apresentaram alguns indivíduos regenerados com DAP $\geq$ 5 cm e foram, portanto, incluídas no estrato arbóreo.

Dentre as espécies que apresentaram as dez maiores alturas médias neste experimento, *Acacia mangium*, *Piptadenia gonoacantha* e *Anadenanthera colubrina* também permaneceram entre as espécies de maior altura média na área degradada do Capítulo 2 (Tabela 4). Verifica-se, novamente, a superioridade do crescimento dos indivíduos da família Fabaceae, pois, das dez espécies de maior altura média, oito pertencem a essa família, que contribuiu com apenas 31% das espécies plantadas.

As espécies arbustivo-arbóreas com os dez maiores IMA, aos 65 meses, são mostradas na Tabela 25. *Acacia mangium* apresentou um IMA, aos 65 meses, que se destacou sobre as demais espécies, confirmando seu caráter de planta agressiva e de rápido crescimento inicial. É interessante notar, entre essas dez espécies, a presença de três espécies clímax, *Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina falcata* e *Peltophorum dubium*, que, teoricamente, deveriam apresentar um crescimento inicial mais lento que o das pioneiras. *Senna multijuga*, *Trema micrantha* e *S. macranthera* apresentaram IMA aproximadamente 50% maior nesta avaliação (65 meses) do que na área degradada estudada no capítulo 2. Isso provavelmente ocorreu por terem encontrado melhores condições de crescimento neste sítio considerado perturbado, sem apresentar sinais de degradação do solo.

TABELA 25 - Espécies do estrato arbóreo que apresentaram os dez maiores IMA em altura, no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 65 meses.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA 65 meses (m/ano)</b>
<i>Acacia mangium</i>	P	2,4
<i>Mimosa scabrella</i>	P	1,9
<i>Senna multijuga</i>	P	1,8
<i>Croton floribundus</i>	P	1,7
<i>Trema micrantha</i>	P	1,6
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	1,4
<i>Senna macranthera</i>	P	1,3
<i>Erythrina falcata</i>	CL	1,2
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	1,2
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	1,1

Os dez maiores IMA, aos 150 meses, são mostrados na Tabela 26. A participação de espécies clímax permaneceu a mesma nesse grupo.

Observa-se que todas as dez espécies de maior IMA, aos 65 meses, tiveram seu valor reduzido aos 150 meses (Tabelas 25 e 26), evidenciando uma redução no ritmo de crescimento após a fase inicial de rápido crescimento nos 65 meses iniciais.

*Acacia mangium* teve seu ritmo de crescimento em altura diminuído a menos da metade, em relação aos 65 meses (Tabela 25), mas, seu IMA, aos 150 meses, foi superior ao encontrado aos 155 meses na área degradada (Capítulo 2). *Piptadenia gonoacantha* apresentou o segundo maior IMA aos 150 meses, tendo, aos 65 meses, apresentado 1,1 m/ano, classificando-se como o 11º IMA. Este fato mostra que, em comparação com as demais, esta espécie tem um crescimento inicial mais lento, destacando-se após os primeiros anos. Apesar de serem esperadas melhores condições para o crescimento na área perturbada avaliada neste capítulo, *P. gonoacantha* apresentou um IMA de 1,1 m, aos 155

TABELA 26 - Espécies do estrato arbóreo que apresentaram os dez maiores IMA, em altura, no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 150 meses.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA 150 meses (m/ano)</b>
<i>Acacia mangium</i>	P	1,0
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	1,0
<i>Mimosa scabrella</i>	P	0,9
<i>Croton floribundus</i>	P	0,8
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	0,8
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	0,8
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	0,7
<i>Senna macranthera</i>	P	0,7
<i>Senna multijuga</i>	P	0,7
<i>Arecastrum romanzoffianum*</i>	CL	0,6

\* Espécie não avaliada aos 65 meses

meses, na área degradada e de 1,0 na área perturbada, aos 150 meses. As espécies *Mimosa scabrella*, *Senna macranthera*, *Croton floribundus*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Peltophorum dubium* tiveram seu IMA reduzido em, aproximadamente, 50%, em relação aos 65 meses (Tabela 25).

Na Tabela 27 faz-se a comparação entre o IMA apresentado aos 150 meses por algumas espécies plantadas em área perturbada no entorno do reservatório de Camargos, avaliadas no presente trabalho e em outros plantios em áreas perturbadas, em várias regiões do país.

Apenas 19% destas espécies apresentaram um crescimento superior na área de estudo em comparação às demais localidades. A falta de informação sobre as condições edafo-climáticas das outras áreas não permite que se afirme quais seriam as possíveis causas para essa tendência de menor crescimento das espécies na área de estudo.

TABELA 27 - Comparação do IMA, em altura (m/ano), de algumas espécies plantadas no entorno do reservatório da UHE Camargos, no local do experimento e em outros povoamentos com idades semelhantes.

<b>Espécie</b>	<b>IMA Camargos</b>	<b>IMA</b>
<i>Acacia mangium</i>	1,0	1,8 (108 meses) <sup>1</sup>
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	1,0	1,1 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,8	1,6 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,8	0,8 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Peltophorum dubium</i>	0,7	0,7 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,5	0,4 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Lafoensia pacari</i>	0,4	1,0 (60 meses) <sup>2</sup>
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,4	0,7(168 meses) <sup>2</sup>
<i>Joannesia princeps</i>	0,4	1,6 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0,4	0,6 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Syzygium jambolanum</i>	0,3	1,3 (60 meses) <sup>2</sup>
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,3	0,8 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,3	0,5 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Tipuana tipu</i>	0,3	1,0 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,3	0,7 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Aspidosperma polyneurom</i>	0,2	0,4 (60 meses) <sup>2</sup>

(1): Franke et al. (2002). (2): Silva & Torres (1992).

Confirma-se a variação no crescimento das espécies, em função da interação entre as espécies e, mais particularmente, do genótipo, e as condições ambientais dos sítios de plantio, que são os fatores que controlam os processos fisiológicos que resultam no crescimento das árvores.

Observa-se, na Tabela 28, que, no grupo das espécies que apresentaram os dez maiores incrementos relativos ao período entre 65 a 150 meses, apenas três são pioneiras. Espécies de estágios mais avançados da sucessão, inclusive três clímax tolerantes à sombra, foram maioria neste grupo. Esses fatos podem indicar que o povoamento se encontra numa fase intermediária de crescimento, com redução no crescimento das espécies pioneiras, que apresentaram maior crescimento inicial e aumento no ritmo de crescimento das espécies clímax. A espécie *Piptadenia gonoacantha* destaca-se pelo incremento neste período e pela altura média alcançada aos 150 meses (12,1 m), o que, acrescido do maior vigor entre as espécies plantadas, demonstra ser uma espécie que deverá se destacar neste próximo período de crescimento.

TABELA 28 - Incremento em altura, relativo ao período de 65 a 150 meses (85 meses), das espécies arbustivo-arbóreas avaliadas em abril de 1998 e junho de 2005.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>Incremento (%)</b>
<i>Hymenaea courbaril</i>	CL	172,22
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	108,53
<i>Joannesia princeps</i>	CL	106,32
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	CS	90,64
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	73,03
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	68,85
<i>Caesalpinia ferrea</i>	CL	66,97
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	65,99
<i>Sapindus saponaria</i>	CS	61,29
<i>Tapirira guianensis</i>	P	52,72
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL	50,00

Continua...

Continuação		
<i>Psidium guajava</i>	CL	47,69
<i>Persea pyrifolia</i>	CL	47,39
<i>Eriobotrya japonica</i>	CS	46,50
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	CL	43,94
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	39,45
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	39,11
<i>Machaerium villosum</i>	CL	32,78
<i>Chorisia speciosa</i>	CL	32,01
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	CL	31,60
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	30,90
<i>Senna macranthera</i>	P	24,69
<i>Croton floribundus</i>	P	10,32
<i>Mimosa scabrella</i>	P	10,00
<i>Tipuana tipu</i>	CL	9,67
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P	7,40
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	CL	2,91
<i>Acacia mangium</i>	P	0,66
<i>Erythrina falcata</i>	CL	-6,80
<i>Senna multijuga</i>	P	-9,21
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	-11,60
<i>Trema micrantha</i>	P	-17,14

Das espécies que apresentaram os dez menores incrementos relativos ao período 65 a 150 meses (Tabela 28), *Croton floribundus*, *Mimosa scabrella*, *Acacia mangium*, *Erythrina falcata*, *Senna multijuga* e *Trema micrantha* estavam entre as dez espécies que apresentaram o maior crescimento nos primeiros 65 meses (Tabela 25). Essas espécies, portanto, possuem um crescimento inicial rápido, mas, posteriormente, diminuem muito o ritmo de crescimento, com sinais de senescência e com queda dos galhos mais altos, resultando em incrementos negativos.



### 3.2.3 Crescimento em diâmetro

A distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos em classes de diâmetro é apresentada na Figura 20.

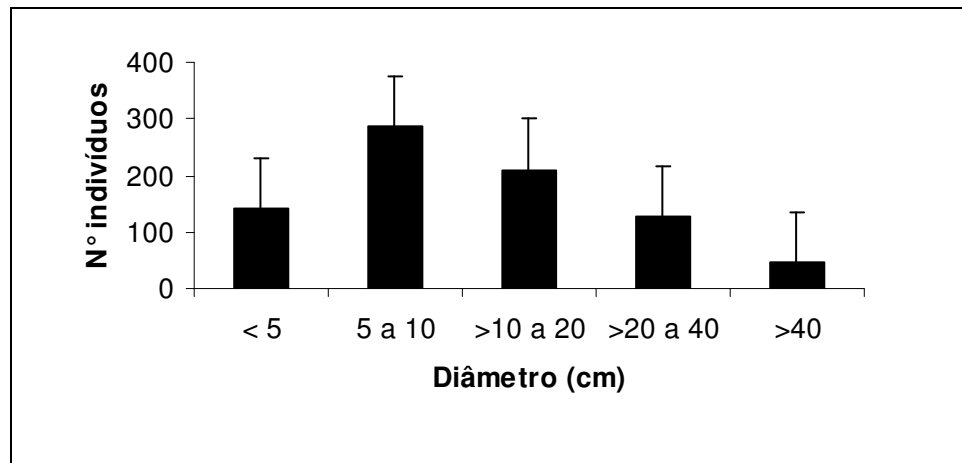


FIGURA 20 - Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos em classes de diâmetro e desvio padrão.

Nesta área também foram incluídos os indivíduos plantados com DAP<5 cm, que ocorreram em número considerável. A distribuição dos indivíduos com DAP>5 cm possui a forma de “J-invertido”, que é comum em florestas nativas e que foi encontrada no povoamento avaliado na área degradada.

Com relação às espécies que apresentaram os dez maiores DAP médios (Tabela 29), sete são da família Fabaceae que, novamente, obteve os melhores desempenhos. As espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *Arecastrum romanzoffianum*, *Inga affinis* e *Peltophorum dubium* se destacaram entre os maiores DAP, mesmo sendo classificadas como espécies clímax exigentes de luz. Além de apresentarem as maiores alturas médias (Tabela 24), *Acacia mangium* e *Piptadenia gonoacantha* também apresentaram os maiores DAP médios.

TABELA 29 – Grupo ecológico, DAP mínimo, médio e máximo das espécies arbustivo-arbóreas plantadas no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 150 meses de idade.

Espécie	Grupo ecológico	DAP (cm)		
		Mín	Méd	Max
<i>Acacia mangium</i>	P	10,50	37,86	57,14
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	10,19	21,85	38,96
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	3,82	20,60	67,67
<i>Trema micrantha</i>	P	9,87	19,67	30,30
<i>Mimosa scabrella</i>	P	9,87	18,64	26,20
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	CL	18,14	18,14	18,14
<i>Croton floribundus</i>	P	3,82	16,73	32,50
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	7,32	16,22	28,65
<i>Inga affinis</i>	CL	16,17	16,17	16,17
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	6,18	13,84	25,78
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CS	7,64	13,79	22,22
<i>Senna multijuga</i>	P	5,73	13,05	24,67
<i>Senna macranthera</i>	P	4,14	13,02	23,68
<i>Tapirira guianensis</i>	P	3,50	12,09	24,10
<i>Chorisia speciosa</i>	CL	2,23	9,61	29,60
<i>Lithraea molleoides</i>	P	3,18	9,45	17,28
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	6,05	9,23	14,96
<i>Erythrina falcata</i>	CL	3,82	9,00	14,67
<i>Persea pyrifolia</i>	CL	1,59	8,54	13,05
<i>Sebastiania schottiana</i>	P	5,73	8,52	12,96
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	3,18	8,02	13,05
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P	7,64	7,64	7,64
<i>Lafoensia pacari</i>	CL	6,68	7,59	8,91
<i>Joannesia princeps</i>	CL	0,95	7,36	30,56
<i>Myrcia velutina</i>	nc	7,32	7,32	7,32
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	1,59	7,16	18,46
<i>Matayba elaeagnoides</i>	CL	5,41	7,11	8,91
<i>Aegiphila sellowiana</i>	P	6,05	6,05	6,05
<i>Daphnopsis fasciculata</i>	CL	5,00	5,89	7,00
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	CL	5,73	5,89	6,05
<i>Myrcia tomentosa</i>	CL	5,73	5,73	5,73
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL	5,73	5,73	5,73
<i>Vernonia polyanthes</i>	P	5,67	5,67	5,67

Continua...

Continuação				
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	1,91	5,66	13,50
<i>Platycyamus regnellii</i>	CL	5,41	5,41	5,41
<i>Rollinia laurifolia</i>	CL	5,00	5,41	8,59
<i>Hymenaea courbaril</i>	CL	1,91	5,36	9,23
<i>Symplocos pubescens</i>	CL	5,09	5,31	5,41
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	CL	2,86	5,31	6,68
<i>Machaerium villosum</i>	CL	2,23	5,20	9,23
<i>Psidium guajava</i>	CL	2,23	5,07	9,23
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	CS	0,95	5,03	9,10
<i>Rapanea ferruginea</i>	P	2,86	4,97	8,59
<i>Caesalpinia ferrea</i>	CL	2,23	4,80	8,28
<i>Tipuana tipu</i>	CL	2,23	4,26	7,00
<i>Jacarandá mimosifolia</i>	CL	1,59	4,19	8,28
<i>Eriobotrya japonica</i>	CS	2,55	4,14	5,09
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	CL	2,86	3,93	5,73
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	1,59	3,91	7,26
<i>Tabebuia serratifolia</i>	CS	2,55	3,18	4,14
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	CL	0,64	2,55	4,77
<i>Sapindus saponaria</i>	CS	0,64	2,14	3,15

*Calophyllum brasiliense* destacou-se no crescimento em diâmetro (13,79 cm), superando espécies pioneiras e clímax exigentes de luz.

A variação entre os valores do diâmetro para a mesma espécie demonstra a grande variabilidade fenotípica dentro das espécies, podendo ser observada mesmo nas espécies com maior DAP médio (Tabela 29), como *Enterolobium contortisiliquum*, de 3,82 a 67,67 cm, *Croton floribundus*, de 3,82 a 32,50 cm, dentre outras.

Na avaliação aos 65 meses, das dez espécies que apresentaram os maiores IMA em DAP (Tabela 30), oito são pioneiras e duas clímax. Como era esperado, a proporção de pioneiras foi maior nesta fase do que aos 150 meses (Tabela 31), pois, estas apresentam um crescimento inicial mais rápido.

TABELA 30 - Espécies do estrato arbóreo que apresentaram os dez maiores IMA, em DAP, no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 65 meses de idade.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA (cm/ano)</b>
<i>Acacia mangium</i>	P	3,77
<i>Trema micrantha</i>	P	2,27
<i>Mimosa scabrella</i>	P	2,24
<i>Senna multijuga</i>	P	1,99
<i>Croton floribundus</i>	P	1,81
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	1,76
<i>Senna macranthera</i>	P	1,61
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P	1,28
<i>Erythrina falcata</i>	CL	1,23
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	1,20

Com relação aos dez maiores IMA aos 150 meses (Tabela 31), *Acacia mangium* apresentou crescimento superior ao das demais espécies. *Piptadenia gonoacantha*, mesmo sendo pioneira, aumentou seu ritmo de crescimento em um estágio mais avançado. As demais espécies mostradas na Tabela 30 apresentaram menor IMA aos 150 meses, quando comparado ao obtido aos 65 meses. É interessante notar que *Piptadenia gonoacantha*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Anadenanthera colubrina* e *Inga affinis* apresentaram um IMA, em DAP, aos 150 meses, na área perturbada (Tabela 31) menor do que o encontrado na área degradada (Capítulo 2, Tabela 11), mesmo com solo em melhores condições.

TABELA 31 - Espécies do estrato arbóreo que apresentaram os dez maiores IMA, em DAP, no entorno da Usina Hidrelétrica de Camargos, aos 150 meses de idade.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>IMA (cm/ano)</b>
<i>Acacia mangium</i>	P	3,03
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	1,75
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	1,65
<i>Trema micrantha</i>	P	1,57

Continua...

Continuação		
<i>Mimosa scabrella</i>	P	1,49
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	CL	1,45
<i>Croton floribundus</i>	P	1,34
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	1,30
<i>Inga affinis</i>	CL	1,29
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	1,11

Comparando-se o IMA, em DAP, apresentado aos 150 meses, por algumas espécies plantadas em área perturbada no entorno do reservatório de Camargos, avaliadas no presente trabalho com o de outros plantios em áreas perturbadas em várias regiões do país (Tabela 32), verifica-se que aqueles da área de estudo são, em sua maioria, menores que os encontrados em outros povoamentos. O crescimento, em DAP, dos indivíduos de *Acacia mangium* e

TABELA 32 - Comparação do IMA, em DAP (cm/ano), de algumas espécies arbustivo-arbóreas plantadas no entorno do reservatório da UHE Camargos, no local do experimento, aos 150 meses e em outros povoamentos com idades semelhantes.

Espécie	IMA Camargos	IMA
<i>Acacia mangium</i>	3,03	2,50 (108 meses) <sup>1</sup>
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	1,75	0,90 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1,65	1,10 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Anadenanthera colubrina</i>	1,30	2,20 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Peltophorum dubium</i>	1,10	1,00 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Lafoensia pacari</i>	0,61	1,60 (60 meses) <sup>2</sup>
<i>Joannesia princeps</i>	0,59	2,00 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Syzygium jambolanum</i>	0,57	2,6 (60 meses) <sup>2</sup>
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,46	0,70 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,45	0,80 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,43	0,60 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0,42	0,60 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Caesalpinia ferrea</i>	0,38	0,70 (168 meses) <sup>2</sup>
<i>Tipuana tipu</i>	0,34	1,10 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,31	0,50 (120 meses) <sup>2</sup>
<i>Aspidosperma polyneurom</i>	0,20	0,60 (60 meses) <sup>2</sup>

(1): Franke, et al. (2002). (2): Silva & Torres (1992).

*Piptadenia gonoacantha* apresentaram crescimento em diâmetro 100% maior no presente experimento.

Os dados da Tabela 33 mostram o incremento relativo, em DAP, relativo ao período 65 a 150 meses (85 meses).

TABELA 33 – Incremento, em DAP, relativo ao período de 65 a 150 meses (85 meses) das espécies arbustivo-arbóreas avaliadas em abril de 1998 e junho de 2005.

<b>Espécie</b>	<b>Grupo ecológico</b>	<b>Incremento (%)</b>
<i>Lafoensia glyptocarpa</i>	CS	351,11
<i>Hymenaea courbaril</i>	CL	336,46
<i>Caesalpinia ferrea</i>	CL	293,59
<i>Persea pyrifolia</i>	CL	283,33
<i>Joannesia princeps</i>	CL	249,06
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	241,78
<i>Tapirira guianensis</i>	P	226,59
<i>Copaifera langsdorffii</i>	CS	223,03
<i>Psidium guajava</i>	CL	195,04
<i>Anadenanthera colubrina</i>	P	191,13
<i>Syzygium jambolanum</i>	CL	187,86
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	166,47
<i>Machaerium villosum</i>	CL	151,28
<i>Peltophorum dubium</i>	CL	147,47
<i>Eriobotrya japonica</i>	CS	143,75
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL	125,00
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	CL	124,24
<i>Sapindus saponaria</i>	CS	124,17
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL	120,02
<i>Tipuana tipu</i>	CL	90,29
<i>Acacia mangium</i>	P	88,33
<i>Chorisia speciosa</i>	CL	79,01
<i>Croton floribundus</i>	P	73,64
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	CL	63,13
<i>Trema micrantha</i>	P	62,87
<i>Mimosa scabrella</i>	P	56,07
<i>Senna macranthera</i>	P	52,06
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	50,73

Continua...

Continuação		
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	CL	42,14
<i>Erythrina falcata</i>	CL	37,73
<i>Senna multijuga</i>	P	22,90
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P	11,68

Assim como foi observado no crescimento em altura, no período de 65 a 150 meses, houve um maior ritmo de crescimento das espécies clímax e redução no ritmo de crescimento das pioneiras com o aumento da idade.

*Acacia mangium*, *Trema micrantha*, *Mimosa scabrella*, *Senna multijuga* e *Croton floribundus* foram as espécies que apresentaram os maiores crescimentos em DAP nos primeiros 65 meses (Tabela 30), mas que tiveram seu ritmo de crescimento bastante reduzido, permanecendo entre os menores incrementos relativos no período de 65 a 150 meses.

### 3.2.4 Densidade

A densidade de plantio foi de aproximadamente 2.222 indivíduos/ha e a densidade do estrato arbóreo, encontrada aos 150 meses após o plantio, foi de 1.345 indivíduos/ha. Houve, portanto, uma redução de 39% na densidade.

## 3.3 Regeneração natural

### 3.3.1 Composição florística

Na área estudada, sob o povoamento implantado, foram identificados 635 indivíduos arbustivo-arbóreos regenerantes, pertencentes a 55 espécies e 27 famílias.

As dez famílias que apresentaram o maior número de indivíduos, representando 90,24% do total de indivíduos regenerantes, e as que mais

contribuíram para a riqueza florística de espécies, representando 61,82% do total de espécies, são mostradas na Figura 21. Essas proporções são muito próximas das encontradas na área degradada estudada no Capítulo 2, que foram de 90,31% e 65,63%, respectivamente.

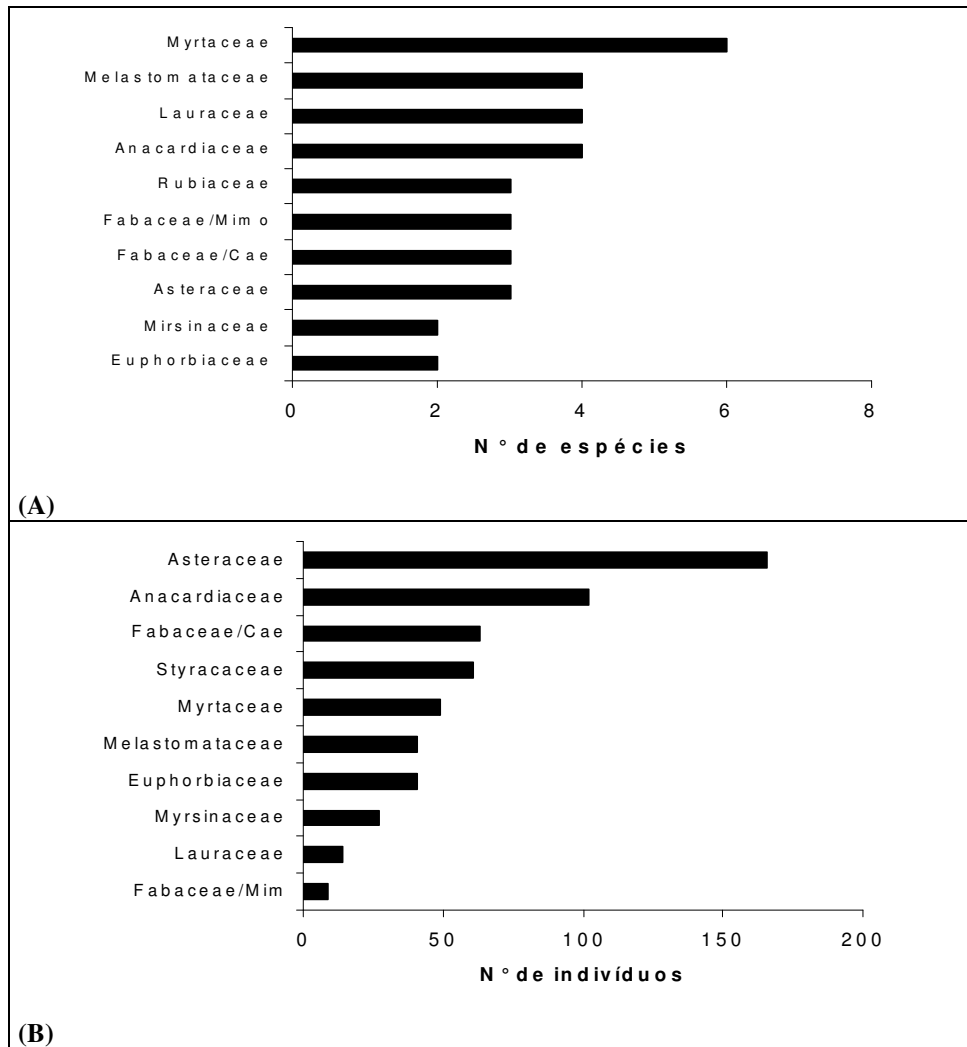


FIGURA 21 - Famílias com maior número de espécies arbustivo-arbóreas na regeneração natural (A) e famílias com maior número de indivíduos (B) na regeneração natural da área perturbada em regeneração.



Assim como ocorreu nesta área, vários levantamentos realizados na região do Alto Rio Grande (Davide et al., 2003; Pereira, 2003; Pinto, 2003; Alvarenga, 2004 e Sousa Júnior, 2005) também verificaram que a família Myrtaceae foi a que mais se destacou em riqueza de espécies.

Davide et al. (2003) e Sousa Júnior (2005) também encontraram um maior número de indivíduos para a família Asteraceae, na faixa do entorno dos reservatórios da UHE Funil e UHE Camargos, respectivamente, ambas localizadas no Alto Rio Grande. Este último autor afirma que esta família, que é representada, em sua maioria, por espécies de porte arbustivo, é muito comum em ambientes alterados.

A família Styracaceae destacou-se em número de indivíduos, porém, todos os indivíduos pertencem à mesma espécie (*Styrax ferrugineus*). Além desta, mais doze famílias apresentaram apenas uma espécie. Assim como ocorreu na área degradada, aproximadamente metade das famílias apresentou apenas uma espécie.

Das 55 espécies encontradas em regeneração (Tabela 34), 17 são espécies do estrato arbóreo plantadas no processo de recuperação. As outras 38 espécies,

TABELA 34 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas encontradas na regeneração natural da área perturbada em recuperação no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, presença ou não destas espécies no estrato arbóreo do povoamento e síndrome de dispersão.

<b>Família/Espécie</b>	<b>Presença da espécie no plantio</b>	<b>Síndrome de dispersão<sup>2</sup> (*)</b>
<b>Anacardiaceae</b>		
<i>Lithraea molleoides</i>	X	ZOO
<i>Schinus terebinthifolius</i>	X	ZOO
<i>Tapirira guianensis</i>	X	ZOO
<i>Tapirira obtusa</i>	-	ZOO

Continua...

Continuação		
<b>Annonaceae</b>		
<i>Rollinia laurifolia</i>	-	ZOO
<b>Asteraceae</b>		
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	-	ANEMO
<i>Gochnatia polymorpha</i>	-	ANEMO
<i>Vernonia polyanthes</i>	-	ANEMO
<b>Bignoniaceae</b>		
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	X	ANEMO
<b>Clusiaceae</b>		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	X	HIDRO/ZOO
<b>Erythroxylaceae</b>		
<i>Erythroxylum deciduum</i>	-	ZOO
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	-	ZOO
<b>Euphorbiaceae</b>		
<i>Croton floribundus</i>	X	AUTO
<i>Sebastiania schottiana</i>	X	AUTO
<b>Fabaceae/Caesalpinioideae</b>		
<i>Copaifera langsdorffii</i>	X	ZOO
<i>Senna macranthera</i>	X	AUTO
<i>Senna multijuga</i>	X	AUTO
<b>Fabaceae/Mimosoideae</b>		
<i>Anadenanthera colubrina</i>	X	ANEMO
<i>Mimosa scabrella</i>	X	AUTO
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	X	ANEMO
<b>Flacourtiaceae</b>		
<i>Casearia decandra</i>	-	ZOO
<b>Lacistemataceae</b>		
<i>Lacistema hasslerianum</i>	-	ZOO
<b>Lauraceae</b>		
<i>Nectandra nitidula</i>	-	ZOO
<i>Nectandra oppositifolia</i>	-	ZOO
<i>Ocotea pulchella</i>	-	ZOO
<i>Persea pyrifolia</i>	X	ZOO
<b>Lythraceae</b>		
<i>Lafoensia pacari</i>	-	ANEMO
<b>Melastomataceae</b>		

Continua...

Continuação		
<i>Miconia chartacea</i>	-	ZOO
<i>Miconia pepericarpa</i>	-	ZOO
<i>Miconia tristis</i>	-	ZOO
<i>Tibouchina ursina</i>	-	ANEMO
<b>Myrsinaceae</b>		
<i>Myrsine umbellata</i>	-	ZOO
<i>Rapanea ferruginea</i>	X	ZOO
<b>Myrtaceae</b>		
<i>Eugenia florida</i>	-	ZOO
<i>Gomidesia eriocalyx</i>	-	ZOO
<i>Gomidesia gardneriana</i>	-	ZOO
<i>Myrcia tomentosa</i>	-	ZOO
<i>Myrcia velutina</i>	-	ZOO
<i>Psidium firmum</i>	-	ZOO
<b>Piperaceae</b>		
<i>Piper aduncum</i>	-	ZOO
<b>Rubiaceae</b>		
<i>Alibertia concolor</i>	-	ZOO
<i>Psychotria tristicula</i>	-	ZOO
<i>Rudgea viburnoides</i>	-	ZOO
<b>Rutaceae</b>		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	-	ZOO
<b>Sapindaceae</b>		
<i>Cupania vernalis</i>	-	ZOO
<i>Matayba elaeagnoides</i>	-	ZOO
<b>Sapotaceae</b>		
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	-	ZOO
<b>Siparunaceae</b>		
<i>Siparuna apiosyce</i>	-	ZOO
<i>Siparuna guianensis</i>	-	ZOO
<b>Solanaceae</b>		
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	X	ZOO
<i>Solanum lycocarpum</i>	-	ZOO
<b>Styracaceae</b>		
<i>Styrax ferrugineus</i>	-	ZOO
<b>Symplocaceae</b>		

Continua...

<b>Continuação</b>		
<i>Symplocos pubescens</i>	-	ZOO
<b>Urticaceae</b>		
<i>Cecropia pachystachya</i>	X	ZOO
<b>Verbenaceae</b>		
<i>Aegiphila sellowiana</i>	-	ZOO

(\*) Carmo & Morellato (2001).

2. ZOO = espécies zoocóricas ou dispersas por animais, ANEMO = anemocóricas ou dispersas pelo vento, AUTO = autocóricas ou dispersas por estratégias da própria planta e HIDRO = hidrocóricas ou dispersas pela água.

ou seja, 70%, são originárias de propágulos vindos de fora da área experimental. Esse fato indica que o plantio de árvores foi um fator importante de atração da fauna dispersora de sementes. Na área degradada estudada, essa proporção foi de 56%.

Das espécies regenerantes, 76% possuem síndrome de dispersão zoocórica, 15% anemocórica e 9% autocórica. Dentre as espécies que não possuem indivíduos adultos plantados no estrato arbóreo, 87% são zoocóricas e 5% anemocóricas.

A importância da zoocoria para a regeneração natural nesta área foi maior do que a apresentada na área degradada (Capítulo 2), que apresentou 62,5% de espécies com dispersão zoocórica. A provável explicação para este fato é que, por não haver um fragmento de mata próximo, é necessário que os propágulos percorram maiores distâncias e as espécies zoocóricas têm capacidade de dispersar-se por maiores distâncias.

Segundo Carmo & Morellato (2001), em florestas semidecíduas, a proporção de espécies zoocóricas é próxima de 60%, em matas ciliares é próxima de 75% e em florestas ombrófilas é próxima de 90%. É interessante notar que, apesar de não ser originalmente um local onde existia mata ciliar, a área estudada apresentou uma proporção de espécies zoocóricas próxima do que é originalmente encontrado em matas ciliares. Além disso, nas espécies que não

apresentam indivíduos arbóreos plantados, a proporção de zoocoria é próxima do que é encontrado em florestas ombrófilas.

Com relação às espécies que apresentaram os dez maiores IVIs (Tabela 35), seis apresentam síndrome de dispersão zoocórica, duas anemocórica e duas autocórica. Os grandes valores de IVIs apresentados pelas espécies *Vernonia polyanthes* e *Baccharis dracunculifolia*, são sinais de distúrbios dentro do povoamento, pois estas são espécies típicas de áreas abertas.

Observa-se que *Lithraea molleoides* é a espécie de porte arbóreo com o maior IVIs. Isso confirma o que tem sido observado em várias áreas perturbadas na região, onde esta espécie se destaca como uma das mais importantes na colonização pela regeneração natural.

TABELA 35 – Espécies arbustivo-arboreas regenerantes na área perturbada em recuperação, com os dez maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs).

<b>Espécie</b>	<b>FR</b>	<b>DR</b>	<b>IVIs</b>
<i>Vernonia polyanthes</i>	5,98	15,43	21,41
<i>Lithraea molleoides</i>	5,43	9,76	15,20
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	4,35	10,55	14,90
<i>Styrax ferrugineus</i>	4,35	9,45	13,80
<i>Tapirira guianensis</i>	5,98	5,35	11,33
<i>Myrcia velutina</i>	5,43	5,20	10,63
<i>Senna macranthera</i>	2,72	4,72	7,44
<i>Senna multijuga</i>	3,80	3,31	7,11
<i>Myrsine umbellata</i>	3,80	2,99	6,80
<i>Miconia chartacea</i>	2,17	4,25	6,43

A distribuição do total de indivíduos regenerantes por classe de altura (Figura 22) é semelhante à que foi encontrada na área degradada estudada no Capítulo 2.

Aproximadamente 91% dos indivíduos da regeneração natural, com DAP<5 cm, apresentam altura menor que 1,5 m. Deve-se considerar que indivíduos originários da regeneração natural que apresentaram DAP≥5 cm foram incluídos no estrato arbóreo. A altura média da regeneração na área perturbada foi de 0,61 m.

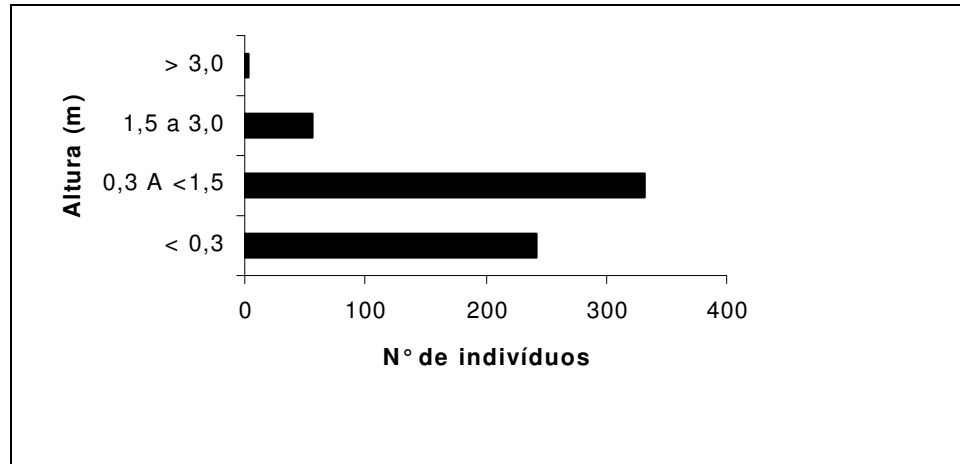


FIGURA 22 – Distribuição dos indivíduos arbustivo-arbóreos da regeneração natural em classes de altura.

O índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) calculado para a regeneração natural foi de 3,117. Este valor foi maior que os valores encontrados no estudo anterior (Capítulo 2), com 2,958 para a área degradada e 2,816 para o fragmento. Nappo et al. (2004) encontraram um  $H'$  de 2,977 para a regeneração em um sub-bosque de *Mimosa scabrella* em área minerada de extração de bauxita em Poços de Caldas, MG, aos 216 meses de idade e Motta (2003) encontrou valores de  $H'$  para a regeneração natural em povoamentos puros de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.,

também em Poços de Caldas, variando entre 1,890 e 2,800. Verifica-se, portanto, nesta área, uma diversidade maior, apesar de não haver fragmentos significativos próximos.

### 3.3.2 Regeneração em função da distância do reservatório e entre os transectos

Na área experimental, próximo aos primeiros transectos (principalmente ao transecto 1), o gado transita com frequência para beber água no reservatório. Pode-se verificar, pela Tabela 36, que, no transecto 1, a soma do IVIs das espécies *Vernonia polyanthes* e *Baccharis dracunculifolia* é de 68,96. Porém, no transecto 4, que quase não apresenta sinais da presença do gado, a soma do IVIs destas espécies é de 20,84 (6,74% para *B. dracunculifolia*). O fato de estas espécies serem características de ambientes que sofrem distúrbios frequentes explica, portanto, a diminuição do IVIs das mesmas do transecto 1 para o transecto 4.

TABELA 36 – Espécies arbustivo-arbóreas com os cinco maiores índices de valor de importância simplificado (IVIs) em cada transecto e respectivas frequências e densidades relativas.

Transecto	Espécie	FR	DR	IVI
1	<i>Vernonia polyanthes</i>	11,11	26,09	37,20
	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	11,11	20,65	31,76
	<i>Tapirira guianensis</i>	7,41	11,96	19,36
	<i>Lithraea molleoides</i>	7,41	9,78	17,19
	<i>Senna multijuga</i>	7,41	8,70	16,10
2	<i>Lithraea molleoides</i>	6,67	19,25	25,92
	<i>Vernonia polyanthes</i>	4,44	15,49	19,94
	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	4,44	11,74	16,18
	<i>Sebastiania schottiana</i>	2,22	12,21	14,43
	<i>Myrsine umbellata</i>	6,67	6,10	12,77

Continua...

Continuação				
3	<i>Vernonia polyanthes</i>	5,88	17,16	23,05
	<i>Styrax ferrugineus</i>	5,88	11,94	17,82
	<i>Myrcia velutina</i>	5,88	11,19	17,08
	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	3,92	9,70	13,62
	<i>Copaifera langsdorffii</i>	5,88	5,22	11,11
4	<i>Styrax ferrugineus</i>	4,92	19,90	24,82
	<i>Senna macranthera</i>	4,92	13,78	18,69
	<i>Vernonia polyanthes</i>	4,92	9,18	14,10
	<i>Myrcia velutina</i>	4,92	5,61	10,53
	<i>Tapirira guianensis</i>	4,92	4,08	9,00

Observa-se que o somatório da densidade relativa (DR) das cinco espécies de maior valor varia de 77,18% a 52,55%, com valores decrescentes do transecto 1 para o 4, indicando uma maior distribuição no número de indivíduos por espécies seguindo este gradiente.

Na Figura 23, é apresentada a variação da densidade absoluta da regeneração natural dentro de cada transecto e em função da distância do reservatório.

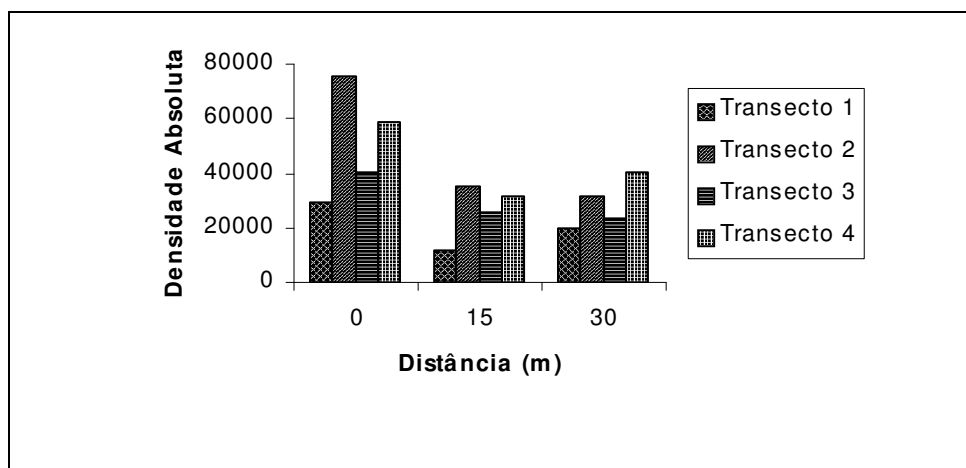


FIGURA 23 - Densidade absoluta da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas dentro de cada transecto e em função da distância do reservatório.



Avaliando-se a densidade em função da distância em relação ao reservatório, observa-se que as parcelas adjacentes ao reservatório apresentaram as maiores densidades em todos os transectos. Esse comportamento foi causado, provavelmente, por ser de acesso mais difícil ao gado, pois estas parcelas estão do lado oposto da pastagem. Na comparação entre transectos, o transecto 1 tem uma densidade sempre menor que os demais. É justamente próximo a esse transecto que existe uma grande quantidade de formigueiros e onde o gado transita com maior intensidade para ter acesso à água do reservatório. Esses fatores são, provavelmente, os responsáveis por essa menor densidade.

O gráfico da Figura 24 mostra a variação da diversidade ( $H'$ ) dentro de cada transecto e em função da distância do reservatório. Nota-se que o  $H'$  não apresenta um comportamento claro como o apresentado pela densidade. Os transectos 2 e 4 apresentam uma maior diversidade na borda do povoamento voltada para a pastagem e o transecto 3 apresenta um maior  $H'$  no interior do povoamento.

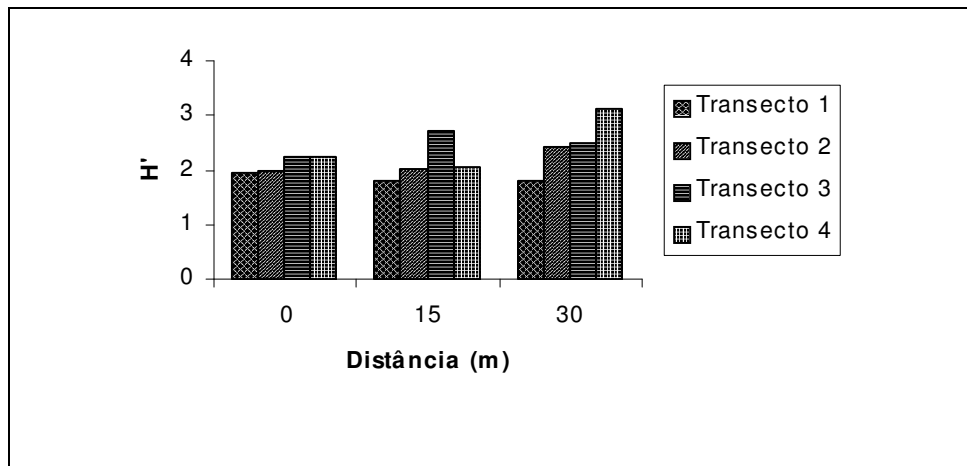


FIGURA 24 - Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas dentro de cada transecto e em função da distância do reservatório.

Comparando-se os transectos entre si, verifica-se que os transectos 3 e 4 sempre apresentam maiores H'. Algumas suposições poderiam explicar esse comportamento. Os transectos 1 e 2 sofrem mais distúrbios e possuem um grande número de indivíduos de *Vernonia polyanthes* e *Baccharis dracunculifolia*, que são adaptados a essas condições, diminuindo, assim, a diversidade de espécies. Aliado a este fato, verifica-se que os transectos 3 e 4 estão mais próximos a um “valo”, que possui uma considerável vegetação de porte arbóreo e que pode fornecer propágulos de um maior número de espécies, resultando em uma diversidade maior.

A variação da média de altura dentro de cada transecto e em função da distância do reservatório é mostrada na Figura 25. A regeneração nas parcelas próximas ao reservatório apresenta a menor média de altura, enquanto nas parcelas próximas à pastagem, apresenta a maior média de altura. Essas parcelas que estão próximas ao reservatório, apesar de apresentarem a maior densidade, possuem mais indivíduos com menores alturas. Pode-se inferir sobre um possível

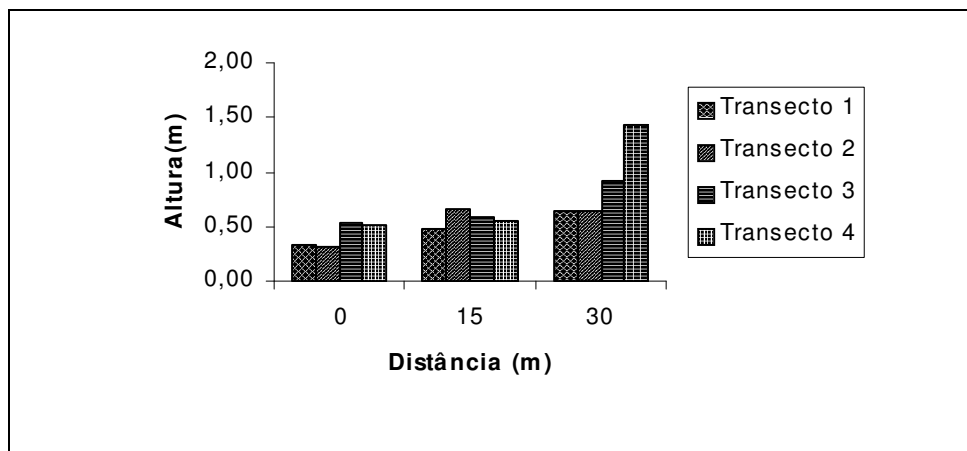


FIGURA 25 – Altura média (m) da regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas dentro de cada transecto e em função da distância do reservatório.

efeito do carreamento de nutrientes da área adjacente, que foi usada antes e depois do plantio do povoamento para agricultura.

Na comparação entre transectos, nas parcelas a 0 m e a 30 m do reservatório, os transectos 3 e 4 apresentam as maiores alturas médias. Pode-se considerar, neste caso, o efeito negativo do gado nos transectos 1 e 2, provocado pelo pisoteio e quebra dos indivíduos regenerantes ou, ainda, um possível início anterior da regeneração nos transectos 3 e 4, em função da maior proximidade do pequeno remanescente existente.

Com relação à regeneração na borda do povoamento, foi verificado que, de modo geral, a regeneração avançou até metade da projeção das copas sobre a pastagem. Os indivíduos que predominaram na borda foram das espécies *Vernonia polyanthes* e *Baccharis dracunculifolia*, que são adaptadas a ambientes abertos.

#### 4 CONCLUSÕES

O modelo implantado para a recuperação da área perturbada foi considerado eficiente, por propiciar a proteção do solo e a ativação do processo de sucessão secundária. O plantio de árvores foi, portanto, um importante fator de nucleação, atraindo diversidade biológica, pois 70% das espécies regenerantes não foram plantadas no processo de recuperação.

Com relação ao ritmo de crescimento das espécies plantadas, as pioneiras, de modo geral, apresentaram redução após 65 meses, com as espécies *Solanum granuloso-leprosum*, *Trema micrantha*, *Senna multijuga* e *Acacia mangium* demonstrando sinais de senescência. As espécies clímax exigentes de luz apresentaram incremento relativo maior, no período de 65 a 150 meses, chegando a mais de 100% para altura e 300% para o diâmetro, demonstrando que encontraram condições adequadas para o seu crescimento.

Algumas espécies como *Piptadenia gonoacantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Peltophorum dubium* e *Enterolobium contortisiliquum* destacaram-se pelo seu porte e vigor. Foram também observadas grandes variações de crescimento entre os indivíduos de uma mesma espécie, evidenciando uma alta variabilidade fenotípica dentro das mesmas.

A regeneração natural foi afetada pelo pisoteio do gado e pelo ataque de formigas. Nos locais onde estes distúrbios ocorreram com maior intensidade, houve predominância das espécies *Vernonia polyanthes* e *Baccharis dracunculifolia*, que são adaptadas a ambientes perturbados.

No geral, as maiores densidades da regeneração foram encontradas próximas ao reservatório, enquanto que a maiores diversidades e alturas médias foram encontradas do lado oposto do maciço florestal, junto à pastagem.

## 5 BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, A. P. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. 2004. 175p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, MG.
- CARMO, M. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de árvores e arbustos das matas ciliares da Bacia do Rio Tibagi, estado do Paraná, Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: USP/Fapesp, 2001. p. 125-141.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ / Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640 p.
- DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. M. T.; BOTELHO, S. A. **Identificação de áreas com potencial para regeneração natural no entorno do reservatório da UHE Funil**. Lavras: CEMAC/UFLA, 2003. 352p. (Relatório Técnico).
- DAVIDE, A. C. et al. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos – Itutinga, MG. **CERNE**, v.2, n. 1, p.20-40, 1996.
- DUTRA, G. C. **Estratificação ambiental visando à recuperação da vegetação ciliar no entorno do lago da Usina Hidrelétrica do Funil, em Minas Gerais**. 2005. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- FRANKE, I. L. et al. Crescimento de espécies arbóreas de uso múltiplo no Estado do Acre. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., Belo Horizonte, 2002. **Trabalhos voluntários...** Belo Horizonte: SOBRAD, 2002. p. 348-350.
- MOTTA, M. S. **Regeneração de espécies arbóreo-arbustivas em um mosaico de florestas nativas e plantadas no planalto de Poços de Caldas, MG**. 2003. 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- NAPPO, M. E. et al. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Benth em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.811-829, nov./dez. 2004.

**PEREIRA, J. A. A. Efeitos dos impactos ambientais e da heterogeneidade ambiental sobre a diversidade e estrutura da comunidade arbórea de 20 fragmentos de florestas semidecíduas da região do Alto Rio Grande, Minas Gerais.** 2003. 156p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

**PEREIRA, J. A. A. Desempenho de espécies florestais de rápido crescimento em diferentes condições de sítio visando a recomposição de matas ciliares.** 1996. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**PINTO, L. V. A. Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e propostas de recuperação de suas nascentes.** 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, L. B. X.; TORRES, M. A. V. Espécies florestais cultivadas pela COPEL – PR (1974-1988). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Rev.Inst.Flor, 1992. v.4, p.585-594.

**SOUSA JÚNIOR, G. A. Zoneamento da faixa tampão do reservatório da UHE-Camargos e avaliação de sua regeneração natural.** 2005. 103p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

**WHITMORE, T. C. An introduction to tropical rain forests.** Oxford University, Oxford. 1990. 226p.