

**ESTOQUE DE BIOMASSA E CARBONO E
PARÂMETROS INDICADORES DE
RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR**

WENDY CARNIELLO FERREIRA

2009

WENDY CARNIELLO FERREIRA

**ESTOQUE DE BIOMASSA E CARBONO E PARÂMETROS
INDICADORES DE RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora:
Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

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

Ferreira, Wendy Carniello.

Estoque de biomassa e carbono e parâmetros indicadores de recuperação de mata ciliar / Wendy Carniello Ferreira. – Lavras : UFLA, 2009.

163 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Soraya Alvarenga Botelho.

Bibliografia.

1. Mata ciliar. 2. Recuperação de áreas degradadas. 3. Indicadores de recuperação. 4. Sequestro de carbono. 5. Biomassa florestal. 6. Silvicultura I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.956

WENDY CARNIELLO FERREIRA

**ESTOQUE DE BIOMASSA E CARBONO E PARÂMETROS
INDICADORES DE RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada em 10 de março de 2009

Prof. Dr. Antonio Claudio Davide – UFLA

Prof. Dr. José Marcio de Mello – UFLA

Prof. Dr. Renato Luiz Grisi Macedo – UFLA

Prof. Dr. Israel Marinho Pereira – UFVJM

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

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus pais Isaias e Eleuza e à minha irmã Weiky,
que foram os principais responsáveis por eu ter chegado
até aqui.

À minha noiva Christiane, pelo grande apoio e
companheirismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência.

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

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa.

À CEMIG, pelo grande apoio para que este trabalho fosse realizado, especialmente aos senhores José Ricardo, Luiz Gonzaga e Anivaldo.

Aos grupos Carlos Lyra, Cosan e Colorado, pelo apoio ao trabalho de campo e disponibilização das áreas de estudo.

À professora Soraya, pela orientação, disponibilidade e boa convivência por todo este tempo.

Aos professores membros da banca, José Márcio de Mello, Antonio Claudio Davide, Israel Marinho Pereira e Renato Grisi Macedo, pelas sugestões e contribuições.

Aos professores do DCF José Márcio Rocha Faria, Dulcinéia de Carvalho e Ary Teixeira de Oliveira Filho, que sempre me apoiaram e foram muito importantes nesta etapa de minha vida profissional.

Aos colegas da equipe de campo José Pedro, Vanessa, Elma e Felipe, sem os quais este trabalho não seria realizado.

Aos amigos Daniel Pífano, José Carlos e Rubens, pela grande disponibilidade em ajudar.

Aos amigos da república Lécio, Everton, Gustavo, Fernando e Roger, pelos momentos de descontração e amizade.

A todas as pessoas que conheci na querida cidade de Lavras e que foram importantes para mim neste mais de cinco anos.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1.....	01
1 Introdução geral.....	01
2 Objetivos.....	03
2.1 Objetivo geral.....	03
2.2 Objetivos específicos.....	03
3 Referencial teórico.....	04
3.1 Recuperação de matas ciliares.....	04
3.2 Indicadores de recuperação e sustentabilidade de ecossistemas florestais.....	07
3.2.1 Definição.....	07
3.2.2 Indicadores vegetacionais.....	08
3.2.2.1 Crescimento e desenvolvimento das espécies implantadas.....	08
3.2.2.2 Banco de sementes.....	09
3.2.2.3 Serrapilheira.....	10
3.2.2.4 Regeneração natural.....	11
3.2.3 Indicadores edáficos.....	13
3.2.3.1 Atributos químicos.....	13
3.2.3.2 Atributos físicos.....	14
3.2.3.3 Atributos microbiológicos.....	15
3.2.4 Indicadores hidrológicos.....	17
3.2.5 Indicadores faunísticos.....	19
3.3 Biomassa e carbono.....	20
3.3.1 Carbono atmosférico e mudanças climáticas globais.....	20
3.3.2 Sequestro de carbono e as florestas.....	23
3.3.3 Biomassa florestal.....	25
3.3.4 Fixação de carbono em plantios de recuperação de matas ciliares..	26
4 Referências bibliográficas.....	27
CAPÍTULO 2: Desenvolvimento de espécies arbustivo-arbóreas dos estratos regenerante e arbóreo em plantios de recuperação de mata ciliar no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, MG-SP.....	36
Resumo.....	37

Abstract.....	38
1 Introdução.....	39
2 Material e métodos.....	41
2.1 Descrição das áreas de estudo.....	41
2.2 Método de amostragem.....	43
3 Resultados e discussão.....	45
3.1 Caracterização dos sítios de plantio.....	45
3.2 Avaliação do estrato arbóreo.....	47
3.2.1 Áreas com 15 a 17 anos de idade.....	47
3.2.2 Áreas com 9 a 13 anos de idade.....	51
3.2.3 Áreas com 4 a 8 anos de idade	58
3.3 Avaliação da regeneração natural.....	64
3.3.1 Áreas com 15 a 17 anos de idade.....	64
3.3.2 Áreas com 9 a 13 anos de idade.....	69
3.3.3 Áreas com 4 a 8 anos de idade.....	74
3.4 Análises do incremento médio anual (IMA) em função da idade do plantio.....	78
3.5 Modelagem do crescimento.....	88
4 Conclusões.....	89
5 Referências bibliográficas.....	90
CAPÍTULO 3: Estrutura e diversidade da vegetação arbustivo-arbórea como indicadores de recuperação de plantios de mata ciliar no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande.....	94
Resumo.....	95
Abstract.....	96
1 Introdução.....	97
2 Material e métodos.....	99
2.1 Caracterização da área de estudo.....	99
2.2 Inventário e avaliação da vegetação arbustivo-arbórea.....	100
3 Resultados e discussão.....	105
3.2 Caracterização do estrato arbóreo.....	105
3.2.1 Composição florística.....	105
3.2.2 Análise estrutural.....	105
3.3 Caracterização da regeneração natural.....	117
3.3.1 Composição florística.....	117
3.3.2 Análise estrutural.....	127
4 Conclusões.....	132

5 Referências bibliográficas.....	133
CAPÍTULO 4: Estoque de biomassa e carbono em plantios de recuperação de mata ciliar.....	137
Resumo.....	138
Abstract.....	139
1 Introdução.....	140
2 Material e métodos.....	143
2.1 Caracterização das áreas de estudo.....	143
2.2 Coleta de dados.....	146
2.3 Estimativa do estoque de biomassa e carbono do estrato arbustivo- arbóreo.....	146
2.4 Estimativa do estoque de carbono orgânico acumulado no solo.....	148
3 Resultados e discussão.....	150
3.1 Estimativa do estoque de biomassa e carbono do estrato arbóreo.....	150
3.2 Estimativa do estoque de carbono no solo.....	156
4 Conclusões.....	159
5 Referências bibliográficas.....	160

RESUMO GERAL

FERREIRA, Wendy Carniello. **Estoque de biomassa e carbono e parâmetros indicadores de recuperação de mata ciliar**. 2009. 163p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Os objetivos deste trabalho foram: (a) avaliar o crescimento da vegetação ciliar implantada no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, entre os estados de Minas Gerais e São Paulo; (b) avaliar a sustentabilidade dos ecossistemas estabelecidos no entorno do reservatório da UHE Volta Grande, por meio de parâmetros indicadores de recuperação, visando verificar o potencial de recuperação da biodiversidade e das funções da mata ciliar; e (c) estimar a biomassa e o carbono acumulados pelo estrato arbóreo de plantios de recuperação de mata ciliar em diferentes condições de sítio e idades na Bacia do Rio Grande, além do estoque de carbono orgânico do solo na camada de 0-20 cm. Com relação ao crescimento das espécies do estrato arbóreo, foi observado que algumas espécies nativas apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro que espécies exóticas recomendadas para recuperação de áreas degradadas. Nos plantios com 6 anos ou menos, as espécies pioneiras apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro em comparação com as climácicas. Nos povoamentos mais maduros, as espécies pioneiras em regeneração diminuíram a densidade em relação às climácicas. A contribuição do estrato arbóreo para a regeneração natural foi importante em todas as áreas, sendo mais significativa naquelas mais distantes de fragmentos de vegetação nativa. O incremento médio anual (IMA) em altura e diâmetro apresentado pelas espécies do estrato arbóreo, para todos os grupos ecológicos, decresceu com o aumento da idade dos plantios. O número de espécies encontradas no estrato arbóreo foi considerado um indicador satisfatório para que haja sustentabilidade dos plantios. Os indicadores de recuperação avaliados para a regeneração natural (densidade, riqueza de espécies e diversidade específica) apresentaram menores resultados quando em comparação a outros reflorestamentos mistos para recuperação de áreas degradadas e fragmentos de floresta estacional semidecidual. Nos plantios de mesma idade, aqueles localizados mais próximos a um fragmento florestal apresentaram maiores valores de densidade, riqueza de espécies e diversidade da regeneração natural. De maneira geral, a densidade, a altura, a riqueza e a diversidade de espécies em regeneração foram maiores nos povoamentos mais maduros. Os distúrbios antrópicos foram prejudiciais à sustentabilidade das matas ciliares em recuperação. No estudo sobre o estoque de biomassa e carbono em diferentes ambientes, os resultados mostraram que os

* Comitê orientador: Soraya Alvarenga Botelho, UFLA (orientador); José Marcio de Mello, UFLA (co-orientador).

plantios realizados em áreas degradadas não foram capazes de reter o carbono atmosférico na biomassa das árvores do mesmo modo que a floresta natural. Aqueles reflorestamentos que foram efetuados em melhores condições edáficas desempenharam a função de acumular biomassa e carbono de forma mais eficiente do que um fragmento de mata nativa. A biomassa e o carbono acumulados no estrato arbóreo foram maiores nos plantios mais maduros e localizados nos melhores sítios. Os incrementos em biomassa e carbono foram menores nos povoamentos que sofrem distúrbios freqüentes. Os povoamentos mais maduros não estocaram mais carbono no solo que os mais jovens, indicando que os plantios florestais ainda não tiveram tempo para exercer esta função de acúmulo de carbono no solo pela deposição e decomposição de serrapilheira.

Palavras-chave: mata ciliar, recuperação de áreas degradadas, indicadores de recuperação, seqüestro de carbono, biomassa florestal, silvicultura.

GENERAL ABSTRACT

FERREIRA, Wendy Carniello. **Stock of biomass and carbon and restoration indicators in riparian forest.** 2009. 163p. Thesis (Doctor's degree in Forest Engineering) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The objectives of this study were: (a) to evaluate the growth of the riparian vegetation planted around the lake of the Volta Grande Hydroelectric Plant, located between the states of Minas Gerais and São Paulo; (b) to evaluate the sustainability of the established ecosystems around the lake using indicators of restoration, aiming to verify the potential of restoration of the riparian forest functions and diversity; and (c) to estimate the biomass and the carbon accumulated by the arboreal stratum in riparian forest restoration plantings in different site conditions and ages in the Rio Grande basin, and the organic carbon stock in the topsoil layer (0-20 cm). Concerning the arboreal stratum growth, it was observed that some native species grew more than exotic species recommended for land restoration. In the plantings up to 6 years old, the pioneer species attained higher values of height and diameter than the climax species. The contribution of the arboreal stratum for the natural regeneration was more important for the plantings located far from fragments of native forests. The mean annual increment (MAI) in height and diameter of the trees decreased with the plantings age increase. The number of species found in the arboreal stratum was considered a satisfactory indicator for the plantings sustainability. The higher growth reached by the arboreal stratum of the evaluated plantings, in comparison with other riparian forest restoration plantings, can be attributed by the high fertility of the soils around the lake of the Volta Grande Hydroelectric Plant. The evaluated restoration indicators for the natural regeneration (density, species richness and diversity) presented lower results in comparison with other mixed reforestations for land restoration and fragments of semideciduous forests. Comparing plantings with the same age, those located closer to native forest fragments showed higher values of density, richness and diversity of natural regeneration. In general, the density, height, richness and diversity of the natural regeneration were higher in the older plantings. Anthropic disturbances prejudiced the sustainability of the riparian forest restoration plantings. Regarding biomass and carbon stock in different environments, the results showed that the plantings done in degraded areas were not capable to sequester the atmospheric carbon in the biomass at the same form as the native forest fragment, but those plantings in better sites performed this function more efficiently than the native forest. The biomass and the carbon accumulated in the

* Adviser committee: Soraya Alvarenga Botelho, UFLA (advisor); José Marcio de Mello, UFLA (co-advisor).

arboreal stratum were higher in the older stands and in the better sites. The increments of biomass and carbon were smaller in the stands that are frequently disturbed. The older stands did not stock more carbon in the soil than the younger ones, indicating that the riparian forest plantings did not have time yet to perform this function by the litter fall and decomposition of the organic matter.

Key words: riparian forest, land restoration, restoration indicators, carbon sequestration, forest biomass, silviculture.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ritmo de modificação dos ecossistemas naturais no Brasil tem sido muito grande, particularmente nas regiões mais populosas, em função de ocupação de terras para urbanização, desenvolvimento industrial e abertura de fronteiras agrícolas. As consequências desta ocupação desordenada, sem planejamento, incluem desde a perda da biodiversidade até a degradação do solo e seus desdobramentos diretos e indiretos na capacidade produtiva das terras agrícolas, na quantidade e na qualidade de água e na ocorrência de enchentes nas áreas urbanas, dentre outras.

Particularmente em relação às matas ciliares, tem-se observado um grau de antropismo muito grande nas áreas às margens dos cursos d'água, principalmente em função das características destes sítios que, muitas vezes, constituem as melhores opções de produção agrícola das propriedades rurais.

Para o aprimoramento das técnicas utilizadas atualmente na recuperação de ecossistemas degradados, é fundamental a realização de pesquisas sobre o sucesso dos reflorestamentos em várias condições ambientais. Nestas pesquisas, o foco deve ser, principalmente, a avaliação do potencial da vegetação estabelecida em construir e sustentar um ecossistema em equilíbrio para a manutenção dos processos ecológicos que seja capaz de se regenerar e abrigar a fauna e, num contexto mais atual, reter o carbono atmosférico de forma eficiente.

Os indicadores de recuperação são uma forma eficiente de avaliar o sucesso desses projetos de recuperação. Por meio dos indicadores, é possível definir se o projeto necessita sofrer novas interferências ou, até mesmo, ser redirecionado, visando acelerar o processo de sucessão e de restauração das

funções da mata ciliar, bem como determinar o momento em que a floresta plantada passa a ser autossustentável, dispensando novas intervenções.

As principais metas da recuperação de matas ciliares eram, até recentemente, a proteção do solo e água e o restabelecimento da diversidade biológica e dos processos ecológicos do ecossistema original. Contudo, atualmente, as pesquisas sobre restauração de florestas apresentam nova demanda, que é o papel destas na redução do gás carbônico atmosférico, pois elas podem contribuir efetivamente para reduzir os impactos ambientais do efeito estufa e das suas implicações nas mudanças climáticas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a recuperação e o potencial de fixação de carbono de plantios de matas ciliares.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o desenvolvimento da vegetação ciliar implantada no entorno de reservatório de usina hidrelétrica.

Avaliar a sustentabilidade dos ecossistemas estabelecidos, por meio de parâmetros indicadores de recuperação, visando verificar o potencial de recuperação da biodiversidade e das funções da mata ciliar.

Estimar o estoque de biomassa e carbono do estrato arbóreo em plantios de recuperação de mata ciliar, em diferentes ambientes e idades.

Estimar o estoque de carbono orgânico no solo na camada de 0-20 cm, em plantios de recuperação de mata ciliar.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Recuperação de matas ciliares

A recuperação de sítios degradados não é um processo simples, pois este teve eliminado, após distúrbios, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração bióticos, impedindo, assim, o retorno natural do ecossistema à condição inicial. Neste caso, é necessária uma forte intervenção antrópica para que sejam superados os impedimentos à recuperação natural do ecossistema, possibilitando o retorno da área à condição original ou pré-existente ou a algum estado estável permanente (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

De acordo com Carpanezzi (2005), a recuperação de um ecossistema pode ser entendida como a reconstrução de suas funções (Figura 1). Há vários objetivos opcionais que orientam a recuperação de um ecossistema degradado, que são: restauração à sua condição original de função e estrutura; reabilitação de apenas algumas características desejáveis que foram alteradas; substituição ou criação de um ecossistema novo, totalmente distinto do original e abandono, o que pode levar a um processo de sucessão ou a uma degradação futura. A restauração é um marco teórico; na prática, a reabilitação é o nível de recuperação visado.

O processo de recuperação de áreas de matas ciliares depende de vários fatores, dentre os quais se destacam: 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).

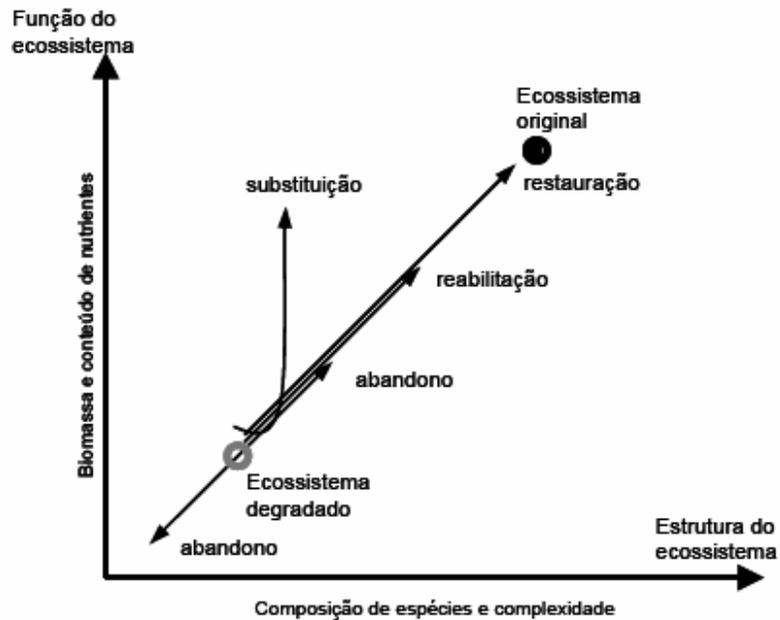


FIGURA 1 Possibilidades de desenvolvimento de um ecossistema degradado (Carpanezzi, 2005).

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 autoecologia e ao comportamento silvicultural (Faria, 1996).

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; 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).

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 (Sousa Júnior, 2005).

Em ambientes ciliares degradados, onde é necessária a recomposição da mata ciliar, Barbosa (2000) afirma que a sua implantação, bem como 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.

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 (Moreira, 2002).

3.2 Indicadores de recuperação e sustentabilidade de ecossistemas florestais

3.2.1 Definição

A expansão do número de trabalhos e de técnicas empregadas na recuperação de distintos ecossistemas criou a necessidade do estabelecimento de indicadores que possibilitem avaliações periódicas dessas propostas de recuperação, verificando se os objetivos estabelecidos foram alcançados. Sendo assim, o uso de indicadores previamente definidos e estabelecidos permite a efetiva comparação entre projetos e maior segurança na recomendação de técnicas, dependendo da situação a ser recuperada e dos objetivos propostos (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

Almeida & Sánchez (2005) afirmam que a avaliação da recuperação de ecossistemas deve ser feita mediante o uso de indicadores de desempenho baseados em parâmetros que forneçam uma informação agregada e sintética sobre algum aspecto da própria vegetação ou do solo. Por meio deles, pode-se verificar a eficiência da cobertura vegetal na proteção dos solos, a produtividade dos ecossistemas ou, mesmo, sua função como refúgio da vida silvestre.

De acordo com Poggiani et al. (1998), os indicadores, quando bem escolhidos, podem ser utilizados para interpretar os fenômenos naturais e permitem estabelecer relações de causa-efeito e fazer previsões sobre o comportamento, a médio e a longo prazo, quanto à sustentabilidade do ecossistema. Os dados, devidamente armazenados e organizados, permitirão detectar pontos críticos de funcionamento do ecossistema florestal, estabelecer correlações entre diferentes eventos e levantar hipóteses para embasar novas pesquisas com o objetivo final de averiguar a validade dos indicadores escolhidos.

Idealmente, os indicadores de desempenho deveriam ser objetivos, facilmente mensuráveis, reprodutíveis e passíveis de serem obtidos a baixo custo. Uma das vantagens do uso de indicadores é que eles possibilitam a fácil

compreensão e interpretação dos dados, por parte de diferentes categorias de interessados, como empresários, agentes públicos e comunidade em geral (Almeida & Sánchez, 2005).

3.2.2 Indicadores vegetacionais

3.2.2.1 Crescimento e desenvolvimento das espécies implantadas

A diversidade, o crescimento das árvores em altura, diâmetro e área de copa, o acúmulo de fitomassa, as características da copa, a densidade arbórea do povoamento e a evolução da área basal são indicadores que refletem bem o desempenho das espécies implantadas (Poggiani et al., 1998). Dessa forma, poderiam ser definidos níveis desejados de alguns parâmetros estruturais (densidade, riqueza de espécies, diversidade específica, equabilidade, dominância e outros), a partir dos valores desses parâmetros identificados nas formações naturais de referência, que se tornariam metas a serem atingidas nos projetos de recuperação (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

Hardt et al. (2006) utilizaram a diversidade de espécies implantadas como indicador de recuperação de plantios de mata ciliar na bacia do rio Corumbataí, no estado de São Paulo. Estes autores observaram que esses plantios apresentaram baixa riqueza florística e são mais semelhantes entre si do que fragmentos de matas ciliares naturais, pois os projetos de recuperação não são satisfatoriamente cumpridos pelos empreendedores, de modo que estão muito aquém do esperado na sua função de restaurar a biodiversidade.

Ferreira (2006), avaliando o estabelecimento de plantios de recuperação de matas ciliares às margens do rio Grande, em Minas Gerais, verificou que, em relação à dinâmica de crescimento das espécies plantadas, tanto em altura quanto em diâmetro, foi verificado aumento no ritmo de crescimento das espécies clímax após 58 meses, enquanto a maioria das espécies pioneiras apresentou redução no crescimento. Estas avaliações foram consideradas bons indicadores

de sustentabilidade, pois confirmam que o processo de sucessão secundária está ocorrendo normalmente, o que é fundamental para o estabelecimento da floresta.

Em estudo realizado por Melo et al. (2007) foi avaliada a cobertura de copas pelo método de interseção de linhas como indicador estrutural do desenvolvimento de reflorestamentos de restauração de matas ciliares em plantios jovens, com idade até 36 meses. As conclusões a que chegaram foram a de que este método é um indicador adequado para avaliação desses reflorestamentos e que modelos para a predição da cobertura de copas, em função da idade do reflorestamento, podem ser desenvolvidos, desde que consideradas as variações de idade e de qualidade de sítio, as quais podem exercer influência no desempenho de evolução da cobertura.

O uso de parâmetros estruturais como indicadores de recuperação já vem sendo avaliados por alguns autores. Nóbrega et al. (2007) concluíram que a fitossociologia realizada 10 anos após o plantio foi adequada para avaliar a efetividade de reflorestamento no processo de restauração de áreas degradadas da várzea do rio Mogi Guaçu, em São Paulo. Melo & Durigan (2007) observaram que os plantios de recuperação de mata ciliar no vale do rio Paranapanema, também em São Paulo, se aproximaram mais na formação de biomassa do que na recuperação da riqueza de espécies, em comparação com mata madura.

3.2.2.2 Banco de sementes

A recolonização pela vegetação em um ambiente perturbado ocorre, principalmente, por meio dos bancos de sementes no solo, mantendo este um papel fundamental no equilíbrio dinâmico da floresta (Schmitz, 1992).

Viana (1990) relatou que as sementes podem atuar como forma de regeneração no manejo sustentável e recuperação da floresta, atuando, assim, como um indicador dessa recuperação. Por isso, é de grande importância

conhecer o banco de sementes do solo nos diferentes estágios de desenvolvimento da floresta.

Vários estudos sobre o papel do banco de sementes sobre a restauração e como indicador de sustentabilidade de ecossistemas florestais têm sido realizados (Caldato et al., 1996; Araújo et al., 2004; Longhi et al., 2005; Gasparino et al., 2006; Melo et al., 2007). Entretanto, de acordo com Rodrigues & Gandolfi (1998), a regeneração natural pode ser avaliada considerando, em vez das sementes, a fase posterior do desenvolvimento, que é a implantação de plântulas ou de indivíduos jovens ou dos dois. Isso, além de apresentar a facilidade de qualificação e quantificação no campo, quando comparado à avaliação do banco de sementes, tem a vantagem, ainda, de mostrar uma correlação mais direta com a vegetação madura, o que nem sempre é mostrado para os trabalhos realizados com banco de sementes.

3.2.2.3 Serrapilheira

O conhecimento do comportamento das espécies em um ecossistema estável, diante das variações sazonais de clima, é primordial para se estabelecer planos e programas de recuperação de áreas degradadas. A importância de se avaliar a produção de serrapilheira está na compreensão dos reservatórios e dos fluxos de nutriente, nestes ecossistemas, os quais constituem na principal via de fornecimento de nutrientes, por meio da mineralização dos restos vegetais (Souza & Davide, 2001).

A análise qualitativa e quantitativa do material orgânico da serrapilheira, assim como sua taxa de decomposição, é muito importante para a compreensão da dinâmica e do funcionamento dos ecossistemas, pois são fatores condicionantes para a manutenção da fertilidade do solo e a sustentação de ecossistemas tropicais, por constituírem um importante processo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo (Andrade et al., 1999).

A recomposição da vegetação proporciona a formação de uma fonte constante de matéria orgânica pela deposição do material formador da serrapilheira, que recicla nutrientes oriundos do solo ou da atmosfera, contidos nos tecidos vegetais (Costa et al., 1997).

Para atender à necessidade da reposição de vegetação nativa e da restauração de áreas, os estudos sobre a produção de serrapilheira em plantios de recomposição florestal podem constituir uma ferramenta fundamental como indicadores do estágio de conservação e regeneração (Moreira & Silva, 2004).

Vários estudos confirmam que a manutenção dos ecossistemas florestais depende da ciclagem de nutrientes via produção e da decomposição da serrapilheira. A partir destes estudos, a serrapilheira tem sido recomendada como um indicador de áreas degradadas, por vários autores (Valcarcel & Silva, 1997; Poggiani et al., 1998; Rodrigues & Gandolfi, 1998; Arato et al., 2003; Garcia et al., 2005; Nunes & Pinto 2007).

3.2.2.4 Regeneração natural

A exploração racional ou a recuperação de qualquer ecossistema só podem ser planejadas a partir do conhecimento de suas dinâmicas biológicas. No que se refere ao componente vegetação, torna-se imperativo conhecer, por exemplo, como se dão os processos de regeneração natural diante das perturbações antrópicas (Pereira et al., 2001).

É por meio da regeneração natural que 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).

Atualmente, verifica-se, cada vez mais, a necessidade de conservar e recuperar a vegetação no entorno de nascentes e ao longo dos cursos d'água. Uma das alternativas para a recomposição desta vegetação é a condução da regeneração natural que, em muitos casos, apresenta-se como uma das alternativas mais promissoras, em função de aspectos como o ecológico, o silvicultural e o econômico (Alvarenga et al., 2006).

Segundo Nappo et al. (2004), a realização de estudos básicos sobre a composição florística e as relações fitossociológicas entre as espécies colonizadoras de áreas fortemente perturbadas ao longo do tempo são ferramentas importantes a serem utilizadas para nortear estratégias de reabilitação e recuperação destas, bem como possibilitar avaliações qualitativas e quantitativas das áreas sob processo de recuperação. Estes estudos propiciam também uma contribuição substancial para a conservação dos recursos genéticos e a manutenção de fragmentos florestais (Drumond & Meira Neto, 1999).

Nesse contexto, o monitoramento das comunidades que se formam em áreas restauradas é uma atividade muito importante, devendo ser efetuado tanto para permitir a correção de eventuais problemas como para a criação de uma base de dados que permita avaliar e refinar as estratégias prescritas para a restauração de áreas degradadas (Vieira & Gandolfi, 2006).

De acordo com Rodrigues & Gandolfi (1998), a diversidade da regeneração natural constitui o mais importante instrumento de avaliação e monitoramento de projetos de restauração, já que o sucesso destes projetos tem correlação estreita com a evolução da diversidade na área revegetada. Mesmo que um plantio seja realizado com uma baixa diversidade de espécies em áreas com grandes remanescentes de formações naturais, estes remanescentes poderão fornecer diversidade para a área revegetada, por meio da regeneração natural.

3.2.3 Indicadores edáficos

3.2.3.1 Atributos químicos

A avaliação dos vários indicadores de qualidade de solo é fundamental para o monitoramento de ecossistemas em reabilitação. Entretanto, segundo Rodrigues & Gandolfi (1998), não há dúvida de que o verdadeiro sucesso de projetos de recuperação de áreas degradadas, considerando sucesso mais que a simples recuperação dos atributos e da cobertura do solo, só será obtido se o ambiente for manejado de forma a recuperar a maior parte de sua diversidade biológica.

Doran & Parkin (1994) afirmam que, diante das múltiplas funções que o solo apresenta, três exigências básicas devem ser atendidas no processo de avaliação e de monitoramento da sua qualidade: 1) definir de forma adequada a função ou a finalidade a que se destina a avaliação; 2) estabelecer, entre a multiplicidade de atributos químicos, físicos e biológicos do solo, aqueles que são pontos chaves para cada função do solo e definir a forma como integrá-los e 3) definir critérios e indicadores específicos para a interpretação dos dados dos atributos selecionados, de forma a permitir estimativas confiáveis de qualidade do solo para cada função.

Segundo Chaer & Tótola (2007), para avaliar a qualidade do solo, indicadores químicos, físicos e biológicos devem ser identificados e analisados quanto à sua sensibilidade a mudanças e distúrbios causados pelo manejo. Uma vez que tenham sido definidos, esses indicadores podem ser monitorados de forma a avaliar o impacto do manejo e também das mudanças provocadas pelo processo de recuperação florestal sobre a qualidade do solo, em médio e longo prazo.

Chaer & Tótola (2007) utilizaram as seguintes características químicas como indicadores de qualidade de solo em reflorestamentos de eucalipto, em comparação com solo sob vegetação nativa: teor de matéria orgânica, pH em

CaCl², teores de P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ (resina trocadora de íons), acidez trocável (Al³⁺) e acidez potencial (H + Al), soma de bases; CTC a pH 7 e saturação por bases e saturação por Al³⁺. Esses autores concluíram que apenas os teores de K⁺ e P orgânico foram bons indicadores, sendo capazes de diferenciar solo sob vegetação nativa daqueles sob planta de eucalipto.

Em estudo desenvolvido por Ruivo (1998), as características ligadas à matéria orgânica (teores de C, P, N e biomassa microbiana) foram adequadas para separar os sítios mais degradados daqueles com menor degradação. Entretanto, os teores de C e P da biomassa microbiana foram os melhores indicadores para avaliar o estágio de recuperação de áreas degradadas, pois foram mais sensíveis às pequenas diferenças edáficas nos sítios alterados.

Neves et al. (2004) e Neves et al. (2007), trabalhando com indicadores de qualidade de solo em sistemas agrossilvipastoris, pastagem e eucalipto, concluíram que os valores de pH, bases trocáveis, P e, principalmente, carbono orgânico mostraram-se ser atributos químicos promissores para a avaliação da qualidade do solo.

3.2.3.2 Atributos físicos

Pode-se definir física do solo, de acordo com Ferreira & Dias Júnior (2002), como sendo o estudo das características e propriedades físicas do solo. As expressões “características” e “propriedades” são empregadas no sentido de se distinguir os atributos que podem ou não ser alterados com o uso e o manejo do solo. Nesse sentido, as características não são alteradas, como a distribuição das partículas do solo por classe de tamanho (textura). Já propriedades são atributos que podem ser modificados por meio da interação do solo com o meio ambiente. Portanto, somente as propriedades podem ser utilizadas como indicadores de recuperação de áreas degradadas.

O grande desafio dos estudos sobre sustentabilidade é com relação ao desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem. O uso de atributos físicos do solo para o estudo de sua qualidade apresenta vantagens relacionadas ao baixo custo, metodologias simples e rápidas e relação direta com os demais atributos químicos e biológicos do solo (Mendes et al., 2006).

Em física do solo, a qualidade está associada àquele solo que: permite a infiltração, retenção e disponibilização de água às plantas, córregos e subsuperfície; responde ao manejo e resiste à degradação; permite as trocas de calor e de gases com a atmosfera e raízes de plantas e permite também o crescimento das raízes (Reichert et al., 2003).

Os principais atributos físicos do solo que têm sendo utilizados como indicadores de recuperação são macro e microporosidade, densidade, resistência mecânica à penetração, condutividade hidráulica, distribuição de tamanhos de partículas, estabilidade de agregados, curva de retenção de água no solo e infiltrabilidade (Araújo et al., 2004; Campos & Alves, 2006; Mendes et al., 2006; Alves et al., 2007; Lima et al., 2007; Netto et al., 2007). A melhoria desses atributos indica melhor estruturação, agregação e transformação do material litólico, apontando para uma melhoria dos atributos ambientais e facilitando a colonização espontânea de espécies que contribuem para reconstrução do ecossistema (Rodrigues et al., 2002).

3.2.3.3 Atributos microbiológicos

Atualmente, considerando a importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e da atividade de biomassa microbiana podem fornecer subsídios para o planejamento do uso correto da terra (D'Andréa et al., 2002), além de atuarem

como indicadores precoces de recuperação da qualidade do solo (Valarini et al., 2003).

Silveira et al. (2006) afirmam que os microrganismos estão diretamente envolvidos nos ciclos dos nutrientes no solo e, aliada à quantificação de bactérias e fungos totais, a avaliação de determinados grupos microbianos dá indicação de como os processos bioquímicos estão ocorrendo, destacando, assim, a importância dos microrganismos e seus processos no funcionamento e equilíbrio de ecossistemas. Entre os atributos microbiológicos e bioquímicos que apresentam grande potencial de utilização como indicadores sensíveis do estresse ecológico destacam-se a densidade total de bactérias, fungos, solubilizadores de fosfato, biomassa microbiana e atividade de microrganismos heterotróficos.

Segundo Andréa & Hollweg (2004), o potencial de medidas de biomassa microbiana do solo como indicadores da bioatividade e das interferências nesse ambiente pode ser verificado pela quantidade de trabalhos publicados a esse respeito. Entretanto, uma limitação do uso deste indicador é que a comparação entre dados de diferentes autores, localidades e solos só é possível quando o método de determinação é o mesmo. No entanto, há numerosos trabalhos que propõem diferentes métodos e cálculos.

A melhoria da qualidade do solo, ao longo da evolução florestal, pode ser caracterizada indiretamente por meio da determinação da respiração microbiana, o que sugere esta análise como ferramenta indicadora de qualidade de sítio em ecossistemas florestais. Dessa forma, alguns parâmetros referentes à atividade dos microrganismos no solo podem ser utilizados como bioindicadores para avaliação do estado de equilíbrio ou desequilíbrio de ecossistemas florestais, servindo para compreender as relações existentes entre a presença e atividade de microrganismos do solo com a recuperação da vegetação de floresta (Peña et al., 2005).

3.2.4 Indicadores hidrológicos

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 e defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno (Rezende, 1998).

De acordo com Lima (1986), a cobertura florestal influencia 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. Estas influências conduzem à diminuição do processo erosivo, além de manter alta taxa de infiltração.

Portanto, conforme o que foi exposto, a análise da quantidade e da qualidade da água produzida em uma microbacia ou em uma nascente pode indicar a recuperação da vegetação, no que se refere às suas funções relativas aos recursos hídricos.

Lima et al. (2002) afirmam que são três os grupos de fatores considerados fundamentais para a estabilidade e o funcionamento hidrológico de microbacias hidrográficas. São eles: a) manutenção dos processos hidrológicos, incluindo a quantidade, o regime de vazão e a qualidade da água; b) manutenção do potencial produtivo do solo, avaliada pela biogeoquímica da microbacia e c) manutenção da biodiversidade, que está representada pela preocupação com a saúde do ecossistema ripário, que inclui a proteção vegetal adequada das zonas ripárias da microbacia.

Lima & Zakia (1998) sugerem indicadores hidrológicos para avaliação de sustentabilidade de atividades florestais, que são uma maneira prática e

integrada de visualizar melhor os conjuntos e a interação dos parâmetros descritos acima. Esses indicadores estão relacionados na Tabela 1.

TABELA 1 Indicadores hidrológicos da sustentabilidade das atividades florestais.

Impacto ambiental	Atividades causadoras	Indicadores
Macroescala		
Uso conflitivo da água	Desmatamento/ reflorestamento	Balanço hídrico regional
Desfiguração da paisagem	Substituição de ecossistemas naturais por plantações florestais	Zoneamento ecológico
Mesoescala		
Degradação microbacia	Destruição das zonas ripárias	Condições de proteção vegetal das zonas ripárias
	Sistema viário inadequado	Planejamento hidrológico das estradas e carreadores
	Compactação do solo	Taxa de infiltração
	Erosão	Práticas de conservação de solo
Microescala		
Quantidade e regime de vazão d'água	Alteração da cobertura florestal	Medição da vazão
Eutrofização dos cursos d'água e reservatórios	Adubação	Concentração de N e P na mata ciliar
Assoreamento dos cursos d'água	Erosão e sedimentação	Turbidez/concentração de sedimentos
Perda de nutrientes	Erosão, colheita florestal, preparo do solo	Condutividade elétrica, biogeoquímica da microbacia
Material orgânico	Decomposição de resíduos florestais	Oxigênio dissolvido, cor
Compostos tóxicos	Uso de defensivos	Análise do princípio ativo

Fonte: Adaptado de Lima & Zakia (1998).

3.2.5 Indicadores faunísticos

A fauna de vertebrados silvestre é composta pelos mamíferos (mastofauna), pelas aves (avifauna) e pelos répteis e anfíbios (herpetofauna), sendo os dois primeiros grupos bioindicadores mais eficientes nos monitoramentos de áreas reflorestadas (Almeida & Almeida, 1998).

A fauna dispersora que visita uma área de mata em processo de recuperação é um bom indicador deste processo, pois, quanto maior a quantidade e a versidade da fauna, principalmente da avifauna, maior seria o potencial de autorecuperação desta área (Padovezi, 2005).

As aves silvestres são reconhecidas como uma das melhores bioindicadoras dos ecossistemas terrestres, principalmente os florestais. A grande maioria das espécies da avifauna tem hábitos diurnos, apresenta plumagem colorida, tamanhos e formas variadas, podendo ser facilmente observada com binóculo. Além disso, suas vocalizações específicas auxiliam muito nas identificações. Já os mamíferos silvestres, principalmente os de grande e médio portes, também são importantes bioindicadores da qualidade dos ambientes florestais. Entretanto, a maioria das espécies tem hábito noturno, sendo de difícil observação (Almeida & Almeida, 1998).

A fauna de invertebrados que vivem na serrapilheira e no solo também é um indicador muito útil de recuperação de áreas degradadas, pois estes animais atuam em várias áreas funcionalmente importantes numa restauração de ecossistema e, às vezes, fornecem uma indicação mais sensível do que plantas das modificações do ambiente (Rosemberg et al., 1986).

De acordo com Sautter (1998), a forma mais utilizada para classificar a fauna edáfica é pelo tamanho: microfauna (Protozoa), mesofauna (Nematoda, Acari e Collembola), macrofauna (Diplopoda, Isopoda, Coleóptera, Díptera e Oligochaeta) e megafauna (vertebrados). O mesmo autor afirma que, dentro deste grupo, Acari, Collembola e Oligochaeta estão presentes em todas as fases

da sucessão, durante o processo de recuperação de áreas degradadas. Portanto, é possível encontrar, dentre estes, espécies bioindicadoras específicas para cada etapa da recuperação.

Em estudo desenvolvido por Lima et al. (2007), sobre os indicadores biológicos avaliados, a fauna edáfica de invertebrados mostrou-se mais precisa na avaliação da qualidade do solo, distinguindo de forma satisfatória as áreas sob diferentes sistemas de cultivo, em relação aos indicadores físicos e químicos testados.

Dentre os invertebrados que podem ser utilizados como indicadores, as formigas estão entre as mais apropriadas. Mais recentemente, várias pesquisas estão sendo dirigidas para a utilização de formigas como indicadores biológicos do estado de degradação ou de recuperação dos ecossistemas terrestres e em estudos de conservação da biodiversidade. Isto, em parte, deve-se ao fato de que as formigas são fáceis de coletar, relativamente fáceis de separar com relação à espécie e também por serem, geralmente, sensíveis a mudanças no ambiente (Vasconcelos, 1998). Em razão desta conexão entre os organismos e as características dos habitats, as formigas têm sido utilizadas como indicadores no monitoramento ambiental de áreas em processo de recuperação (Andersen et al., 2002; Pereira et al., 2007).

3.3 Biomassa e carbono

3.3.1 Carbono atmosférico e mudanças climáticas globais

Uma das mais graves ameaças que a humanidade atravessa é o aquecimento global, causado pela elevação da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. Estudos mostram que o aumento da concentração dos GEE, gerada, em grande parte, por atividades econômicas e industriais, poderá causar um aumento da temperatura média do planeta entre 3° a 5°C, nos próximos cem anos (Renner, 2004).

O acúmulo de gases (dióxido de carbono, metano, óxido de nitrogênio, halocarbonos, etc.) e de vapor de água, decorrentes principalmente de atividades industriais, do uso de combustível fóssil e de mudanças no uso da terra (desmatamentos e queimadas), tende a aprisionar o calor que chega à superfície do planeta na forma de radiação solar, causando aumento da temperatura. Esse fato pode levar ao aumento do nível do mar, devido ao derretimento parcial do gelo das calotas polares e a alterações nos níveis de precipitação das chuvas e de umidade dos solos, trazendo consequências imprevisíveis para a atividade agrícola e pecuária em todo o planeta. Também pode provocar alteração acelerada no equilíbrio ecológico de diversos habitats naturais, provocando o aumento das populações de pragas e o desaparecimento de várias espécies vegetais, animais e de microrganismos, com a consequente perda da diversidade genética (Gutmanis, 2004).

Cerca de sete bilhões de toneladas de dióxido de carbono são lançadas, anualmente, na atmosfera terrestre, provenientes de atividades antropogênicas, dos quais 70% resultam da queima de combustíveis fósseis e 30% de mudanças no uso da terra (desmatamentos e queimadas). Mesmo com a absorção, pelos ecossistemas terrestres e pelos oceanos, de grande parte dessa emissão, ainda restam três bilhões de toneladas anuais que ampliam paulatinamente o risco do chamado efeito estufa (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1995).

Com as evidentes consequências do aquecimento global, houve um aumento sensível nas discussões relacionadas às mudanças climáticas, principalmente a partir da década de 1980. Essas discussões levaram à criação de alguns tratados, como o Protocolo de Quioto, em 1997, que, dentre os tantos tratados lançados a respeito do meio ambiente, foi o de maior importância, por convocar os países de todo o mundo, em especial aqueles desenvolvidos, a uma redução na emissão de gases do efeito estufa, sobretudo o dióxido de carbono (Scarpinella, 2002).

Os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes do aquecimento global afetarão todos os países, mas, segundo dados do Intergovernmental Panel on Climate Change (2000), eles serão sentidos de maneira diferenciada, como descrito na Tabela 2.

TABELA 2 Possíveis impactos decorrentes do aquecimento global.

Região	Prováveis impactos
1. África	<ul style="list-style-type: none"> a. Diminuição da produtividade agrícola. b. Diminuição da disponibilidade de água na região do Mediterrâneo e em países do sul. c. Aumento de vetores de doenças. d. Aumento no processo de desertificação. e. Extinção de animais e plantas.
2. Ásia	<ul style="list-style-type: none"> a. Diminuição da produtividade agrícola. b. Diminuição da disponibilidade de água na região árida e semiárida. c. Aumento do nível do mar, deslocando pessoas.
3. Austrália e Nova Zelândia	<ul style="list-style-type: none"> a. Diminuição da disponibilidade de água. b. Extinção de plantas e animais.
4. Europa	<ul style="list-style-type: none"> a. Desaparecimento de geleiras nos Alpes. b. Aumento da produção agrícola em algumas regiões. c. Impactos no turismo.
5. América Latina	<ul style="list-style-type: none"> a. Diminuição da produção agrícola. b. Aumento de vetores de doenças. c. Extinção de plantas e animais.
6. América do Norte	<ul style="list-style-type: none"> a. Aumento da produção agrícola em algumas regiões. b. Aumento de vetores de doenças.
7. Polar	<ul style="list-style-type: none"> a. Diminuição da calota polar. b. Extinção de plantas e animais.
8. Pequenas Ilhas	<ul style="list-style-type: none"> a. Aumento do nível do mar, deslocando pessoas. b. Diminuição da disponibilidade de água. c. Diminuição da atividade pesqueira. d. Diminuição do turismo.

Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change (2000).

3.3.2 Sequestro de carbono e as florestas

Segundo Sanquetta & Balbinot (2004), o futuro da humanidade será sempre mais e mais dependente das florestas. O uso crescente de combustíveis fósseis vem alterando a composição química e física da atmosfera, causando transtornos à espécie humana e a todos os seres vivos. Esses transtornos tendem a se agravar no futuro, provendo grandes modificações no clima global, com sérios riscos para toda a humanidade. Contudo, nesse contexto sombrio, as florestas surgem como grande alento, pois, além de serem fonte alternativa de energia, pois se trata de um recurso natural renovável, também podem contribuir decisivamente para reduzir os impactos ambientais do efeito estufa e das suas implicações nas mudanças climáticas.

Uma alternativa viável para amenizar o agravamento do processo de aquecimento global consiste no armazenamento do carbono atmosférico a partir de reflorestamento em larga escala. Os vegetais, utilizando sua capacidade fotossintética, fixam o CO₂ atmosférico, biossintetizando na forma de carboidratos, sendo, por fim, depositado na parede celular. Processo conhecido como “sequestro” de carbono (Renner, 2004).

Os ecossistemas florestais desempenham papel significativo na atual problemática do ciclo global de carbono, devido à sua capacidade de estocar por longo prazo quantidades de carbono na vegetação, trocando carbono com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração. Sendo assim, as florestas podem vir a ser fontes de carbono para a atmosfera quando perturbadas pela ação antrópica ou até naturalmente (fogo, uso de procedimentos inadequados na colheita, conversão em uso não florestal do solo. Etc.). Por outro lado, vêm a ser estocadoras de carbono atmosférico durante o abandono e/ou repovoamento do solo com espécies florestais (Hosokawa et al., 1998).

As florestas são o maior reservatório de carbono, contendo cerca de 80% de todo o carbono estocado na vegetação terrestre e cerca de 40% do carbono

presente nos solos. Grandes quantidades de carbono podem ser emitidas para a atmosfera durante a transição de um tipo de floresta para outro, se a mortalidade liberar carbono mais rapidamente do que a regeneração e o crescimento o absorvem (Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002).

De acordo com Schneider et al. (2005), entre diversas iniciativas para a redução dos níveis de carbono na atmosfera, a utilização de produtos florestais e as práticas de manejo são consideradas de grande eficiência para possibilitar o aumento do volume de carbono imobilizado e a substituição de produtos como petróleo, gás e carvão mineral pela madeira, bem como o aumento da vida útil dos produtos de madeira.

Segundo Chang (2004), sequestro florestal de carbono refere-se ao processo de mitigação biológica das plantas de absorver o CO₂ do ar e fixá-lo em matéria lenhosa. Este mecanismo de sequestrar o carbono foi lançado na Convenção do Clima da ONU como um instrumento de flexibilização dos compromissos de redução dos GEE dos países com metas de redução. Trata-se de uma das modalidades, dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, para compensar os compromissos de redução de emissão para mitigar as mudanças climáticas. Este mecanismo estabelece também que os projetos de MDL devem contribuir para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro, podendo incluir, neste caso, os plantios de recuperação de matas ciliares.

Além da contribuição para o sequestro do carbono atmosférico, nas iniciativas de reflorestamento devem ser considerados os valores agregados às atividades socioeconômicas desenvolvidas pelas comunidades humanas que habitam o entorno das áreas dos projetos. Os parâmetros devem referir-se tanto a variáveis biofísicas (volume de carbono sequestrado na biomassa formada, uso de espécies apropriadas, biodiversidade vegetal e animal, taxas de sobrevivência e de crescimento dos espécimes plantados, salinidade, solos, etc.) quanto a

variáveis socioeconômicas (serviços ambientais, trabalho remunerado e voluntário, restauração de atividades produtivas, usos alternativos das terras afetadas, níveis de vida médios dos habitantes, etc.) (Fonseca & Drummond, 2003).

3.3.3 Biomassa florestal

Apesar de, a rigor, o termo “biomassa” englobar material orgânico tanto de origem vegetal (fitomassa) quanto de origem animal (zoomassa), em trabalhos nesta área o uso generalizado do termo “biomassa” se refere exclusivamente à fitomassa (Gutmanis, 2004).

A biomassa de origem florestal cumpre papel decisivo no controle do efeito estufa, haja vista servir como fonte de energia mais racional e também por acumular, em sua estrutura carbônica, substâncias nocivas à qualidade de vida no planeta. Por isso, cresce, a cada dia que passa, o interesse pelos estudos de biomassa e conteúdo de carbono nas florestas, motivando muitos pesquisadores e instituições a ampliarem estudos sobre o tema (Sanquetta & Balbinot, 2004).

As estimativas de biomassa de um ecossistema podem ser obtidas por métodos diretos (destrutivo) ou indiretos (não destrutivo). O método direto é mais acurado e eficaz, mas é difícil pesar todas as árvores de uma área. O método indireto é mais rápido, não corta, não pesa e nem seca nenhum indivíduo, pode amostrar uma área maior e maior número de indivíduos, pois utiliza variáveis mais facilmente obtidas no campo, como o diâmetro a 1,30 m acima do solo (diâmetro à altura do peito ou DAP) (Higuchi et al., 1998).

A determinação da quantidade de carbono a ser sequestrada depende da variável biomassa. Inúmeros estudos do conteúdo de carbono em florestas vêm sendo desenvolvidos recentemente e a maioria versa sobre amostragem destrutiva da biomassa e ajuste de modelos alométricos para sua estimativa. A quantificação das frações raiz, tronco e folhas se reveste de grande importância e

metodologias de amostragem e modelagem para sua inferência tornam-se prioritárias para embasar a tomada de decisões (Maestri et al., 2004). De acordo com estes mesmos autores, a base para a negociação de créditos de carbono é a projeção da curva de crescimento esperada, quando a floresta ainda não existe. E enfatiza que, em termos de planejamento na definição dos locais mais aptos para a efetivação de projetos de sequestro de carbono, sistemas de predição de produção que levem em consideração as condições ambientais locais constituem ferramentas úteis.

3.3.4 Fixação de carbono em plantios de recuperação de matas ciliares

A recuperação de matas ciliares tinha, há até pouco tempo, como metas restaurar as funções de proteção aos recursos abióticos (solo e água) e restabelecer a diversidade biológica e os processos ecológicos do ecossistema original que fora destruído. Entretanto, surgiu, atualmente, uma nova demanda direcionada para as pesquisas sobre restauração de florestas, que é o papel destas na redução de CO₂ atmosférico (Melo & Durigan, 2006).

Segundo Martins (2004), no caso da recomposição de áreas degradadas de mata ciliar, o processo de elaboração de um projeto de sequestro de carbono traz dificuldades adicionais. Essas dificuldades se apresentam, principalmente, em razão das peculiaridades das áreas ciliares, entre elas o fato de se tratar de uma faixa estreita e longa, e a grande diversidade de espécies encontradas. Embora apresente dificuldades adicionais, os benefícios ambientais decorrentes da recuperação dessas áreas também são proporcionalmente maiores, na medida em que as funções ecológicas desenvolvidas por esse tipo de cobertura vegetal são ainda mais importantes que as da vegetação do interflúvio.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.F.; ALMEIDA, A. **Monitoramento de fauna e de seus habitats em áreas florestadas**. Piracicaba: IPEF, 1998. (IPEF. Série Técnica, v.12, n.31).

ALMEIDA, R.O.P. O.; SANCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.29, n. 1, p.47-54, jan./fev. 2005.

ALVARENGA, A.P.; BOTELHO, S.A.; PEREIRA, I.M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região Sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.12, n.4, p.360-372, dez. 2006.

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.4, p.617-625, jul./ago. 2007.

ANDERSEN, A.N.; HOFFMANN, B.D.; MULLER, W.J; GRIFFITHS, A.D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.39, n.1, p.8-17, Feb. 2002.

ANDRADE, A.G.; CABALERO, S.U; FARIA, S. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. (Documentos, n. 13).

ANDREA, M.M.; HOLLWEG, M.J. Comparação de métodos para determinação de biomassa microbiana em dois solos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p.981-986, nov./dez. 2004.

ANGELOTTI NETTO, A.A.; FERNANDES, E.J.; CENTURION, J.F. Propriedades físicas e indicador de qualidade de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.1, p.27-37, jan./mar. 2007.

ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.5, p.715-721, set./out. 2003.

ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A.P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.28, n.2, p.337-345, mar./abr. 2004.

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: Universidade de São Paulo, 2000. p.249-269.

CALDATO, S.L.; FLOSS, P.A.; CROCE, D.M.; LONGHI, S.J. Estudo da regeneração natural, banco de sementes e chuva de sementes na Reserva Genética Florestal de Caçador, SC. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.1, p.27-38, jan./fev.1996.

CAMPOS, F.S.; ALVES, M.C. Resistência à penetração de um solo em recuperação sob sistemas agrosilvopastoris. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.759-764, jul./set. 2006.

CARPANEZZI, A.A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Org.). **Restauração florestal: fundamentos e estudo de casos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p.27-45.

CHAER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.1381-1396, nov./dez. 2007.

CHANG, Y. C. Sequestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR/Ecoplan. 2004. p.15-37.

COSTA, G.S.; ANDRADE, A.G.; FARIA, S.M. Aporte de nutrientes pela serapilheira de *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sabiá) com seis anos de idade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Anais...** Viçosa, MG: SOBRADE/UFV, 1997. p. 344-349.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; CARNEIRO, M.A.C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.26, n.4, p.913-923, jul./ago. 2002.

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: UFRGS, 1994. p.46-47.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.1-20. (Special publication Number, 35).

DRUMOND, M.A.; MEIRA NETO, J.A.A. Composições florística e fitossociológica de uma mata secundária de um trecho da Mata Atlântica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.657-661, jul./ago. 1999.

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.

FERREIRA, M.M.; DIAS JÚNIOR, M.S. **Aspectos físicos do solo e o meio ambiente**. Lavras:UFLA/FAEPE, 2002. 115 p.

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

FONSECA, S.M.; DRUMMOND, J.A. Reflorestamento de manguezais e o valor de resgate para o seqüestro de carbono atmosférico. **História Ciência e Saúde**, Manguinhos, v.10, n.3, p.1071-1081, set./dez. 2003.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mudanças Climáticas**: guia de informação. Brasília: IVIG, 2002.

GARCIA, P.C.M.; MACEDO, M.O.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Estoque e distribuição da serrapilheira em diferentes sistemas florestais. **Revista Universidade Rural**: Série ciência e vida, Seropédica, v.25, n.1, p.12-17, jan./jun. 2005.

GASPARINO, D., MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M.; SOUZA, I. Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. **Revista. Árvore**, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.1-9, jan./fev. 2006.

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.

GUTMANIS, D. **Estoque de carbono e dinâmica ecofisiológica em sistemas silvipastoris.** 2004. 142p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)–Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E.F.L.; ZAKIA, M.J.B.; LIMA, W.P. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações de areia da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.70, p.107-123, abr. 2006.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.28, n.2, p.153-165, abr./jun. 1998.

HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B.; CUNHA, U.S. **Introdução ao manejo e economia de florestas.** Curitiba: UFPR, 1998.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Emissions scenarios:** special report of the intergovernmental panel on climate change. In: NAKICENOVIC, N.; SWART, R.(Ed). Cambridge: Cambridge University, 2000.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Second assessment report:** climate change, summaries for policymakers of the three working group reports. Geneva: IPCC, 1995.

LIMA, H.V.; OLIVEIRA, T.S.; OLIVEIRA, M.M.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.F.B.F. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.31, n.5, p.1085-1098, Set./out. 2007.

LIMA, W.P. A função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: 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.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. **Indicadores hidrológicos em áreas florestais**. Piracicaba: IPEF, 1998. (IPEF. Série Técnica, v.12, n.31).

LIMA, W.P.; CAMARA, C.D.; ZAKIA, M.J.B. Implicações da colheita florestal e do preparo do solo na erosão e assoreamento de bacias hidrográficas. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.. (Org.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. v.1, p.373-392.

LONGHI, S.J.; BRUN, E.J.; OLIVEIRA, D.M.; FIALHO, L.E.B.; WOJCIECHOWSKI, J.C.; VACCARO, S. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.359-370, jul./ago. 2005.

MAESTRI, R; SANQUETTA, C.R.; MACHADO, S.A.; SCOLFORO, J.R.S.; CÔRTE, A.P.D. Viabilidade de um projeto florestal de *Eucalyptus grandis* considerando o sequestro de carbono. **Floresta**, Curitiba, v.34, n.3, p.347-360, set./dez. 2004.

MARTINS, O.S. **Determinação do potencial de seqüestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos-SP**. 2004. 117p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)–Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

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

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.73, p.101-111, mar. 2007.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.71, p. 149-154, ago. 2006.

MELO, A.C.G.; MIRANDA, D.L.C; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.2, mar./abr. 2007.

MENDES, F.G.; MELLONI ,E.G.P.; MELLONI, R. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, Lavras, v.12, n.3, p.211-220, jul./set. 2006.

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.

MOREIRA, P.R., SILVA, O.A. Produção de serrapilheira em área reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.1, p.49-59, jan./fev. 2004.

NAPPO, M.E.; GRIFFITH, J.J.; MARTINS, S.V.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A.L. de; Oliveira Filho, A.T. de. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabrella* Benth em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p.811-829, nov./dez. 2004.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; CARDOSO, E.L.; MACEDO, R.L.G.; FERREIRA, M.M.; SOUZA, F.S. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.74, p.45-53, jun. 2007.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região Noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.1038-1046, set. 2004.

NÓBREGA, A.M.F.; VALERI, S. V.; PAULA, R.C; SILVA, S.A.; REGO, S.H. Uso da fitossociologia na avaliação da efetividade da revegetação da várzea degradada do rio Mogi Guaçu, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.75, p. 51-64, set. 2007.

NUNES, F.P.; PINTO, M.T.C. Produção de serrapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, Campinas, v.7, n.3, p.97-102, maio 2007.

PADOVEZI, A. **O processo de restauração ecológica de APP's na microbacia do Campestre, Saltinho–SP: uma proposta de diálogo entre conhecimentos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)– Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PEÑA, M.L.P.; MARQUES, R.; JAHNEL, M.C.; ANJOS, A. Respiração microbiana como indicador da qualidade do solo em ecossistema florestal. **Floresta**, Curitiba, v.35, n.1, p.117-127, jan./abr. 2005.

PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A.; COSTA, J.R.M.; DIAS, J.M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no Agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v.15, n.3, p.413-426, jul./set. 2001.

PEREIRA, M. P. S.; QUEIROZ, J. M.; VALCARCEL, R.; NUNES, A.J.M. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.17, n.3, p.197-204, jul./set. 2007.

POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.S. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 1998. (IPEF. Serie Técnica; v.12, n.31)

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.27, n.2, p.29-48, jul./dez. 2003.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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, M.P.; SILVA, R.T.; VALCARCEL, R. Infiltrabilidade como critério discriminante de eficiência conservacionista em reabilitação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais ... Curitiba : SOBRAGE/UFLA**, 2002. v.1, p. 202-204.

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: Universidade de São Paulo, 2004. p.235-247.

- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELO, J.W.V. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.203-215.
- ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V.; LEHMKUHL, D.M. Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management**, New York, v.10, n.6, p.773-783, Nov.1986.
- RUIVO, M.L.P. **Vegetação e características do solo como indicadores de reabilitação de áreas mineradas na Amazônia Oriental**. 1998. 101p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR/Ecoplan, 2004. p.77-93.
- SAUTTER, K.D. Meso (*Acari e Collembola*) e macrofauna (*Oligochaeta*) na recuperação de solos degradados. In: DIAS, L.E.; MELO, J.W.V. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.197-202.
- SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. 2002. 182p. Dissertação (Mestrado em Energia)–Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SCHIMTZ, M. C. Banco de sementes no solo em áreas do reservatório da UHE Paraibuna. In: KAGEYAMA, P.Y. **Recomposição da vegetação com espécies arbóreas nativas em reservatórios de usinas hidrelétricas da CESP**. Piracicaba: IPEF, 1992. p.7-15. (IPEF. Série Técnica, v. 8, n.25).
- SCHINEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; GIACOMELLI SOBRINHO, V.; SCHINEIDER, P.S.P. Determinação indireta do estoque de biomassa e carbono em povoamentos de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.391-402, jul./ago. 2005.
- SILVEIRA, R.B.; MELLONI, R.; MELLONI, E.G.P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.48-55, mar. 2006.

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

SOUZA, J.A.; DAVIDE, A.C. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v.7, n.1, p.101-113, mar. 2001.

VALARINI, P. J.; DIAZ ALVAREZ, M. C.; GASCO, J. M.; GUERREIRO, F.; TOKESHI, H. Avaliação das propriedades do solo após a incorporação da matéria orgânica e microrganismos-EM. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.27, n.3, p.519-525, maio/ jun. 2003.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z.S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**, Curitiba, v.27, n.1, p.101-114, jan./jun. 1997.

VASCONCELOS, H.L. **Respostas das formigas à fragmentação florestal.** Piracicaba: IPEF, 1998. (IPEF. Série Técnica IPEF, 12).

VIANA, V.M. Seed and seedling availability as a basis for management of natural forest regeneration. In: ANDERSON, A.B. **Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest.** New York: Columbia University, 1990. p.99-115.

VIEIRA, D.C.M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.4, p.541-554, nov./dez. 2006.

CAPÍTULO 2

Desenvolvimento de espécies arbustivo-arbóreas dos estratos regenerante e arbóreo em plantios de recuperação de mata ciliar no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, MG-SP.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de espécies arbustivo-arbóreas plantadas e em regeneração natural em 18 plantios de recuperação de matas ciliares no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, MG-SP. O inventário do estrato arbóreo (indivíduos com diâmetro à altura do peito – DAP – ≥ 3 cm) foi realizado em 10 parcelas distribuídas de forma sistemática, em cada área, com 10 m de largura e comprimento variando de acordo com a largura da faixa de plantio. A regeneração natural (indivíduos com DAP < 3cm e altura ≥ 20 cm) foi avaliada em três subparcelas de 1 x 10m, dentro das parcelas ímpares, totalizando 15 subparcelas por área. Foram calculados, para as espécies do estrato arbóreo, a altura média, DAP médio e incremento médio anual (IMA) em altura e diâmetro. Para os indivíduos em regeneração natural, foram calculados a densidade de plantas por hectare, além da altura e do diâmetro ao nível do solo (DAS) médios. Os resultados mostraram que algumas espécies nativas apresentaram maior crescimento do que o apresentado por espécies exóticas recomendadas para a recuperação de áreas degradadas. Nos plantios com 6 anos ou menos, as espécies pioneiras apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro, em comparação com as climácicas. Nos povoamentos mais maduros, as espécies pioneiras em regeneração apresentaram redução na densidade em relação às climácicas. A contribuição do estrato arbóreo para a regeneração natural foi importante em todas as áreas, sendo mais significativa naquelas mais distantes de fragmentos de vegetação nativa. O IMA em altura e diâmetro, apresentado pelas espécies do estrato arbóreo, para todos os grupos ecológicos, decresceu com o aumento da idade dos plantios.

Palavras-chave: mata ciliar; silvicultura; espécies florestais nativas; regeneração natural.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the growth of the shrub-arboreal species planted and naturally regenerating in 18 riparian forest restoration plantings around the lake of the Volta Grande Hydroelectric Plant, at the states of Minas Gerais and São Paulo, Brazil. The inventory of the arboreal stratum (individuals with diameter at breast height, DBH, ≥ 3 cm) was carried out in 10 plots distributed in systematic patterns in each area, with 10m width and length varying according to the width of the planting area. The natural regeneration (individuals with DBH <3 cm and height ≥ 20 cm) was evaluated in three sub plots of 1x10m inside the uneven plots, totalizing 15 sub plots per area. Regarding the arboreal species, the mean height and DBH and the mean annual increment (MAI) in height and diameter were calculated. For the natural regeneration, the plant density and mean height and diameter at soil surface level (DSL) were calculated. The results showed that some native species grew more than exotic species recommended to land restoration. In the plantings up to 6 years old, the pioneer species grew more than the climax species. The contribution of the arboreal stratum for the natural regeneration was more important for the plantings located far from fragments of native forests. The MAI in height and diameter of the trees decreased with the plantings age increase.

Key words: riparian forest; silviculture; native forests species; natural regeneration.

1 INTRODUÇÃO

A implantação de matas 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 provocado, de acordo com Sinisgalli et al. (2006), o desaparecimento de muitas espécies vegetais e animais em níveis alarmantes.

Um dos maiores desafios na recomposição de matas ciliares está em encontrar técnicas adequadas de revegetação para uma determinada área e situação (Resende, 1998). 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 cobertura arbórea (Dutra, 2005), por não ser esta a sua vegetação original.

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 pela formação do reservatório, sítios nos quais antes não existia mata ciliar serão reflorestados. Portanto, a seleção adequada das espécies torna-se o ponto principal para o sucesso do plantio (Davide et al., 1996).

Devido ao grande número de espécies florestais nativas e exóticas utilizadas nos projetos de recuperação e de suas complexas inter-relações e interações com o sítio, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento ecológico e silvicultural que se tem das espécies (Faria, 1996).

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 a sua escolha e a melhor forma de plantá-las (Ferreira, 2001). O monitoramento das comunidades florestais que se formam nas áreas em recuperação é uma atividade muito importante, devendo ser efetuada tanto para permitir a correção de eventuais problemas como para a criação de uma base de dados que permitam avaliar e refinar as estratégias prescritas para a restauração de áreas degradadas (Vieira & Gandolfi, 2006).

É neste contexto que este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento de espécies arbustivo-arbóreas plantadas e em regeneração natural nas margens de reservatório de usina hidrelétrica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição das áreas de estudo

Este estudo foi conduzido em dezoito plantios de recuperação de matas ciliares às margens do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande e ribeirões tributários, localizados nos municípios de Água Comprida e Conceição das Alagoas no estado de Minas Gerais e Aramina, Igarapava, Ituverava e Miguelópolis, no estado de São Paulo. Os plantios foram realizados pela Companhia Energética de Minas Gerais, em áreas da própria empresa e em outras propriedades nas margens do reservatório e de ribeirões tributários. A caracterização mais detalhada destas áreas é apresentada na Tabela 3.

O clima da região é do tipo Cwa de Köppen, com precipitação média anual de 1.550 mm (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, 2006) e vegetação original de Floresta Estacional Semidecidual (Brasil, 1983). O solo predominante é o latossolo roxo eutrófico (Souza, 2002).

Anteriormente às práticas de recuperação, as áreas eram ocupadas, predominantemente, com cultivos agrícolas, principalmente cana-de-açúcar, e pastagens. Os plantios se iniciaram no final do ano de 1990 e se estenderam até o início de 2004, com espaçamentos de 3,0x2,0 m, 3,0x1,5 m e 2,5x2,5 m, majoritariamente em quincênio, com base nos princípios da sucessão secundária, utilizando espécies pioneiras e climáticas.

TABELA 3 Caracterização das áreas de plantio de mata ciliar a serem avaliadas às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários, no Triângulo Mineiro e Norte do estado de São Paulo.

Área	Idade (anos)	Entorno	Largura média da faixa de plantio (m)	Área do plantio (ha)	Distância do fragmento mais próximo	Município
A17a	17	Reflorestamento misto	38,2	1,87	700 m	Conceição das Alagoas, MG
A17b	17	Reflorestamento misto	34,0	0,17	0 m	C. Alagoas, MG
A16	16	Pastagem (<i>Brachiaria</i> sp. / capoeira de cerrado)	37,4	2,62	0 m	C. Alagoas, MG
A15a	15	Culturas anuais (pivô central)	23,3	2,70	0 m	Miguelópolis, SP
A15b	15	Pastagem (<i>Brachiaria</i> sp.)	20,6	1,79	1170 m	Miguelópolis, SP
A15c	15	Pastagem (<i>Brachiaria</i> sp.)	25,0	2,29	210 m	Água Comprida, MG
A13	13	Pastagem (<i>Panicum</i> sp.)	26,0	2,87	20 m	Água Comprida, MG
A12	12	Cana	66,0	6,34	2700 m	Igarapava, SP
A11	11	Cana	85,5	5,13	1700 m	Igarapava, SP
A10a	10	Cana	100,0	6,50	2400 m	Igarapava, SP
A10b	10	Culturas anuais	26,6	1,02	430 m	Miguelópolis, SP
A9a	9	Cana	21,0	2,14	240 m	Miguelópolis, SP
A9b	9	Cana	21,0	3,00	1450 m	Miguelópolis, SP
A8	8	Cana	20,0	1,32	1400 m	Igarapava, SP
A7a	7	Cana	82,4	2,47	50 m	Miguelópolis, SP
A7b	7	Cana	28,2	4,19	0 m	C. Alagoas, MG
A6	6	Cana	14,8	0,67	165 m	Aramina, SP
A4	4	Cana	21,2	0,88	330 m	Ituverava, SP

2.2 Método de amostragem

O inventário do estrato arbóreo foi realizado em 10 parcelas distribuídas de forma sistemática em cada área, com 10 m de largura e comprimento variando de acordo com a largura da faixa de plantio, abrangendo desde a margem do curso d'água até a borda oposta do povoamento. A regeneração natural foi avaliada em três subparcelas de 1 x 10 m dentro das parcelas ímpares (1^a, 3^a, 5^a, 7^a e 9^a), em que a primeira foi alocada na margem do curso d'água, a segunda na parte média do povoamento e a terceira na borda oposta, totalizando 15 subparcelas. Foram incluídos no estrato arbóreo todos os indivíduos com diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 3 cm e, na regeneração natural, todos aqueles com DAP < 3 cm e altura ≥ 20 cm. Foram tomadas as variáveis dendrométricas DAP e altura para o estrato arbóreo e diâmetro ao nível do solo (DAS) e altura para o estrato regenerante.

Foram calculados, para as espécies do estrato arbóreo, altura média, DAP médio e incremento médio anual em altura e diâmetro, que é obtido pela razão entre a altura e o diâmetro médio da espécie em questão e a idade do plantio. Para os indivíduos em regeneração natural, foram calculados a altura e o DAS médios e a densidade, em plantas por hectare. A classificação das espécies em grupos ecológicos foi realizada seguindo-se a metodologia descrita por Swaine & Whitmore (1988), com as modificações sugeridas por Oliveira-Filho et al. (1994). Todas as espécies não identificadas no local foram coletadas e herborizadas para posterior identificação no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL).

Foram realizadas análises químicas e texturais do solo, com uma amostra composta por área, na camada de 0-20 cm de profundidade, seguindo-se a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Claessen (1997).

Para verificar o efeito da idade, da densidade, da largura da faixa de plantio e da área do povoamento sobre o crescimento em altura e área basal do

estrato arbóreo, foram feitas modelagens utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2000), pelo método de seleção de variáveis *Forward*, conforme Scolforo (2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização dos sítios de plantio

Os valores dos atributos químicos e de matéria orgânica, na profundidade de 0-20 cm, dos sítios de plantio, são apresentados na Tabela 4. Os solos amostrados apresentam acidez média e, de forma geral, os valores dos demais atributos variam de médio a muito bom (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999). Estes resultados mostram a relativa fertilidade destes solos, permitindo, assim, afirmar que os plantios de recuperação de mata ciliar foram realizados em áreas que não apresentam limitações nutricionais que comprometem o crescimento das espécies plantadas.

TABELA 4 Resultado da análise química e de matéria orgânica, na profundidade de 0 a 20 cm, para as 18 áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Área	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO
	H ₂ O	mg/dm ³					cmol./dm ³				%		dag/kg
A17a	5,6	11,1	154	8,4	3,6	0,1	3,2	12,4	12,5	15,6	79,5	1	4,9
A17b	5,4	4,6	34	1,4	0,7	0,1	2,3	2,2	2,3	4,5	48,8	4	1,5
A16	4,9	4,9	41	0,8	0,4	0,4	6,3	1,3	1,7	7,6	17,1	24	3,6
A15a	4,9	3,1	45	1,2	1,0	0,5	5,6	2,3	2,8	7,9	29,3	18	3,1
A15b	5,4	2,8	36	4,4	1,1	0,1	5,0	5,6	5,7	10,6	52,8	2	3,7
A15c	5,0	5,0	27	1,6	0,8	0,3	6,3	2,5	2,8	8,8	28,2	11	3,6
A13	5,9	5,9	111	5,5	1,3	0,1	4,0	7,1	7,2	11,1	63,9	1	3,6
A12	5,4	5,4	75	2,8	1,2	0,3	4,5	4,2	4,5	8,7	48,2	7	2,4
A11	5,7	5,7	144	7,2	1,7	0,1	5,6	9,3	9,4	14,9	62,3	1	4,1
A10a	5,7	5,7	154	5,6	2,0	0,2	7,9	8,0	8,2	15,9	50,3	2	5,4
A10b	5,3	5,3	94	2,5	0,8	0,2	5,0	3,5	3,7	8,5	41,5	5	3,1
A9a	5,5	5,5	23	3,8	1,3	0,1	4,5	5,2	5,3	9,7	53,4	2	3,1
A9b	5,5	8,9	70	4,3	1,7	0,1	5,0	6,2	6,3	11,2	55,3	2	3,4
A8	6,0	6,0	237	6,0	2,0	0,1	3,6	8,6	8,7	12,2	70,5	1	3,6
A7a	5,6	15,9	75	5,4	1,8	0,1	5,0	7,4	7,5	12,4	59,6	1	3,1
A7b	5,4	5,4	36	2,7	1,5	0,1	4,5	4,3	4,4	8,8	48,8	2	3,8

Continua...

Continuação

A6	5,9	5,9	58	4,4	1,1	0,1	3,6	5,7	5,8	9,3	61,1	2	2,7
A4	6,0	6,0	145	8,7	3,4	0,1	4,0	12,5	12,6	16,5	75,7	1	3,3

pH em água, KCl e CaCl₂; P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu – Extrator Mehlich 1; Ca, Mg, Al – Extrator KCl 1 mol/L; H+Al – Extrator SMP; SB: soma de bases trocáveis, CTC (t) – capacidade de troca catiônica efetiva; CTC (T) – capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: índice de saturação de bases; m: índice de saturação de alumínio; MO: matéria orgânica.

Quase 80% das áreas de estudo apresentaram solos com textura argilosa ou muito argilosa (Tabela 5). Estas áreas se localizam nas novas margens criadas pela elevação do nível do rio, causada pela construção da usina, onde o solo predominante é o Latossolo Roxo Eutrófico, que é caracterizado por apresentar altos teores de argila (Souza, 2002). As áreas A17a, A17b, A12 e A4 apresentaram textura média ou arenosa, pois estão situadas em leitos de drenagem naturais. Nestes sítios existem os chamados solos aluviais (neossolos flúvicos), que recebem grande quantidade de areia no carreamento de sedimentos durante o período das cheias.

TABELA 5 Resultado da análise textural, na profundidade de 0 a 20 cm, para as 18 áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Área	Areia	Silte Dag/kg	Argila	Classe textural
A17a	48	19	33	Textura média
A17b	86	4	10	Arenosa
A16	18	23	59	Argilosa
A15a	11	24	65	Muito argilosa
A15b	10	26	64	Muito argilosa
A15c	14	27	59	Argilosa
A13	21	22	57	Argilosa
A12	51	18	31	Textura média
A11	25	24	51	Argilosa
A10a	15	32	53	Argilosa

Continua...

Continuação				
A10b	14	25	61	Muito argilosa
A9a	14	22	64	Muito argilosa
A9b	14	23	63	Muito argilosa
A8	24	23	53	Argilosa
A7a	14	23	63	Muito argilosa
A7b	12	31	57	Argilosa
A6	37	23	40	Argilosa
A4	31	37	32	Textura média

3.2 Avaliação do estrato arbóreo

3.2.1 Áreas com 15 a 17 anos de idade

Das 32 espécies encontradas na área A17a, 5 são exóticas. *Mangifera indica*, *Syzygium jambolanum*, *Muntingia calabura* e *Terminalia catappa* são estrangeiras e *Clitoria fairchildiana* é originária da Amazônia. Nesta área constatou-se que os indivíduos das espécies *Psychotria* sp., *Nectandra nitidula*, *Erythroxylum pelleterianum*, *Guarea guidonia*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Sapium haematospermum*, *Erythroxylum vacciniifolium* e *Eugenia florida* eram provenientes da regeneração natural, por se encontrarem fora das linhas de plantio.

Os valores de altura e DAP médio, além do incremento médio anual em altura e diâmetro das espécies do estrato arbóreo da área A17a, são mostrados na Tabela 6. Pode-se observar que existem, dentre as maiores alturas médias, 60% de espécies climáticas exigentes de luz, provavelmente pelo fato de ser um plantio mais maduro (17 anos), quando estas apresentam um maior ritmo de crescimento do que pioneiras, as quais, provavelmente, já atingiram o seu porte máximo.

Dentre as 10 espécies que apresentaram maior crescimento em altura na área A17a, ocorreram 2 espécies exóticas: *Clitoria fairchildiana* e *Mangifera indica*. Estas, juntamente com outra exótica (*Syzygium jambolanum*), destacaram-se também no crescimento em diâmetro. O número de espécies

climáticas exigentes de luz que apresentaram os 10 maiores diâmetros também foi maior que o de pioneiras (5 climáticas exigentes de luz, 3 pioneiras e 2 não classificadas).

No inventário da área A17b, foram encontradas 28 espécies, dentre as quais, *Clitoria fairchildiana* e *Syzygium jambolanum* são exóticas. Foram observadas como sendo oriundas da regeneração natural as espécies *Nectandra nitidula*, *Guarea guidonia*, *Erythroxylum vacciniifolium*, *Chrysophyllum marginatum* e *Campomanesia* sp.

O crescimento das espécies inventariadas na área A17b, em altura e diâmetro, é mostrado na Tabela 6. Novamente, 60% das espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura e diâmetro pertencem ao grupo ecológico clímax exigente de luz. De acordo com Kageyama et al. (2003), as pioneiras têm um ciclo de vida curto, por volta de 20 anos. Portanto, na idade em que se encontra este plantio (17 anos), o ritmo de crescimento destas espécies é bastante reduzido, pois as mesmas, provavelmente, já atingiram seu porte máximo.

Na área A16, marginal a um fragmento de Cerradão degradado, foram avaliadas nesta área 32 espécies no estrato arbóreo, sendo identificadas como exóticas *Clitoria fairchildiana* e *Inga striata*, originárias da Amazônia e *Leucaena leucocephala*, da América Central. Por se localizarem fora da linha de plantio, *Cupania* cf. *paniculata*, *Brosimum gaudichaudii*, *Miconia chartacea*, *Sapium haemospermum* e *Leucaena leucocephala* foram consideradas como sendo provenientes da regeneração natural.

Com relação às espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura e diâmetro na área A16 (Tabela 6), houve uma proporção de 50% de pioneiras e 50% de climáticas. Este povoamento foi plantado na forma de 7 faixas margeando o reservatório de, aproximadamente, 40m de largura e 100m de comprimento. Esta forma de plantio, aliada ao fato de o gado transitar pelo

local desde o início do plantio, danificando as árvores plantadas, faz com que haja mais luminosidade no interior do povoamento, o que pode favorecer o crescimento das espécies pioneiras. *Clitoria fairchildiana*, que foi a espécie que mais cresceu, tanto em altura como em diâmetro, é recomendada por Franco et al. (1992) para a recuperação de matas ciliares em áreas degradadas, justamente por esta capacidade de rápido crescimento, proporcionada por sua associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio do ar.

Na área A15a, onde foram encontradas 38 espécies, observou-se predominância de indivíduos de *Anadenanthera colubrina* que, provavelmente, foi utilizado em uma proporção superior à das demais espécies na ocasião do plantio. As espécies exóticas encontradas foram *Clitoria fairchildiana*, *Leucaena leucocephala*, *Syzygium jambolanum* e *Bombacopsis glabra*, esta última originária da Amazônia. Foram consideradas como tendo origem na regeneração natural *Leucaena leucocephala*, *Sapium haematospermum*, *Schefflera morototoni* e *Erythroxylum pelleterianum*.

Das espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura na área A15a, 4 são pioneiras, 5 são climácicas e uma não foi classificada (Tabela 6). *Anadenanthera colubrina* foi a espécie dominante no dossel do povoamento. Foi verificado também que *Myroxylon peruiferum*, que é uma espécie clímax de sombra, com crescimento inicial lento (Lorenzi, 1992; Botelho et al., 1996), apresentou crescimento em altura e diâmetro entre os 10 maiores.

O tempo médio para *Anadenanthera colubrina* atingir 40 cm de diâmetro na vegetação natural foi estimado em, no mínimo, 55 anos, por Mattos (1999). Contudo, na área A15a, com apenas 15 anos, esta espécie já apresenta DAP médio de 32 cm, indicando uma relação espécie x sítio mais eficiente.

Na área A15b, constatou-se que bovinos e suínos têm trânsito livre, consumindo e danificando as plantas do sub-bosque. Foram encontradas 27 espécies nos estrato arbóreo, sendo 6 provenientes da regeneração natural

(*Guarea guidonia*, *Nectandra nitidula*, *Schefflera morototoni*, *Sesbania sesban*, *Sapium haematospermum* e *Piper aduncum*). Não foi observada a ocorrência de nenhuma espécie exótica.

Com relação às espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura na área A15b (Tabela 6), 5 foram classificadas como climácicas, 4 como pioneiras e uma não foi classificada. Nesta área foram observados vários locais de encharcamento favorecidos por depressões no terreno, onde não ocorre drenagem suficiente, tendo sido constatado que o crescimento da regeneração natural foi comprometido. Além disso, o solapamento das margens, causado pelas ondas originadas do reservatório, promove sulcos de erosão que direcionam as águas para o interior do povoamento. Esta condição de sítio com solos muito úmidos e mal drenados pode ter favorecido que as espécies *Croton urucurana*, *Cecropia pachystachya* e *Genipa americana*, que são adaptadas a estes ambientes (Lorenzi, 1992), tenham apresentado crescimento em altura entre os 10 maiores.

Foram encontradas no inventário na área A15c 27 espécies, das quais foram identificadas como exóticas na região as seguintes: *Acacia mangium*, *Syzygium jambolanum*, *Clitoria fairchildiana*, *Mangifera indica* e *Pachira aquatica*. Por se encontrarem fora da linha de plantio, os indivíduos da espécie *Erythroxylum vacciniifolium* foram considerados como originários da regeneração natural.

A espécie *Acacia mangium* apresentou crescimento, tanto em altura, como em diâmetro, superior às demais espécies na área A15c (Tabela 6). Por apresentar este rápido crescimento, esta espécie é muito utilizada em recuperação de áreas degradadas (Ferreira et al., 1990; Dias et al., 1991), considerando ainda sua capacidade de associação micorrízica e nodulação. Com relação aos grupos ecológicos das espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura e diâmetro, houve predominância de pioneiras (60%).

Contudo, é importante destacar a presença de uma espécie climácica tolerante à sombra *Anaxagorea dolichocarpa* entre elas. Esta espécie é caracterizada por apresentar crescimento muito lento (Azevedo et al., 2008), portanto, supõe-se que o único indivíduo encontrado tratava-se de uma árvore remanescente.

3.2.2 Áreas com 9 a 13 anos de idade

No povoamento inventariado na área A13, foram encontradas 33 espécies no estrato arbóreo. Destas, *Pachira aquatica*, *Syzygium jambolanum*, *Annona muricata*, *Leucaena leucocephala* e *Jacaranda mimosaeifolia* são exóticas na região, sendo as três últimas exóticas no Brasil. Foram consideradas como provenientes da regeneração natural as espécies *Leucaena leucocephala* e *Guarea guidonia* (Tabela 7).

Anadenanthera colubrina e *Ficus* sp. 1 se destacaram com relação às demais espécies, tanto no crescimento em altura como em diâmetro na área A13. Das espécies que apresentaram os dez maiores crescimentos em altura, apenas *Anadenanthera colubrina* e *Maclura tinctoria* pertencem ao grupo ecológico das pioneiras. Nos 10 maiores crescimentos em diâmetro, além de *A. colubrina* e *M. tinctoria*, *Lithrea molleoides* também é classificada como pioneira (Tabela 7), sendo espécies muito comuns em florestas secundárias da região.

Na avaliação da área A12, foram encontradas 31 espécies no estrato arbóreo. Destas, *Acacia auriculiformis* e *Mangifera indica* eram exóticas e *Guarea guidonia*, *Eugenia florida*, *Sapium haematospermum*, *Randia nitida*, *Nectandra nitidula* e *Erythroxylum vacciniifolium* regeneraram-se naturalmente.

TABELA 6 Grupo ecológico (GE), altura média (H) em metros, DAP médio (cm), incremento médio anual em altura (I H) em metros e DAP (I DAP) em centímetros das espécies do estrato arbóreo (DAP \geq 3 cm), nas áreas com idades de 15 a 17 anos, às margens do Reservatório da UHE Volta Grande, MG/SP.

Espécie	GE	17a				17b				16				15a				15b				15c			
		H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP
<i>Acacia mangium</i> Willd.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	CL	9,1	8,9	0,5	0,5	12,2	11,3	0,7	0,7	6,7	5,8	0,4	0,4	10,0	24,3	0,7	1,6	-	-	-	-	18,5	44,4	1,2	3,0
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	CL	14,4	22,2	0,8	1,3	15,0	11,1	0,9	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	15,3	21,9	0,9	1,3	17,8	20,7	1,0	1,2	11,4	22,1	0,7	1,4	16,3	32,0	1,1	2,1	10,3	26,0	0,7	1,7	13,8	24,0	0,9	1,6
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	15,3	0,7	1,0
<i>Annonacea</i> sp. 1	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	6,2	0,5	0,4	3,5	7,3	0,2	0,5	-	-	-	-
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	5,6	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	CL	13,0	16,9	0,8	1,0	12,5	7,7	0,7	0,5	-	-	-	-	5,1	4,9	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	4,1	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) A. Rob.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6	10,2	0,5	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trece.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	3,2	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campomanesia</i> sp.	NC	-	-	-	-	3,5	3,8	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	5,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	3,8	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trece.	P	8,3	11,3	0,5	0,7	-	-	-	-	8,0	14,0	0,5	0,9	7,8	8,5	0,5	0,6	7,0	7,1	0,5	0,5	12,0	16,9	0,8	1,1
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CL	-	-	-	-	6,0	4,7	0,4	0,3	5,7	13,1	0,4	0,8	6,0	10,3	0,4	0,7	5,5	6,5	0,4	0,4	8,5	12,7	0,6	0,8
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	CL	-	-	-	-	4,0	3,0	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	CL	11,7	29,9	0,7	1,8	15,9	26,6	0,9	1,6	12,0	26,4	0,8	1,7	10,5	25,8	0,7	1,7	-	-	-	-	9,4	32,8	0,6	2,2
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CS	-	-	-	-	9,9	6,1	0,6	0,4	-	-	-	-	4,5	3,8	0,3	0,3	-	-	-	-	4,0	4,1	0,3	0,3
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	P	-	-	-	-	13,0	20,0	0,8	1,2	10,0	19,5	0,6	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	12,4	20,3	0,8	1,4
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	-	-	-	-	14,0	16,4	0,8	1,0	-	-	-	-	6,0	8,1	0,4	0,5	18,0	22,9	1,2	1,5	9,5	14,6	0,6	1,0
<i>Cupania</i> cf. <i>paniculata</i> Camb.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	5,2	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radkl.	CL	-	-	-	-	8,0	4,5	0,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Continuação

<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Stey. & Frod.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	5,0	0,3	0,3	4,8	4,1	0,3	0,3	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	-	-	-	-	-	-	-	4,4	9,0	0,3	0,6	6,4	11,9	0,4	0,8	5,7	8,6	0,4	0,6	5,8	8,6	0,4	0,6	
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barn.	P	-	-	-	-	-	-	-	7,0	13,8	0,4	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sesbania sesban</i> L. (Merr.).	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	5,3	0,3	0,4	-	-	-	-	
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	8,5	19,4	0,5	1,1	10,5	17,0	0,6	1,0	-	-	-	-	7,5	10,7	0,5	0,7	-	-	-	-	10,8	31,3	0,7	2,1
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	-	-	-	-	-	-	-	5,7	8,8	0,4	0,5	5,8	6,7	0,4	0,4	5,1	5,8	0,3	0,4	4,7	8,6	0,3	0,6	
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	-	-	-	-	6,5	7,0	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	CL	-	-	-	-	-	-	-	6,0	10,8	0,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	11,6	0,6	0,8	7,5	10,8	0,5	0,7	5,5	4,6	0,4	0,3	
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nich.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	4,6	0,3	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tabebuia</i> sp.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	6,0	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	P	10,0	11,5	0,6	0,7	14,3	20,9	0,8	1,2	4,0	3,8	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Terminalia catappa</i> L.	NC	4,3	12,0	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	3,2	0,3	0,2	4,5	16,2	0,3	1,1	-	-	-	-	
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	10,8	12,5	0,6	0,7	-	-	-	-	-	-	-	6,6	7,2	0,4	0,5	-	-	-	-	7,7	6,8	0,5	0,5	
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	-	-	-	-	-	-	-	5,5	6,5	0,3	0,4	5,8	5,9	0,4	0,4	-	-	-	-	10,3	13,0	0,7	0,9	
<i>Zanthoxylum chiloperone</i> Mart. ex Engl.	CL	12,2	14,6	0,7	0,9	13,0	5,1	0,8	0,3	5,0	11,9	0,3	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Na área A11, assim como a anterior, localiza-se na margem esquerda do reservatório da UHE Volta Grande, pertencendo ao mesmo grupo empresarial. Das 38 espécies encontradas, *Clitoria fairchildiana*, *Muntingia calabura*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Jacaranda mimosaeifolia* e *Morus nigra* são exóticas e *Guarea guidonia* e *Sapium haematospermum* foram consideradas como provenientes de regeneração natural.

Cecropia pachystachya apresentou o maior crescimento em altura, contudo, ficou apenas na 14ª posição no crescimento em diâmetro na área A11 (Tabela 7). De acordo com Carvalho (1994), espécies do gênero *Cecropia* apresentam crescimento monopodial, ou seja, prioritariamente na vertical. Esta característica da planta foi responsável pelo rápido crescimento em altura em detrimento do diâmetro observado neste estudo.

A espécie que mais cresceu em diâmetro na área A11 foi *Clitoria fairchildiana*. Foi observado que os indivíduos desta espécie apresentavam várias e grossas bifurcações no tronco, contribuindo, assim, para incremento em diâmetro de 3,5 cm/ano (Tabela 7). Ferreira et al. (2007), avaliando um plantio de recuperação de mata ciliar em área degradada em Itutinga, MG, aos 13 anos, encontraram incremento médio anual em diâmetro para esta espécie de 2,0 cm/ano.

Foram encontradas 57 espécies durante o inventário da área A10a, sendo o maior número observado dentre todos os plantios avaliados. *Clitoria fairchildiana*, *Carica papaya*, *Mangifera indica*, *Muntingia calabura*, *Pachira aquatica* e *Melia azedarach* são espécies exóticas. *Carica papaya*, *Guarea guidonia*, *Sapium haematospermum*, *Nectandra nitidula*, *Guarea* sp., *Piper cernum* e *Piper aduncum* foram consideradas como sendo originárias de regeneração natural, pois, os indivíduos destas espécies se encontravam fora das linhas de plantio.

Schizolobium parahyba e *Clitoria fairchildiana* foram as espécies com maior crescimento em altura e diâmetro na área A10a (Tabela 7). Dentre as espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura, cabe destacar a espécie *Trichilia pallida* que, apesar de ser uma espécie característica de florestas maduras (clímax tolerante à sombra), apresentou grande porte aos 10 anos. O fato de se tratar de um sítio úmido pode ter contribuído para este fato, pois esta espécie é característica de matas de galeria e florestas úmidas (Lorenzi, 1998).

Ceiba speciosa e *Enterolobium contortisiliquum* não se destacaram no crescimento em altura, contudo, permaneceram no grupo das 10 espécies que mais cresceram em diâmetro na área A10a, confirmando sua característica de rápido em diâmetro, segundo Carvalho (1994) e Lorenzi (1992).

Das 33 espécies encontradas na avaliação da área A10b, *Clitoria fairchildiana*, *Syzygium jambolanum*, *Mangifera indica*, *Bombacopsis glabra*, *Morus nigra* e *Pachira aquatica* eram exóticas na região. As espécies provenientes de regeneração natural no estrato arbóreo foram *Schefflera morototoni* e *Sapium haematospermum*.

Com relação às espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura e em diâmetro na área A10b, *Anadenanthera colubrina* apresentou o maior crescimento em ambos (Tabela 7), como ocorreu em várias das áreas avaliadas no presente estudo. De acordo com Carvalho (1994), esta espécie apresenta de 8 a 20 m de altura e de 30 a 50 cm de DAP, podendo atingir até 30 m de altura e 120 cm de DAP, na idade adulta, na floresta estacional. No Cerrado e na Caatinga, o angico-vermelho apresenta porte menor, com altura variando de 3 a 15 m.

As espécies *Ceiba speciosa* e *Enterolobium contortisiliquum* novamente se destacaram no crescimento em diâmetro na área A10b. Com relação ao crescimento em altura, é interessante notar que, apesar de ser oriunda de

regeneração natural, a espécie *Schefflera morototoni* se destacou. Esta espécie apresenta rápido crescimento, sendo, inclusive, utilizada em plantios comerciais no Brasil e em outros países da América do Sul (Kanashiro & Yared, 1991).

No inventário realizado na área A9a, foram encontradas 36 espécies. Na categoria de espécies exóticas foram incluídas *Clitoria fairchildiana*, *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium*, *Syzygium jambolanum*, *Leucaena leucocephala*, *Artocarpus integrifolia* e *Morus nigra*. A espécie que teve origem na regeneração natural foi *Leucaena leucocephala*.

A espécie *Centrolobium tomentosum*, popularmente conhecida como araribá, apesar de ser classificada no grupo ecológico climax tolerante à sombra e caracterizada por apresentar um crescimento moderado (Carvalho, 1994), obteve, juntamente com *Anadenanthera colubrina*, o maior crescimento em altura e o 7º em diâmetro na área A9a (Tabela 7).

Na área A9a, espécies exóticas de rápido crescimento muito utilizadas em recuperação de áreas degradadas, como *Acacia auriculiformis* e *Acacia mangium*, apresentaram crescimentos em altura menores do que espécies pioneiras nativas como *Anadenanthera colubrina* e *Guazuma ulmifolia* (Tabela 7). *Clitoria fairchildiana* obteve o maior crescimento em diâmetro, pois, os indivíduos desta espécie possuíam troncos muitos ramificados e grossos.

Dentre as 34 espécies encontradas no estrato arbóreo da área A9b, *Clitoria fairchildiana*, *Mangifera indica* e *Morus nigra* foram as exóticas e *Guarea guidonia* e *Randia nítida* foram as espécies oriundas de regeneração natural encontradas no plantio.

Assim como na área adjacente de mesma idade (A9a), a espécie com maior crescimento em altura na área A9b foi *Anadenanthera colubrina* e em diâmetro foi *Clitoria fairchildiana* (Tabela 7). *Inga marginata*, apesar de ser uma espécie climática tolerante à sombra, apresentou o 10º maior crescimento em altura e diâmetro na área A9b (Tabela 7).

3.2.3 Áreas com 4 a 8 anos de idade

Foram encontradas durante a avaliação da área A8 26 espécies no estrato arbóreo, sendo 6 exóticas (*Ochroma pyramidalis*, *Muntingia calabura*, *Swietenia macrophylla*, *Clitoria fairchildiana*, *Morus nigra* e *Melia azedarach*) e 1 proveniente de regeneração natural (*Guarea guidonia*).

A espécie *Ochroma pyramidalis*, originária da região amazônica com potencialidade de uso para reflorestamento na região e apresentando grande importância ecológica como pioneira (Vasquez-Yanes, 1974), apresentou o maior crescimento, tanto em altura como em diâmetro na área A8 (Tabela 8). As espécies pioneiras apresentaram os maiores crescimentos, provavelmente, pelo fato de ainda crescerem em ritmo acelerado (2,2-0,8m/ano em altura e 5,3-1,2 cm/ano em diâmetro) em um povoamento jovem (8 anos).

Foram inventariadas no estrato arbóreo da área A7a 29 espécies. As espécies exóticas encontradas foram *Clitoria fairchildiana*, *Muntingia calabura*, *Morus nigra* e *Swietenia macrophylla*. *Guarea guidonia* foi considerada como proveniente de regeneração natural, pois os indivíduos desta espécie se localizavam fora das linhas de plantio.

Guazuma ulmifolia, espécie classificada como pioneira, apresentou o maior crescimento em altura e o quarto maior em diâmetro na área A7a (Tabela 8). Estes valores aos 7 anos (13,4m de altura média e 20,9 cm de diâmetro médio) são próximos aos encontrados por Carvalho (2007) para esta espécie em Santa Helena, PR, aos 8 anos de idade (altura média de 13,77m e diâmetro médio de 19,9cm). *Clitoria fairchildiana* e *Ceiba speciosa* obtiveram os maiores crescimentos em diâmetro. Neste povoamento, espécies tipicamente pioneiras, como *Trema micrantha* e *Muntingia calabura*, se classificaram entre as 10 com maior crescimento em altura e diâmetro (Tabela 8).

Continuação

<i>Myroxylon periferum</i> L.f.	CS	3,0	3,4	0,2	0,3	7,2	6,0	0,6	0,5	-	-	-	-	9,0	11,3	0,9	1,1	6,5	9,3	0,7	0,9	8,1	6,3	0,9	0,7	6,0	7,9	0,7	0,9
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,1	11,2	0,9	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	6,5	4,3	0,7	0,5
Myrtaceae sp. 1	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	4,0	0,4	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	P	-	-	-	-	3,5	4,1	0,3	0,3	-	-	-	-	5,5	5,2	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	CL	-	-	-	-	4,0	4,5	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	CL	10,7	18,3	0,8	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	6,0	0,5	0,6	5,7	6,7	0,6	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL	-	-	-	-	11,1	16,8	0,9	1,4	10,5	15,8	1,0	1,4	9,7	14,7	1,0	1,5	-	-	-	-	7,8	11,7	0,9	1,3	8,4	17,1	0,9	1,9
<i>Piper aduncum</i> L.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	5,0	0,4	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piper cernuum</i> Vell.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	6,4	0,5	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	10,9	0,6	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	26,8	0,7	3,0
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	CL	-	-	-	-	11,9	18,6	1,0	1,6	-	-	-	-	6,7	6,9	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platymenia reticulata</i> Benth.	CL	6,0	10,5	0,5	0,8	4,4	7,9	0,4	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platyopodium elegans</i> Vog.	CL	7,6	22,7	0,6	1,7	-	-	-	-	9,0	16,4	0,8	1,5	10,0	19,4	1,0	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	9,1	0,8	0,9	7,0	6,7	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psidium guajava</i> L.	CL	5,0	8,8	0,4	0,7	7,9	11,9	0,7	1,0	4,0	4,1	0,4	0,4	6,4	7,1	0,6	0,7	6,5	11,4	0,6	1,1	6,8	11,9	0,8	1,3	5,2	7,3	0,6	0,8
<i>Pterogyne nitens</i> Tull.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	8,9	11,4	0,8	1,0	9,0	17,1	0,9	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Randia nitida</i> (Kunth) DC.	CS	-	-	-	-	4,5	3,3	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	6,2	0,4	0,7
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.	CL	3,0	3,2	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,8	8,1	0,6	0,8	6,9	6,8	0,8	0,8	5,5	6,7	0,6	0,7
<i>Sapindus saponaria</i> L.	CS	-	-	-	-	5,0	5,9	0,4	0,5	6,5	7,8	0,6	0,7	7,5	9,6	0,8	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium haematospermum</i> (Muell. Arg.) Hub.	P	5,3	8,8	0,4	0,7	5,4	6,4	0,4	0,5	7,0	6,4	0,6	0,6	6,6	6,9	0,7	0,7	5,0	7,6	0,5	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Stey. & Frod.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	10,2	1,1	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i> Radlk.	P	6,4	12,6	0,5	1,0	5,7	9,2	0,5	0,8	5,4	8,9	0,5	0,8	5,0	4,4	0,5	0,4	7,1	8,8	0,7	0,9	5,2	9,0	0,6	1,0	5,8	11,4	0,6	1,3
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	P	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	8,3	0,7	0,8	16,4	29,3	1,6	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barn.	P	4,5	8,0	0,3	0,6	-	-	-	-	6,5	20,7	0,6	1,9	5,0	5,4	0,5	0,5	-	-	-	-	4,3	7,6	0,5	0,8	-	-	-	-
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin et Barn.	P	5,0	4,5	0,4	0,3	-	-	-	-	8,5	11,1	0,8	1,0	7,3	9,1	0,7	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	10,0	27,8	0,8	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0	37,3	1,2	3,7	13,6	28,5	1,5	3,2	9,0	31,8	1,0	3,5
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	4,0	10,5	0,3	0,8	5,2	5,7	0,4	0,5	5,6	6,0	0,5	0,5	6,8	8,3	0,7	0,8	4,9	4,6	0,5	0,5	4,8	4,3	0,5	0,5	5,0	4,8	0,6	0,5
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	7,2	0,8	0,8	-	-	-	-
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand.	CL	7,3	14,5	0,6	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,0	28,6	1,1	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Continuação

<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nich.	CS	6,5	9,2	0,5	0,7	5,4	6,3	0,4	0,5	4,3	4,1	0,4	0,4	6,0	5,8	0,6	0,6	-	-	-	-	5,2	5,9	0,6	0,7	6,1	8,2	0,7	0,9
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	P	6,0	13,7	0,5	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	9,3	17,7	0,9	1,8	10,0	9,5	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	6,7	0,8	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,7	16,0	1,4	1,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	7,0	10,3	0,5	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	8,3	0,9	0,9	-	-	-	-
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	-	-	-	-	7,7	7,6	0,6	0,6	-	-	-	-	7,7	7,8	0,8	0,8	5,8	4,2	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum</i> <i>chiloperone</i> Mart. ex Engl.	CL	-	-	-	-	10,1	12,5	0,8	1,0	-	-	-	-	7,3	11,0	0,7	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bur.	CL	3,2	4,8	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	7,8	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No povoamento inventariado na área A7b, foram encontradas 27 espécies arbustivo-arbóreas, sendo 26 oriundas de regeneração artificial e uma (*Sapium haematospermum*) de regeneração natural. As exóticas na região encontradas foram *Pterygota brasiliensis*, *Clitoria fairchildiana*, *Hevea brasiliensis*, *Syzygium jambolanum*, *Swietenia macrophylla* e *Muntingia calabura*.

Como foi observado em muitos dos plantios avaliados, na área A7b a espécie que mais cresceu em altura foi *Anadenanthera colubrina* e a que mais cresceu em diâmetro foi *Clitoria fairchildiana*, fabáceas de rápido crescimento recomendadas para plantios de recuperação de áreas degradadas.

O povoamento localizado na área A6 apresentou 25 espécies no estrato arbóreo. *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Jacaranda mimosaeifolia*, *Muntingia calabura*, *Calycophyllum spruceanum*, *Melia azedarach*, *Syzygium jambolanum*, *Clitoria fairchildiana* e *Swietenia macrophylla* são exóticas na região do plantio. Este povoamento pode ser considerado jovem (6 anos), pois, durante a avaliação, o dossel não havia se fechado. Das espécies que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura e diâmetro, 70% eram pioneiras.

Dentre as 23 espécies inventariadas no estrato arbóreo da área A4, duas são exóticas na região (*Swietenia macrophylla* e *Clitoria fairchildiana*). Apenas uma espécie foi classificada como climácica, dentre as que apresentaram os 10 maiores crescimentos em altura e diâmetro (Tabela 8), pelo fato de se tratar de um povoamento jovem, em fase inicial de crescimento. *Schizolobium parahyba*, que é uma das espécies florestais nativas do Brasil com mais rápido crescimento (Rizzini, 1971), obteve os maiores crescimentos em altura e diâmetro (Tabela 8), apresentando incremento de 4,0m/ano em altura e 5,0cm/ano em DAP.

3.3 Avaliação da regeneração natural

3.3.1 Áreas com 15 a 17 anos de idade

Foram encontradas 16 espécies nativas em regeneração e apenas uma exótica (*Clitoria fairchildiana*) na área A17a, conforme mostrado na Tabela 9. Aproximadamente 65% destas são classificadas como climácicas (climax exigentes de luz e tolerantes à sombra), indicando que o dossel do estrato arbóreo oferece condições de sombreamento para a regeneração de espécies de grupos ecológicos característicos de estágios avançados da sucessão. Cerca de 90% das espécies em regeneração na área A17a também foram encontradas no estrato arbóreo que, provavelmente, é a maior fonte de propágulos para que se processe a regeneração natural nesta área.

Sapium haematospermum e *Simarouba amara* foram as espécies que apresentaram os maiores crescimentos em altura e diâmetro. Estas plantas são encontradas com elevada frequência em formações secundárias (capoeiras) em várzeas úmidas e margens de rios (Lorenzi, 1998), como é o caso no presente trabalho.

Erythroxylum vacciniifolium, que foi a espécie que apresentou a maior densidade, foi também encontrada no estrato arbóreo da área A17a, mas não foi plantada. Indivíduos desta espécie foram observados em grande quantidade no sub-bosque de fragmentos localizados dentro da Unidade Ambiental de Volta Grande, indicando a fonte externa de propágulos para a regeneração natural na área em recuperação.

Das 29 espécies regenerantes na área A17b (Tabela 9), apenas *Syzygium jambolanum* é exótica na região. Diferentemente do observado na área A17a, apenas 45% das espécies em regeneração foram também encontradas no estrato arbóreo. Ao lado deste plantio, existe um fragmento de mata nativa que, provavelmente, é de onde se originam os diásporos responsáveis pela propagação dessas espécies.

TABELA 8 Grupo ecológico (GE), altura média (H) em metros, DAP médio (cm), incremento médio anual em altura (I H) em metros e DAP (I DAP) em centímetros das espécies do estrato arbóreo (DAP \geq 3 cm), nas áreas com 4 a 8 anos de idade, às margens do Reservatório da UHE Volta Grande, MG/SP.

Espécie	GE	A8				A7a				A7b				A6				A4			
		H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP	H	DAP	I H	I DAP
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	12,8	18,3	1,8	2,6	-	-	-	-	4,5	6,9	1,1	1,7
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	CL	7,8	14,6	1,0	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	6,5	1,0	1,6
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) A. Juss.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,4	8,8	1,6	2,2
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	12,3	22,3	1,5	2,8	11,5	20,1	1,6	2,9	14,0	30,1	2,0	4,3	7,3	14,3	1,2	2,4	-	-	-	-
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> M. Arg.	CL	-	-	-	-	5,0	10,6	0,7	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1	4,7	0,5	0,8	-	-	-	-
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K. Schum.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	5,7	0,8	1,0	-	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	P	12,0	10,8	1,5	1,4	10,0	8,6	1,4	1,2	7,5	9,0	1,1	1,3	-	-	-	-	6,9	10,8	1,7	2,7
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CL	5,4	7,7	0,7	1,0	5,6	8,4	0,8	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	6,0	0,5	1,5
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	CL	8,1	18,0	1,0	2,2	6,0	25,6	0,9	3,7	7,7	18,2	1,1	2,6	4,9	13,0	0,8	2,2	-	-	-	-
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	CL	8,2	27,6	1,0	3,4	9,8	27,7	1,4	4,0	12,1	41,5	1,7	5,9	4,3	22,2	0,7	3,7	4,1	17,3	1,0	4,3
<i>Cordia glabra</i> L.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2	11,0	1,5	2,7
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	11,3	1,5	2,8
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	7,2	9,6	0,9	1,2	7,5	11,9	1,1	1,7	10,3	18,1	1,5	2,6	5,0	13,1	0,8	2,2	5,1	12,2	1,3	3,1
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	CL	-	-	-	-	7,5	7,8	1,1	1,1	10,4	28,9	1,5	4,1	-	-	-	-	2,5	5,0	0,6	1,3
<i>Erythrina</i> sp.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	3,8	0,6	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia uniflora</i> L.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	4,4	5,6	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp. 1	NC	9,6	23,7	1,2	3,0	10,2	17,6	1,5	2,5	-	-	-	-	6,0	6,4	1,0	1,1	7,0	13,6	1,8	3,4
<i>Ficus</i> sp. 2	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,9	6,6	0,8	1,1	-	-	-	-
<i>Genipa americana</i> L.	P	-	-	-	-	7,0	7,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	CS	4,0	3,0	0,5	0,4	4,5	3,0	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	P	13,6	19,8	1,7	2,5	13,4	20,9	1,9	3,0	12,5	20,9	1,8	3,0	9,4	15,4	1,6	2,6	6,2	10,8	1,6	2,7
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	13,1	1,4	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	CL	5,7	4,8	0,7	0,6	-	-	-	-	8,4	9,5	1,2	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 1	NC	5,5	6,4	0,7	0,8	-	-	-	-	5,0	6,7	0,7	1,0	-	-	-	-	5,5	13,3	1,4	3,3
<i>Inga marginata</i> Willd.	CS	6,8	11,7	0,9	1,5	6,1	10,8	0,9	1,5	8,2	12,5	1,2	1,8	3,0	6,4	0,5	1,1	-	-	-	-
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Pennington.	CL	10,4	14,6	1,3	1,8	7,5	11,2	1,1	1,6	-	-	-	-	4,8	10,9	0,8	1,8	4,5	8,7	1,1	2,2
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	8,4	1,1	1,4	-	-	-	-
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.Hil.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	5,4	0,7	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	P	-	-	-	-	7,1	10,4	1,0	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld.	CL	-	-	-	-	5,0	7,4	0,7	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud.	P	6,9	13,1	0,9	1,6	7,9	12,1	1,1	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua...

Continuação

<i>Melia azedarach</i> L.	CL	5,5	7,8	0,7	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	4,7	11,9	0,8	2,0	-	-	-	-
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	24,2	1,4	4,0	-	-	-	-
<i>Morus nigra</i> L.	P	7,3	16,6	0,9	2,1	4,8	6,3	0,7	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muntingia calabura</i> L.	P	10,1	23,6	1,3	3,0	8,6	16,4	1,2	2,3	7,0	8,5	1,0	1,2	6,3	11,8	1,0	2,0	-	-	-	-
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	CL	6,5	7,4	0,8	0,9	8,8	10,5	1,3	1,5	-	-	-	-	5,0	8,4	0,8	1,4	3,6	5,7	0,9	1,4
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	CS	-	-	-	-	4,5	6,2	0,6	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0	20,7	1,7	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ochroma pyramidalis</i> (Cav ex Lam.) Urb.	P	17,7	42,3	2,2	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL	9,5	14,8	1,2	1,9	10,5	15,5	1,5	2,2	12,0	20,1	1,7	2,9	7,1	9,5	1,2	1,6	5,9	8,4	1,5	2,1
<i>Psidium guajava</i> L.	CL	7,3	8,0	0,9	1,0	4,4	5,1	0,6	0,7	6,8	13,2	1,0	1,9	4,5	7,1	0,7	1,2	3,0	3,2	0,8	0,8
<i>Prerygota brasiliensis</i> F. Allem.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	15,9	1,9	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.	CL	-	-	-	-	8,0	6,0	1,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium haematospermum</i> (Muell. Arg.) Hub.	P	-	-	-	-	6,5	5,9	0,9	0,8	5,8	4,9	0,8	0,7	-	-	-	-	3,0	5,5	0,8	1,4
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	7,3	19,1	0,9	2,4	6,3	4,6	0,9	0,7	7,0	11,5	1,0	1,6	6,4	11,2	1,1	1,9	5,2	10,2	1,3	2,6
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,0	20,1	4,0	5,0
<i>Sebastiania schottiana</i> Müll. Arg.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	10,0	0,7	1,7	-	-	-	-
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin et Barn.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	7,5	0,9	1,9
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin et Barn.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	22,3	0,8	3,7	-	-	-	-
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	CL	10,0	18,8	1,3	2,3	4,3	5,9	0,6	0,8	7,3	11,6	1,0	1,7	4,1	6,6	0,7	1,1	4,5	7,2	1,1	1,8
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	8,8	23,3	1,3	3,3	4,6	9,2	0,8	1,5	-	-	-	-
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CS	-	-	-	-	5,6	6,9	0,8	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nich.	CS	6,2	5,5	0,8	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	6,6	0,8	1,1	-	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	3,1	0,8	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	P	6,5	12,1	0,8	1,5	8,8	22,9	1,3	3,3	9,4	12,8	1,3	1,8	6,0	9,6	1,0	1,6	-	-	-	-
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,9	4,5	1,0	1,1
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	5,6	0,9	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-

O grupo ecológico clímax tolerante à sombra foi o predominante nas espécies que apresentaram as 10 maiores densidades na área A17b (Tabela 9). Estas plantas só se estabelecem e crescem, inicialmente, em condições de sombreamento, o que foi observado neste povoamento, não sendo verificados distúrbios na área devido à grande vigilância a que é submetida a unidade ambiental. Algumas espécies climácicas exigentes de luz, como *Myracrodruon urundeuva*, *Aspidosperma parvifolium* e *Tabebuia impetiginosa*, apresentaram crescimento em altura e diâmetro maior que todas as pioneiras encontradas na regeneração.

Como se pode observar na Tabela 9, foram identificadas 15 espécies nativas na regeneração natural da área A16. Destas, apenas 40% foram encontradas no estrato arbóreo. Com relação às espécies que apresentaram as 10 maiores densidades, 40% foram classificadas como climácicas, 40% como pioneiras e 20% não foram classificadas. *Xylopia aromatica*, que foi a espécie que apresentou a maior densidade, a 2ª maior altura média e o 3º maior diâmetro médio, foi observada em grande quantidade no fragmento de Cerradão próximo. Esta, juntamente com *Curatella americana*, é característica de Cerradão e Cerrado, sendo muito comuns em áreas perturbadas e com alta luminosidade (Lorenzi, 1992; Almeida et al., 1998). Os distúrbios causados pelo gado nesta área podem ter favorecido o predomínio de *Xylopia aromatica* na regeneração.

Foram encontradas 17 espécies na regeneração natural na área A15a, das quais 3 são exóticas (*Leucaena leucocephala*, *Mangifera indica* e *Syzygium jambolanum*). Dessas 17 espécies, 12 também foram encontradas no estrato arbóreo (Tabela 9).

Provavelmente, por se tratar de um povoamento que não sofre grandes distúrbios e com sub-bosque sombreado, a proporção das espécies climácicas dentre as que apresentaram as 10 maiores densidades foi de 60%.

Na área A15a *Inga vera* subsp. *affinis* foi a espécie com maior densidade de regeneração, observando-se que os indivíduos regenerantes eram originários de brotações de raízes de plantas do estrato arbóreo. *Anadenanthera colubrina* foi abundante na regeneração, provavelmente, pelo fato de haver predominância de indivíduos de grande porte desta espécie no estrato arbóreo. Adjacente a este povoamento, existe um pequeno fragmento florestal, onde foram identificados vários indivíduos arbóreos de *Astronium fraxinifolium*, que podem ter contribuído para esta ser a terceira espécie com maior densidade na regeneração.

Das 19 espécies em regeneração na área A15b, 14 delas, ou, aproximadamente, 82% são encontradas também no estrato arbóreo. Foi observada que a regeneração natural de *Inga vera* subsp. *affinis* e *Inga marginata* se processava via brotação de raízes dos indivíduos do estrato arbóreo. Mesmo sendo uma área que sofre distúrbios proporcionados pelo gado, espécies climáticas tolerantes à sombra, como *Guarea guidonia* e *Inga marginata*, mostraram maiores densidades do que algumas pioneiras que se regeneram abundantemente na região, como *Cecropia pachystachya* (Tabela 9). *Anadenanthera colubrina* apresentou a maior densidade, porém, com um dos menores crescimentos em altura e diâmetro. Os poucos indivíduos de *Cecropia pachystachya* encontrados apresentaram maior porte em relação aos demais.

Das quatorze espécies regenerantes na área A15c, apenas *Syzygium jambos* é exótica na região de estudo. A causa de indivíduos desta espécie, popularmente conhecida como jambo-amarelo, se regenerarem neste povoamento deve-se ao fato de existir um pomar próximo, com várias árvores de jambo, cujos frutos são levados, principalmente por morcegos, para dentro do povoamento.

Metade das espécies regenerantes nesta área contava com a presença de indivíduos também no estrato arbóreo, incluindo as cinco com maior densidade de plantas por hectare. Pode-se considerar, portanto, que os indivíduos do estrato

arbóreo fornecem a maioria dos propágulos responsáveis pela regeneração natural (Tabela 9).

Ainda na área A15c, os indivíduos de *Erythroxylum vacciniifolium* se destacaram no porte, com relação ao das demais espécies. *Copaifera langsdorffii*, uma espécie climácica tolerante à sombra, apresentou a segunda maior densidade de plantas (Tabela 9).

3.3.2 Áreas com 9 a 13 anos de idade

Foram encontradas 11 espécies em regeneração na área A13. Destas, todas contavam com indivíduos no estrato arbóreo, que provavelmente forneceu a maioria dos diásporos para que se processasse a regeneração natural. Seis espécies foram classificadas como climácicas e cinco como pioneiras.

Leucaena leucocephala foi a única exótica regenerante na área A13. Esta espécie possui a maior densidade, sendo 634% superior à espécie com a segunda maior densidade, apresentando, também, a maior altura média (Tabela 10). Esta espécie também foi encontrada no estrato arbóreo, contudo, não foi plantada. A ocorrência desta se deve ao seu caráter fortemente invasor. *Leucaena leucocephala* tem sido observada invadindo grandes extensões de áreas ciliares e áreas degradadas por grandes empreendimentos, como, por exemplo, nas terras marginais ao lago constituído na implantação da Hidrelétrica de Itaipu (Espíndola et al., 2005). Os indivíduos de *Inga vera* subsp. *affinis* em regeneração eram provenientes de brotações de raízes dos indivíduos plantados.

TABELA 9 Grupo ecológico (GE), densidade em indivíduos/ha (Dens), altura média (H) em metros e diâmetro ao nível do solo (DAS) médio em centímetros das espécies encontradas na regeneração natural nas áreas com idades de 15 a 17 anos, às margens do Reservatório da UHE Volta Grande, MG/SP.

Espécie	GE	A17a			A17b			A16			A15a			A15b			A15c		
		Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H Méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	CL	333,0	1,00	0,9	4400,0	0,82	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	CL	-	-	-	133,0	0,60	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	733,0	0,83	1,0	200,0	0,40	0,2	-	-	-	2133,0	0,40	0,3	2200,0	0,37	0,3	-	-	-
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	CL	-	-	-	67,0	2,40	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidosperma</i> sp.	NC	-	-	-	67,0	0,80	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	CL	800,0	0,58	1,1	-	-	-	-	-	-	2067,0	1,18	1,8	-	-	-	67,0	0,35	0,9
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	CL	-	-	-	67,0	0,55	0,6	133,0	0,25	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,35	0,3	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	P	-	-	-	-	-	-	67,0	0,50	1,1	800,0	0,58	0,6	67,0	3,50	3,2	133,0	0,70	1,1
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P	-	-	-	-	-	-	67,0	1,70	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	2,30	2,2	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	CL	133,0	0,28	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,40	0,3	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CS	-	-	-	267,0	1,21	1,1	-	-	-	267,0	0,96	1,3	67,0	0,50	0,4	400,0	0,64	1,0
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	CL	-	-	-	67,0	0,60	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Curatella americana</i> L.	P	-	-	-	-	-	-	67,0	0,60	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.	NC	1467,0	1,16	1,9	67,0	0,55	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	267,0	1,46	1,3
<i>Eugenia florida</i> DC.	CS	333,0	0,43	1,0	1067,0	0,79	1,5	400,0	0,47	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia</i> sp. 1	NC	-	-	-	133,0	0,58	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp. 1	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,40	0,7	-	-	-
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	CL	-	-	-	467,0	1,20	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	CS	67,0	0,70	1,2	267,0	1,54	2,1	67,0	0,55	0,9	-	-	-	467,0	0,77	1,6	-	-	-
Indeterminada 3	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,20	0,2	-	-	-	-	-	-
Indeterminada 4	NC	-	-	-	-	-	-	67,0	1,00	3,2	-	-	-	-	-	-	67,0	0,55	1,5
<i>Inga marginata</i> Willd.	CS	-	-	-	-	-	-	67,0	0,45	1,3	-	-	-	467,0	0,75	1,4	-	-	-
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Pennington.	CL	-	-	-	200,0	0,55	0,6	-	-	-	2467,0	1,08	1,3	1800,0	1,10	1,2	-	-	-
Lauracea sp. 1	NC	-	-	-	133,0	0,90	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1067,0	0,59	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	CL	67,0	1,00	1,1	67,0	0,30	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lonchocarpus</i> sp.	NC	-	-	-	600,0	0,80	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,0	0,85	0,8	-	-	-
<i>Mangifera indica</i> L.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	1,50	1,8	-	-	-	-	-	-

Continua...

Continuação

<i>Meliosma sinuata</i> Urb.	CS	-	-	-	67,0	0,90	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	CL	-	-	-	67,0	2,40	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CL	-	-	-	-	-	-	200,0	0,40	0,7	-	-	-	133,0	1,55	1,5	67,0	0,85	1,4
<i>Nectandra cissiflora</i> Nees.	CL	-	-	-	67,0	0,65	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nectandra grandiflora</i> Nees.	CS	-	-	-	67,0	0,80	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.	CS	-	-	-	333,0	0,41	0,5	-	-	-	67,0	0,40	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	P	67,0	1,00	1,0	533,0	1,59	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,45	0,8
<i>Ocotea</i> sp. 1	NC	-	-	-	-	-	-	67,0	0,70	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,45	0,8	-	-	-
<i>Persea</i> cf. <i>willdenovii</i> Kosterm.	CL	200,0	0,38	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	1,10	1,2	-	-	-
<i>Psidium guajava</i> L.	CL	267,0	1,31	1,6	-	-	-	-	-	-	1533,0	0,48	0,6	533,0	0,82	1,4	67,0	0,30	0,7
<i>Psychotria</i> sp.	NC	-	-	-	267,0	1,13	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.	CL	133,0	1,70	3,4	67,0	0,25	0,4	-	-	-	467,0	0,93	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium haematospermum</i> (Muell. Arg.) Hub.	P	67,0	2,90	5,5	-	-	-	267,0	0,59	1,0	133,0	1,13	1,4	267,0	1,43	2,2	-	-	-
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Stey. & Frod.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,90	3,0	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,0	0,80	1,4	533,0	1,81	1,7	133,0	0,60	1,3
<i>Sesbania sesban</i> (L.) Merrill.	P	-	-	-	-	-	-	67,0	0,50	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	P	67,0	3,00	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum paniculatum</i> L.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,50	1,2	-	-	-
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	CL	-	-	-	-	-	-	67,0	0,55	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	-	-	-	67,0	0,70	2,4	-	-	-	67,0	0,25	2,0	-	-	-	-	-	-
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	0,33	0,9
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,90	0,7	67,0	0,30	0,5	-	-	-
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	CL	-	-	-	67,0	1,80	2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand	CL	-	-	-	67,0	0,70	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	P	667,0	1,10	1,2	133,0	0,35	0,5	67,0	0,45	0,4	-	-	-	-	-	-	133,0	0,88	1,2
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	200,0	1,03	1,5	-	-	-	-	-	-	267,0	0,79	1,1	-	-	-	-	-	-
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	-	-	-	-	-	-	667,0	1,03	2,6	-	-	-	-	-	-	533,0	0,80	1,3
<i>Zanthoxylum chiloperone</i> (Mart.) Engl.	CL	67,0	0,50	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,28	1,1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	0,42	0,9

Foram inventariadas 13 espécies na regeneração da área A12, com a ocorrência de 8 destas também no estrato arbóreo. *Syzygium jambolanum* foi a única exótica presente. A espécie *Anadenanthera colubrina* que, segundo Kageyama et al. (1990), apresenta expressiva regeneração por sementes, teve a maior densidade de plantas, com mais que o dobro da segunda posição (Tabela 10). Entretanto, seu crescimento em altura e diâmetro foi menor que o de várias outras espécies regenerantes. Foi observado que os indivíduos de *Inga marginata* se regeneraram por brotações de raiz da planta mãe.

Das oito espécies encontradas em regeneração na área A11, cinco estavam presentes no estrato arbóreo e uma era exótica (*Mimosa caesalpiniaefolia*). Foi observado que os indivíduos regenerantes das duas espécies com maior densidade, *Acacia polyphylla* e *Mimosa caesalpiniaefolia*, se concentravam abaixo das copas das árvores matrizes. Esta última espécie tem boa capacidade de regeneração natural e se propaga facilmente por sementes, podendo, em condições edafoclimáticas favoráveis, se comportar como planta invasora (Ribaski et al., 2003).

Este povoamento (A11) apresentava um dossel contínuo e fechado, que dava condições de sombreamento para que espécies climáticas tolerantes à sombra como *Piper cernum* e *Tabebuia serratifolia* pudessem se regenerar. A espécie *T. serratifolia* destacou-se no crescimento em altura entre as espécies regenerantes, mesmo sendo climática tolerante à sombra, provavelmente por encontrar condições favoráveis de luminosidade.

Foram encontradas 10 espécies nativas no estrato regenerante da área A10a, das quais todas também estavam representadas com indivíduos no estrato arbóreo. Nesta área, não existem fragmentos significativos próximos, por isso, a regeneração natural, provavelmente, foi proporcionada pela dispersão das espécies do estrato arbóreo deste povoamento.

Os indivíduos de *Myroxylon peruiferum* nesta área se regeneravam mais abundantemente abaixo da copa das árvores adultas desta espécie, que apresentou a maior densidade de regeneração (Tabela 10). Provavelmente, por se tratar de um povoamento que não sofre com distúrbios frequentes, 40% das espécies regenerantes são climácicas tolerantes à sombra.

Durante o inventário da regeneração natural na área A10b, foram encontradas 20 espécies diferentes, tendo sido observado que 65% destas também ocorriam no estrato arbóreo. *Mangifera indica*, *Syzygium jambolanum* e *Solanum paniculatum* são exóticas na região. Estas três espécies possuem caráter fortemente invasor, ocupando os mais variados tipos de solo (Espíndola et al., 2005; Leitão-Filho et al. 1975).

Duas espécies climácicas tolerantes à sombra permaneceram dentre as quatro com maior densidade na área A10b (Tabela 10), o que indica que este povoamento é bem conservado, com condições ambientais que permitem o seu estabelecimento. Os indivíduos de *Mangifera indica* foram encontrados, em sua grande maioria, abaixo das matrizes. A origem dos indivíduos de *Inga vera* subsp. *affinis* foi por brotação de raízes. Constatou-se que esta espécie, juntamente com *Sapium haematospermum*, se regenerava com maior abundância mais próximo às margens do reservatório.

O número de espécies encontradas em regeneração na área A9a foi de 19, das quais 15 delas (79%) também estavam presentes no estrato arbóreo desta área. *Leucaena leucocephala* e *Syzygium jambolanum* foram as espécies exóticas regenerantes e *Rhamnidium elaeocarpus* se destacou entre as demais com relação à densidade (240% superior à 2ª posição). Duas climácicas tolerantes à sombra situaram-se entre aquelas espécies, com as 10 maiores densidades (Tabela 10).

Constatou-se que sete das dez espécies em regeneração na área A9b também foram encontradas no estrato arbóreo deste povoamento. *Guarea*

guidonia foi a espécie que apresentou a maior densidade. Esta espécie apresenta maior dispersão em formações secundárias localizadas ao longo de rios e planícies aluviais (Lorenzi, 1992), sendo observada regenerando-se em 12 das 18 áreas avaliadas. *Inga vera* subsp. *affinis* regenerou-se principalmente nas margens do reservatório e por meio de brotação de raízes. A espécie *Sapium haematospermum* apresentou o maior crescimento, tanto em altura como em diâmetro (Tabela 10), além de também se regenerar com maior abundância na margem do reservatório, pois é característica desta espécie ocorrer preferencialmente na beira de rios (Lorenzi, 1998).

3.3.3 Áreas com 4 a 8 anos de idade

No inventário da regeneração na área A8, foram encontradas dez espécies, com oito destas ocorrendo também no estrato arbóreo deste povoamento. Com exceção das espécies do gênero *Piper*, todas as demais provavelmente tiveram como fonte dos seus diásporos o estrato arbóreo. *Trema micrantha* se destacou das demais com relação à altura e ao diâmetro (Tabela 11). A densidade da regeneração de *Piper* sp. foi mais que três vezes maior do que a de *Psidium guajava*, com a segunda maior densidade. Setenta por cento das espécies foram classificadas como pioneiras, contudo, as duas climácicas existentes foram das mais abundantes (Tabela 11).

TABELA 10 Grupo ecológico (GE), densidade em indivíduos/ha (Dens), altura média (H) em metros e diâmetro ao nível do solo (DAS) médio em centímetros das espécies encontradas na regeneração natural nas áreas com 9 a 13 anos de idade, às margens do Reservatório da UHE Volta Grande, MG/SP.

Espécie	GE	A13			A12			A11			A10a			A10b			A9a			A9b		
		Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.	Dens	H méd.	DAS méd.
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	CL	-	-	-	-	-	-	1067,0	0,87	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	2,00	2,1
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	67,0	0,25	0,4	600,0	0,58	0,4	-	-	-	133,0	0,53	0,4	333,0	0,38	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Andira</i> sp.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,25	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	1,15	1,3	-	-	-	67,0	0,45	0,8
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steudel	CL	-	-	-	133,0	0,30	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carica papaya</i> L.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,60	1,2	-	-	-	-	-	-
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	1,05	1,6	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333,0	1,30	1,5	-	-	-
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CL	133,0	0,63	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P	67,0	0,25	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,55	0,9	133,0	1,28	1,5	-	-	-
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	1,00	1,2	67,0	0,20	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000,0	0,40	0,6	67,0	0,20	0,3	-	-	-
<i>Dipteryx alata</i> Vog.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	267,0	0,38	0,6
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.	NC	-	-	-	267,0	1,50	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia</i> sp. 1	NC	-	-	-	67,0	0,20	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eugenia uniflora</i> L.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333,0	0,67	1,3	-	-	-
<i>Ficus</i> sp. 1	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,45	1,8	-	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	CS	67,0	0,75	2,1	267,0	1,03	1,4	-	-	-	67,0	1,20	1,8	-	-	-	133,0	0,48	1,2	933,0	0,54	1,3
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	1,80	3,1	-	-	-
Indeterminada 1	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	2,50	5,9	-	-	-
<i>Inga marginata</i> Willd.	CS	-	-	-	67,0	0,60	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,45	0,6	-	-	-
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Pennington.	CL	200,0	0,42	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,0	0,65	0,8	67,0	0,23	0,2	533,0	0,94	1,6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	P	1267,0	0,93	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,35	0,3	-	-	-
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	CL	-	-	-	-	-	-	67,0	1,50	4,5	-	-	-	600,0	0,68	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud.	P	67,0	0,20	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mangifera indica</i> L.	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1133,0	0,57	1,1	-	-	-	-	-	-
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	2,00	2,2	-	-	-
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	P	-	-	-	-	-	-	1067,0	1,84	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myroxylon perujerum</i> L.f.	CS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333,0	1,41	2,0	733,0	0,26	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	P	-	-	-	67,0	0,65	0,3	133,0	0,40	0,5	133,0	0,33	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees.) Mez.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,90	1,2	-	-	-	-	-	-
<i>Ocotea</i> sp. 2	NC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	0,25	0,3	-	-	-	-	-	-

Continua...

Continuação

<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL	-	-	-	67,0	0,50	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,0	0,92	1,2	
<i>Piper aduncum</i> L.	P	-	-	-	200,0	1,43	1,6	67,0	1,20	1,2	133,0	2,15	2,1	-	-	-	67,0	1,90	2,9	-	-	-
<i>Piper cernuum</i> Vell.	CS	-	-	-	-	-	-	133,0	1,45	1,7	67,0	1,50	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	0,48	1,4	-	-	-	-	-	-
<i>Psidium guajava</i> L.	CL	67,0	0,65	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	533,0	1,47	1,7	-	-	-	-	-	-
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.	CL	67,0	0,40	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	0,33	0,4	800,0	0,55	1,1	133,0	1,08	1,8
<i>Rollinia</i> sp.	NC	-	-	-	133,0	0,35	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium haematospermum</i> (Muell. Arg.)	P	67,0	0,85	1,3	67,0	2,90	4,2	-	-	-	-	-	-	67,0	1,10	3,2	-	-	-	133,0	2,40	3,0
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200,0	1,23	1,0	267,0	0,58	0,7	67,0	0,96	0,6
<i>Solanum paniculatum</i> L.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,0	1,60	1,8	-	-	-	-	-	-
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	-	-	-	67,0	0,40	1,1	-	-	-	-	-	-	267,0	0,65	0,8	67,0	0,35	0,3	-	-	-
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	-	-	-	-	-	-	133,0	0,60	1,0	-	-	-	-	-	-	67,0	0,90	0,6	67,0	0,40	0,9
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand.	CL	133,0	0,40	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nich.	CS	-	-	-	-	-	-	133,0	2,05	2,8	133,0	1,00	3,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	0,55	0,6	-	-	-
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	-	-	-	67,0	0,50	0,7	-	-	-	67,0	1,35	2,2	733,0	2,02	2,8	-	-	-	-	-	-

No povoamento localizado na área A7a, o sub-bosque encontrava-se invadido pelo capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). Foi observado que esta gramínea tolera o sombreamento proporcionado pelo dossel do estrato arbóreo, impedindo o estabelecimento da regeneração natural. Por isso, foram encontradas apenas oito espécies em regeneração (Tabela 11) e todas com baixa densidade em comparação com a outra área de mesma idade (A7b – Tabela 11). Destas oito espécies, três também foram encontradas no estrato arbóreo. Foi observada a presença do cafeeiro (*Coffea arabica*) em regeneração provavelmente por existir um cafezal ao lado do povoamento.

Provavelmente pelo fato de haver um fragmento florestal ao lado da área A7b, foram encontradas 22 espécies em regeneração, com 14 espécies a mais do que o encontrado para o povoamento situado na área A7a, que possui a mesma idade. Apenas a metade das 22 espécies possuía indivíduos no estrato arbóreo deste povoamento.

Observou-se que as duas espécies com maior densidade na área A7b (Tabela 11), *Acacia polyphylla* e *Schinus terebinthifolius*, contavam com grande número de indivíduos plantados no estrato arbóreo. Esta foi a provável causa dos valores de densidade observados, pois estas espécies produzem, anualmente, grande quantidade de sementes que garantem a regeneração (Lorenzi, 1992).

Pelo fato de o dossel permitir a passagem de muita luz, sete das oito espécies encontradas na regeneração natural na área A6 pertencem ao grupo ecológico das pioneiras. As espécies exóticas encontradas foram *Muntingia calabura*, *Solanum paniculatum* e *Acacia auriculiformis*. Metade das espécies regenerantes possuía representantes no estrato arbóreo deste povoamento. *Solanum paniculatum* se destacou pelo crescimento em altura e o diâmetro apresentado (Tabela 11).

A única espécie encontrada na regeneração natural na área A4 foi *Cecropia pachystachya* (Tabela 11), que é característica de solos de maior

umidade, típica da borda de matas, clareiras grandes e de estradas e tem preferência pelos locais ensolarados, como o ambiente encontrado nesta área, sendo rara sua presença no interior de matas fechadas (Balbacha, 1960).

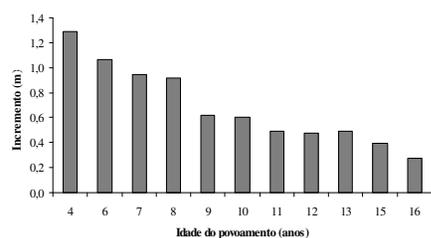
Um fator que pode ter contribuído para se encontrar apenas uma espécie em regeneração, além da constatação de que este é um povoamento jovem (4 anos), onde não ocorreu o fechamento do dossel, é que até um ano antes desta avaliação, ainda foi realizado o controle de plantas invasoras com herbicidas nas entrelinhas do plantio.

3.4 Análises do incremento médio anual (IMA) em função da idade do plantio

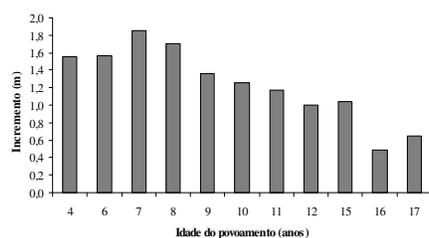
Foram selecionadas, para a análise da relação entre o incremento médio anual em altura e diâmetro e a idade do plantio, todas as espécies plantadas encontradas em, pelo menos, 50% dos povoamentos (nove plantios). Observa-se, nas Figuras 2 a 7, houve tendência de diminuição do incremento médio anual (IMA), tanto em altura, quanto em diâmetro, na medida em que os plantios avançam na idade para todas as espécies selecionadas, inclusive aquelas pertencentes a grupos ecológicos de estágios avançados da sucessão secundária, como as climácicas exigentes tolerantes à sombra (Figuras 6 e 7). Entretanto, para as espécies climácicas exigentes de luz, foi observada uma tendência de estabilização do IMA, em altura e em diâmetro, a partir dos 13 anos (Figuras 4 e 5).

TABELA 11 Grupo ecológico (GE), densidade em indivíduos/ha (Dens), altura média (H) em metros e diâmetro ao nível do solo (DAS) médio em centímetros das espécies encontradas na regeneração natural nas áreas A8 – A4, às margens do Reservatório da UHE Volta Grande, MG/SP.

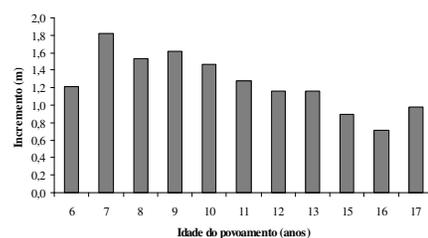
Espécie	GE	A8			A7a			A7b			A6			A4		
		Dens	H méd.	DAS med.	Dens	H méd.	DAS med.	Dens	H méd.	DAS med.	Dens	H méd.	DAS med.	Dens	H méd.	DAS med.
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,0	0,33	0,3	-	-	-
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	CL	-	-	-	-	-	-	2200,0	1,02	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	-	-	-	-	-	-	400,0	0,53	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS	-	-	-	-	-	-	67,0	4,00	4,5	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	P	67,0	1,15	1,2	-	-	-	-	-	-	67,0	0,40	0,5	67,0	0,50	1,9
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P	-	-	-	67,0	0,90	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	CL	-	-	-	-	-	-	133,0	0,95	1,1	-	-	-	-	-	-
<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	CL	-	-	-	-	-	-	67,0	1,20	1,8	-	-	-	-	-	-
<i>Coffea arabica</i> L.	NC	-	-	-	67,0	0,20	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CS	-	-	-	-	-	-	133,0	0,78	1,0	-	-	-	-	-	-
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	67,0	0,70	1,2	-	-	-	67,0	1,95	2,5	267,0	0,38	0,4	-	-	-
<i>Curatella americana</i> L.	P	-	-	-	-	-	-	67,0	0,65	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	CS	133,0	0,98	2,0	133,0	0,34	0,7	133,0	1,73	2,6	-	-	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	P	133,0	0,60	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Pennington.	CL	-	-	-	67,0	3,00	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.Hil.	CL	-	-	-	-	-	-	67,0	1,30	1,2	-	-	-	-	-	-
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	P	-	-	-	-	-	-	133,0	1,40	1,7	-	-	-	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud.	P	67,0	0,60	0,6	67,0	0,40	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muntingia calabura</i> L.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600,0	0,57	0,6	-	-	-
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CL	-	-	-	133,0	0,50	0,8	200,0	1,92	2,0	-	-	-	-	-	-
<i>Ocotea</i> sp. 1	NC	-	-	-	-	-	-	133,0	1,15	1,4	-	-	-	-	-	-
<i>Piper aduncum</i> L.	P	67,0	1,60	2,2	-	-	-	-	-	-	67,0	0,60	0,5	-	-	-
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth.	CS	-	-	-	-	-	-	67,0	2,20	2,2	-	-	-	-	-	-
<i>Piper</i> sp.	NC	667,0	0,99	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psidium guajava</i> L.	CL	200,0	0,85	1,3	-	-	-	67,0	0,45	0,3	467,0	0,26	0,3	-	-	-
<i>Psychotria</i> sp.	NC	-	-	-	-	-	-	133,0	0,38	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Sapium haematospermum</i> (Muell. Arg.) Hub.	P	-	-	-	-	-	-	67,0	0,35	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	67,0	1,55	0,9	-	-	-	1067,0	1,33	1,7	200,0	0,45	0,6	-	-	-
<i>Sloanea</i> sp.	NC	-	-	-	67,0	0,25	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solanum paniculatum</i> L.	P	-	-	-	133,0	0,33	0,4	-	-	-	200,0	1,18	1,1	-	-	-
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	-	-	-	-	-	-	67,0	0,65	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	P	133,0	2,65	2,3	-	-	-	67,0	1,20	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	CS	-	-	-	-	-	-	67,0	0,25	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	-	-	-	-	-	-	200,0	1,40	1,5	-	-	-	-	-	-



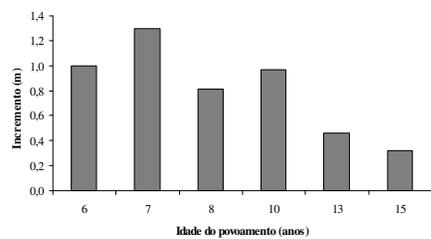
Schinus terebinthifolius



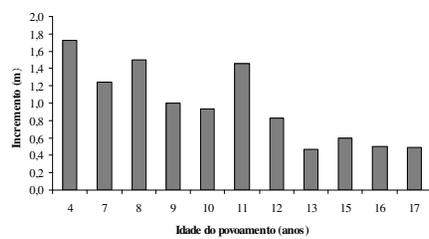
Guazuma ulmifolia



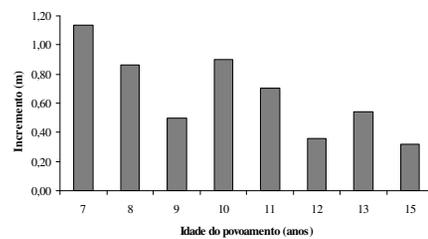
Anadenanthera colubrina



Trema micrantha



Cecropia pachystachya



Maclura tinctoria

FIGURA 2 Incremento médio anual (IMA), em altura (H), de espécies pioneiras, em função da idade do plantio.

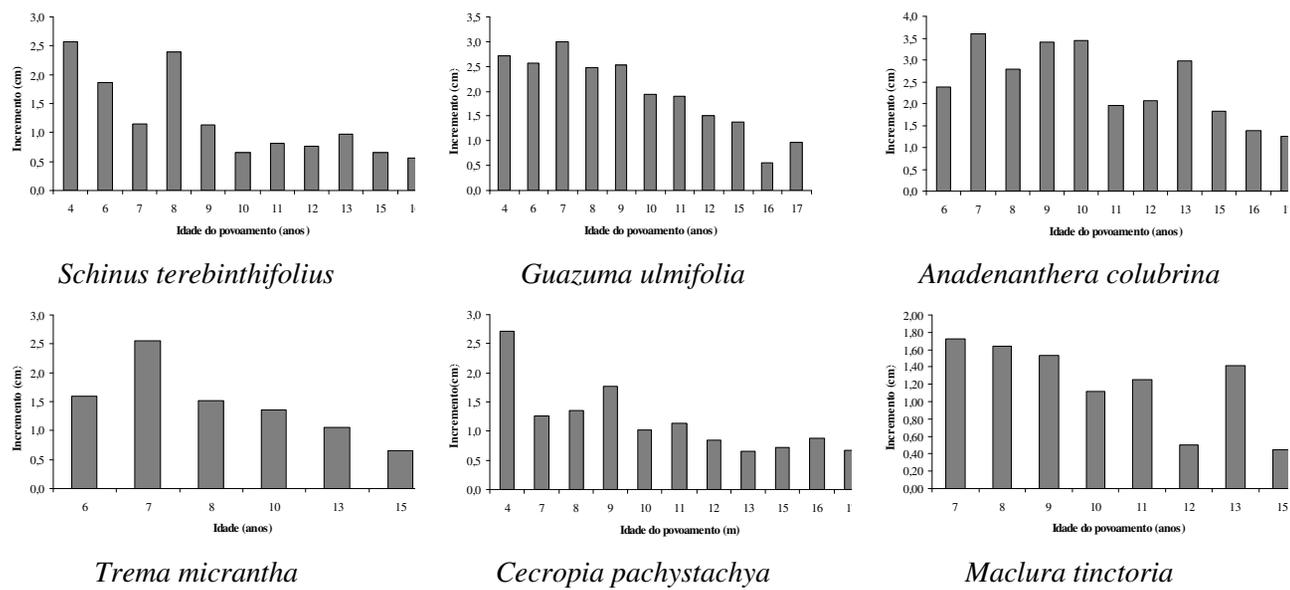
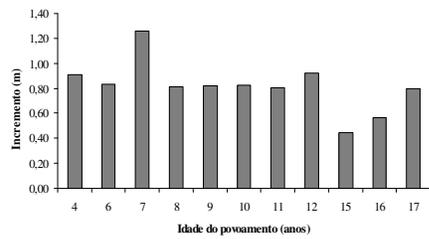
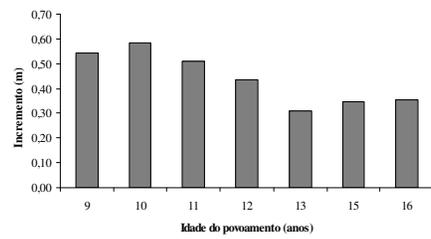


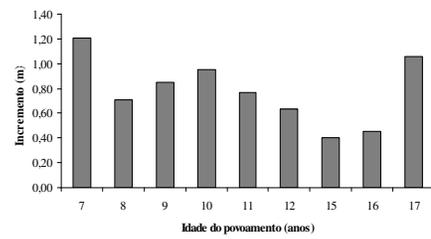
FIGURA 3 Incremento médio anual (IMA), em DAP, de espécies pioneiras, em função da idade do plantio.



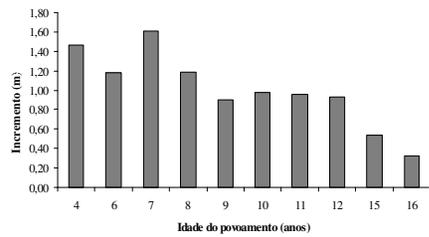
Myracrodruon urundeuva



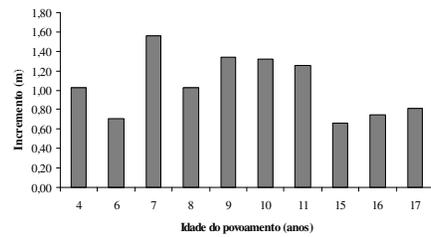
Tabebuia chrysotricha



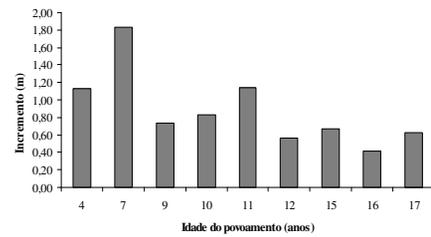
Hymenaea courbaril



Peltophorum dubium



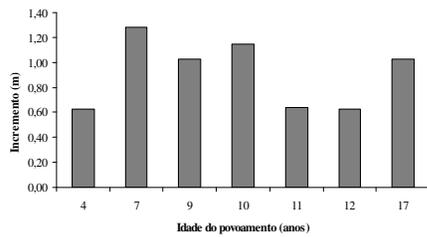
Clitoria fairchildiana



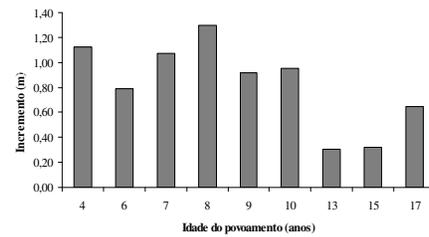
Acacia polyphylla

Continua...

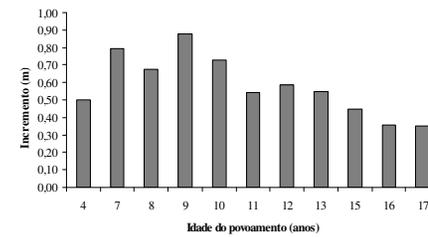
Continuação



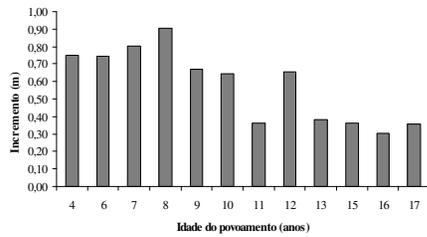
Enterolobium contortisiliquum



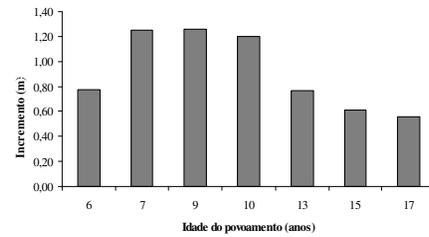
Inga vera



Cedrela fissilis

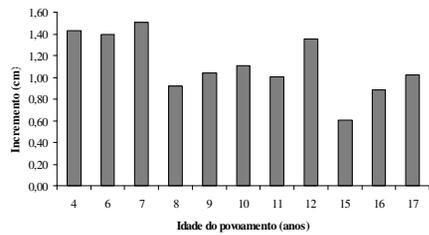


Psidium guajava

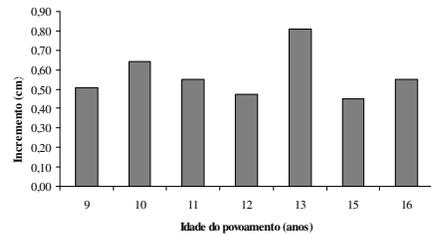


Syzygium jambolanum

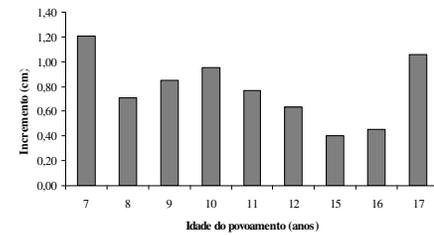
FIGURA 4 Incremento médio anual (IMA), em altura (H), de espécies climáticas exigentes de luz, em função da idade do plantio.



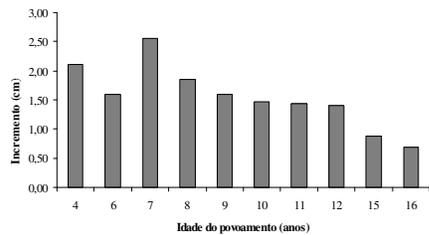
Myracrodruon urundeuva



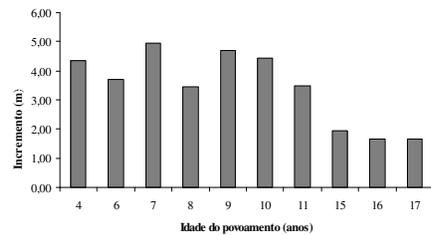
Tabebuia chrysotricha



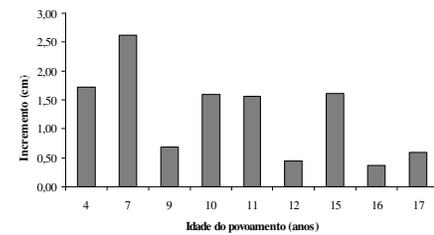
Hymenaea courbaril



Peltophorum dubium



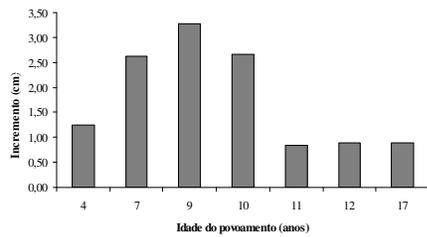
Clitoria fairchildiana



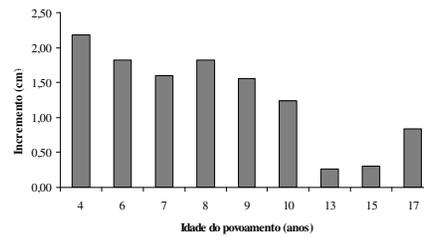
Acacia polyphylla

Continua...

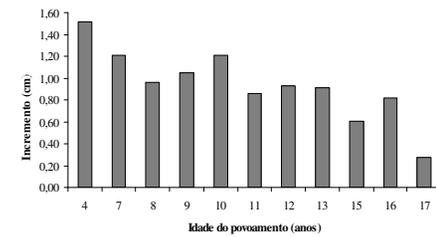
Continuação



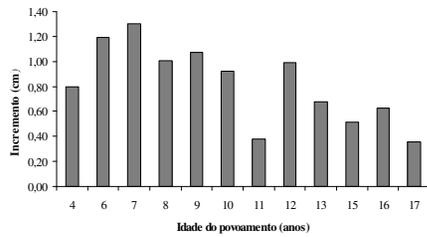
Enterolobium contortisiliquum



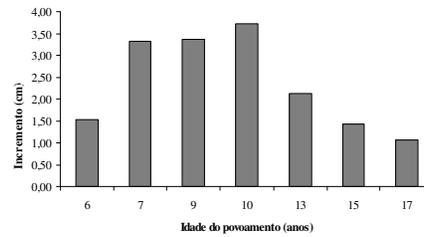
Inga vera



Cedrela fissilis

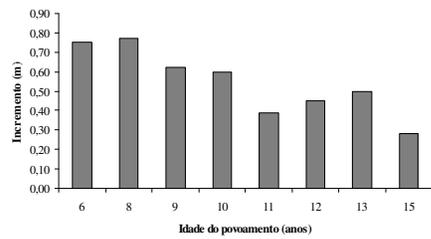


Psidium guajava

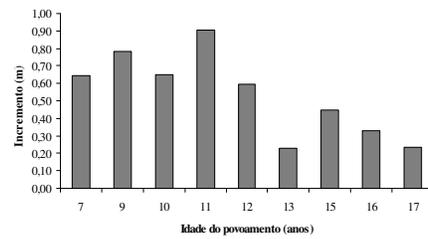


Syzygium jambolanum

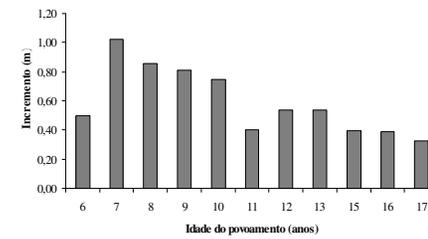
FIGURA 5 Incremento médio anual (IMA), em DAP, de espécies climácicas exigentes de luz, em função da idade do plantio.



Tabebuia serratifolia

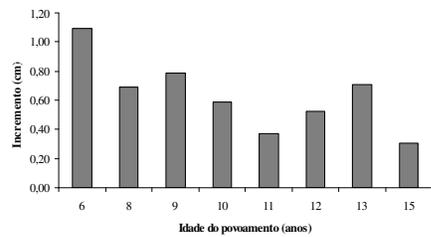


Myroxylon peruiferum

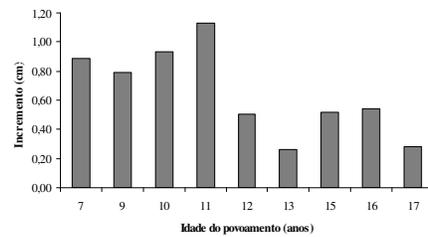


Inga marginata

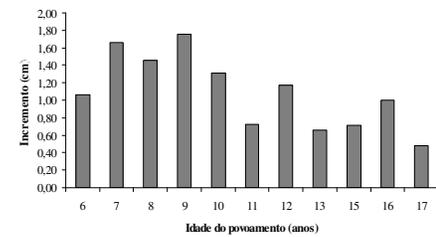
FIGURA 6 Incremento médio anual (IMA), em altura (H), de espécies climácicas tolerantes à sombra, em função da idade do plantio.



Tabebuia serratifolia



Myroxylon peruiferum



Inga marginata

FIGURA 7 Incremento médio anual (IMA), em DAP, de espécies climácicas tolerantes à sombra, em função da idade do plantio.

3.5 Modelagem do crescimento

Para modelagem da altura e da área basal em função da idade, da densidade, da largura e da área dos povoamentos, foram retiradas aquelas áreas nas quais foram observados distúrbios frequentes (A16, A15b e A12), além da área A15c, que apresentou elevada área basal pelo grande número de indivíduos de *Acacia mangium* plantados. Este procedimento foi adotado para se obter uma situação ideal de crescimento e melhorar o ajuste dos modelos.

Conforme mostrado na Tabela 12, a idade e a área basal foram influenciadas positivamente pela idade de plantio. Não houve efeito da densidade, largura e área do plantio sobre as variáveis de crescimento. Mesmo densidades mais baixas não resultaram em menores valores de altura e área basal.

TABELA 12 Modelos que melhor estimaram o crescimento em altura e área basal do estrato arbóreo das áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários, em função das variáveis independentes idade, densidade, largura e área dos povoamentos.

Equação	R ² (%)	C.V (%)
$Altura = 5,097 + 0,338 \text{ idade}$	50,5	16,42
$Área basal = 6,929 + 1,551 \text{ idade}$	45,1	31,31

4 CONCLUSÕES

Espécies nativas, como *Anadenanthera colubrina* e *Guazuma ulmifolia*, se destacaram pelo seu porte, em todas as áreas onde foram encontradas, superando, inclusive, o crescimento apresentado por espécies exóticas recomendadas para a recuperação de áreas degradadas.

Nos dois povoamentos mais jovens (6 e 4 anos), as espécies pioneiras apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro, em comparação com as climácicas. Nos povoamentos mais maduros (>9anos), as climácicas exigentes de luz, em média, são maiores.

O fechamento do dossel ocorreu nos povoamentos com mais de sete anos.

O incremento médio anual apresentado pelas espécies do estrato arbóreo, para todos os grupos ecológicos, decresceu com o aumento da idade dos povoamentos.

Em povoamentos mais maduros (>9anos), as espécies pioneiras em regeneração diminuíram a densidade de plantas/ha em relação às climácicas.

A contribuição do estrato arbóreo para a regeneração natural foi importante em todas as áreas, sendo mais significativa naquelas mais distantes de fragmentos de vegetação nativa.

As espécies *Erythroxylum vacciniifolium*, *Sapium haemospermum*, *Guarea guidonia* e *Piper aduncum*, as quais foram provenientes somente da regeneração natural, se mostraram boas colonizadoras das áreas em recuperação, podendo ser utilizadas em novos plantios de recuperação de matas ciliares na região.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. 1998. 464p.
- AZEVEDO, C.P.; SILVA, J.N.M.; SANQUETTA, C.R.; MACHADO, S.A. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Floresta**, Curitiba, v.38, n.1, p. 53-69, jan./ mar. 2008.
- BALBACHA, A. **As plantas curam**. São Paulo: Missionária, 1960. 342 p.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.2, n.2, p. 43-52, jul./dez.1996.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAM/BRASIL. Folha SE.22. **Goiânia; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983. 768p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).
- CARVALHO, P.E.R. **Mutamba - *Guazuma ulmifolia***. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 13 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 141).
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ/Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
- CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **INPE**. 2006. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2009.
- CLAESSEN, M.E.C. **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.
- DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A.; FARIA, J.M.R.; PRADO, N.J.S. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos-Itutinga, MG. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.20-40, jan./jun. 1996.

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

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.

ESPÍNDOLA, M.B.; BECHARA, F.C.; BAZZO, M. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 27-38, jan./jun. 2005.

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.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema sisvar para análise estatística**. Lavras: UFLA, 2000. 63 p.

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.

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

FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.37, p. 177-185, jan./fev. 2007.

FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, E.M.R. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1992. 8p. (EMBRAPA-CNPAB. Comunicado Técnico, 9).

KANASHIRO, M.; YARED, J.A.G. Experiências com plantios florestais na Bacia Amazônica. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **O Desafio das florestas neotropicais**. Curitiba, 1991. p.117-137.

KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN, A.M.; RIBAS, L.A.; GANDARA, F.B. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.93-107, jan./dez. 2003.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO JUNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...**São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.1, p.109-112.

LEITÃO FILHO, H.F., ARANHA, C.; BACCHI, O. **Plantas invasoras de culturas no estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1975. v.2.

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

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

MATTOS, P.P. **Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal de Nhecolândia, MS**. 1999. 116p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; CURI, N. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.10, n.4, p.483-508, Jul.1994.

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.

RIBASKI, J.; LIMA, P.C.F. ; OLIVEIRA, V.R.; DRUMOND, M.A. **Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*)**: árvore de múltiplo uso no Brasil. Colombo, PR: Embrapa, 2003. (Comunicado Técnico, 135)

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 294 p.

SCOLFORO, J.R.S. **Biometria florestal**: modelos de regressão linear e não linear. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. pt.1. 352p.

SINISGALLI, P.A.A.; SOUSA JUNIOR, W.C.; TORRES, A. Análise energética e econômico-ambiental aplicada a estudos de viabilidade de usinas hidrelétricas no corredor ecológico Cerrado-Pantanal. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.2, n. 1-2, p. 102-121, dez. 2006.

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

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, The Hague, v.75, n.2, p81-86, May 1988.

VASQUEZ-YANES, C. Estudios on the germination of seeds of *Ochroma lagopus* Startz. **Turrialba**, São José, v.24, n.2, p.176-179, May 1974.

VIEIRA, D.C.M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.4, p.541-554, out./dez. 2006.

CAPÍTULO 3

**Estrutura e diversidade da vegetação arbustivo-arbórea como indicadores
de recuperação de plantios de mata ciliar no entorno do reservatório da
Usina Hidrelétrica de Volta Grande**

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a estrutura e a diversidade do estrato arbóreo e da regeneração natural de 18 plantios de mata ciliar no entorno do reservatório da UHE Volta Grande, utilizando-os como parâmetros indicadores de recuperação destes ecossistemas. No inventário do estrato arbóreo foram medidos todos os indivíduos com $DAP \geq 3\text{cm}$. Na regeneração natural, foram incluídos todos os indivíduos das espécies arbustivo-arbóreas com $DAP < 3\text{cm}$ e altura $\geq 20\text{cm}$. Os parâmetros estruturais utilizados foram densidade, área basal total, riqueza de espécies e índice de diversidade de Shannon (H'). A partir dos resultados concluiu-se que o número de espécies encontradas no estrato arbóreo foi considerado satisfatório para que haja sustentabilidade dos plantios. O maior crescimento apresentado pelo estrato arbóreo dos povoamentos avaliados, em comparação com outros trabalhos com recuperação de matas ciliares, pode ser atribuído à elevada fertilidade dos solos do entorno do reservatório da UHE Volta Grande. Os indicadores de recuperação avaliados para a regeneração natural (densidade, riqueza de espécies e diversidade específica) apresentaram menores resultados, em comparação com outros reflorestamentos mistos para a recuperação de áreas degradadas e fragmentos de floresta estacional semidecidual. Entre os plantios de mesma idade, aqueles localizados mais próximos a um fragmento florestal apresentaram maiores valores de densidade, riqueza de espécies e diversidade da regeneração natural. De maneira geral, a densidade, a altura, a riqueza e a diversidade de espécies em regeneração foram maiores nos povoamentos mais maduros. Os distúrbios antrópicos foram prejudiciais à sustentabilidade das matas ciliares em recuperação.

Palavras-chave: indicadores de recuperação, mata ciliar, recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the structure and diversity of the arboreal stratum and of the natural regeneration of 18 riparian forest restoration plantings around the lake of Volta Grande Hydroelectric Plant, using them as restoration indicators of those ecosystems. In the survey of the arboreal stratum, all individuals with diameter at breast height (DBH) ≥ 3 cm were measured. All the shrub-arboreal species with DBH < 3 cm and height ≥ 20 cm were included in the natural regeneration. The structural parameters utilized were density, basal area, species richness and the Shannon diversity index. It could be concluded that the number of species sampled in the arboreal stratum was considered satisfactory for the plantings sustainability. The higher growth reached by the arboreal stratum of the evaluated plantings, in comparison with other riparian forest restoration plantings, can be attributed to the high fertility of the soils around the lake of the Volta Grande Hydroelectric Plant. The evaluated restoration indicators for the natural regeneration (density, species richness and diversity) presented lower results in comparison to other mixed reforestations for recovering vegetation and fragments of semideciduous forests. In plantings with the same age, those located closer to a native forest fragment showed the higher values of density, richness and diversity of the natural regeneration. In general, the density, height, richness and diversity of the natural regeneration were higher in the older stands. Anthropogenic disturbances prejudiced the sustainability of the riparian forest restoration plantings.

Key words: restoration indicators, riparian forest, land restoration.

1 INTRODUÇÃO

A recuperação de ecossistemas degradados é um processo complexo e, em sua grande maioria, depende de intervenção antrópica. A elaboração de modelos de recuperação adequados depende de amplo conhecimento sobre os ecossistemas e da resposta dos seus diversos componentes às modificações proporcionadas pelas intervenções. A carência deste conhecimento, aliada à grande diversidade de ecossistemas, torna baixa a eficiência de muitos programas de recuperação de ecossistemas degradados no Brasil.

O reflorestamento e a recuperação de áreas degradadas 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.

Diferentes modelos de plantio podem ser utilizados na recuperação. 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 (Moreira, 2002). 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).

Idealmente, os indicadores de desempenho devem ser objetivos, facilmente mensuráveis, reprodutíveis e passíveis de serem obtidos a baixo

custo. Uma das vantagens do uso de indicadores é que possibilita melhor compreensão e interpretação dos dados por parte de diferentes categorias de interessados, como empresários, agentes públicos e comunidade em geral (Almeida & Sánchez, 2005).

Podem ser considerados indicadores de vegetação que refletem bem o desempenho da recuperação das florestas de proteção a diversidade e a riqueza de espécies implantadas (Hardt et al., 2006), o crescimento das árvores e o acúmulo de fitomassa (Melo et al., 2007; Melo & Durigan, 2007), a produção de serrapilheira (Arato et al., 2003; Garcia et al., 2005; Nunes & Pinto, 2007) e a estrutura e diversidade da regeneração natural (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Vieira & Gandolfi, 2006). Dessa forma, poderiam ser definidos níveis desejados de alguns parâmetros estruturais (densidade, riqueza de espécies, diversidade específica, equabilidade, dominância e outros), a partir dos valores desses parâmetros identificados nas formações naturais de referência, que se tornariam metas a serem atingidas nos projetos de recuperação (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura e a diversidade do estrato arbóreo e da regeneração natural de plantios de mata ciliar no entorno de reservatório de usina hidrelétrica como parâmetros indicadores de recuperação desses ecossistemas por meio da comparação com fragmentos florestais da região de estudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

As áreas selecionadas para este estudo encontram-se a montante e a jusante da Barragem da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, de propriedade da Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig, localizada no Rio Grande, entre os estados de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro, e São Paulo. O reservatório desta usina possui uma área inundada de 195km² (Martins et al., 1999). Estas áreas apresentam plantios de recomposição de mata ciliar que possuem idades entre quatro e dezessete anos e foram efetuados em áreas da CEMIG, de empresas produtoras de álcool e açúcar e de produtores rurais. Anteriormente às práticas de recuperação, a forma predominante de uso do solo era lavoura de cana-de-açúcar e pastagens. Os plantios se iniciaram no final do ano de 1990 e se estenderam até o início de 2004, com espaçamentos de 3,0x2,0 m, 3,0x1,5 m e 2,5x2,5 m, majoritariamente em quincôncio, com base nos princípios da sucessão secundária, utilizando espécies pioneiras e climácicas.

O clima da região é do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 23°C, estação seca bem definida, de maio a outubro, e precipitação média anual de 1.550 mm (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, 2006). Segundo a classificação utilizada por Brasil (1983), a vegetação desta região constitui-se de Floresta Estacional Semidecidual, localizada nos fundos das principais drenagens que limitam a região, e de Cerrado, encontrado nas áreas de maior altitude. O solo característico é o Latossolo Roxo, geralmente de elevada fertilidade (Nardy, 1995).

2.2. Inventário e avaliação da vegetação arbustivo-arbórea

Foram inventariadas dezoito áreas de plantio de recomposição de mata ciliar no entorno do reservatório de Volta Grande e de alguns ribeirões tributários, que foram selecionadas de acordo com as seguintes características: tamanho da área (preferencialmente >2,0 ha), distância de fragmentos, uso da terra no entorno, grau de degradação anterior e idade, principalmente. Na Tabela 13 são apresentadas as características das áreas de trabalho e suas localizações são mostradas na Figura 8.



FIGURA 8 Distribuição das 18 áreas de plantio de mata ciliar avaliadas às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários, entre os estados de Minas Gerais e São Paulo.

TABELA 13 Caracterização das áreas de plantio de mata ciliar avaliadas às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários, no Triângulo Mineiro e no norte do estado de São Paulo.

Área	Idade (anos)	Entorno	Largura média da faixa de plantio (m)	Área do plantio (ha)	Distância do fragmento mais próximo	Município
A17a	17	Reflorestamento misto	38,2	1,87	700 m	Conceição das Alagoas, MG
A17b	17	Reflorestamento misto	34,0	0,17	0 m	C. Alagoas, MG
A16	16	Pastagem (<i>Brachiaria</i> sp. / capoeira de cerrado)	37,4	2,62	0 m	C. Alagoas, MG
A15a	15	Culturas anuais (pivô central)	23,3	2,70	0 m	Miguelópolis, SP
A15b	15	Pastagem (<i>Brachiaria</i> sp.)	20,6	1,79	1170 m	Miguelópolis, SP
A15c	15	Pastagem (<i>Brachiaria</i> sp.)	25,0	2,29	210 m	Água Comprida, MG
A13	13	Pastagem (<i>Panicum</i> sp.)	26,0	2,87	20 m	Água Comprida, MG
A12	12	Cana	66,0	6,34	2700 m	Igarapava, SP
A11	11	Cana	85,5	5,13	1700 m	Igarapava, SP
A10a	10	Cana	100,0	6,50	2400 m	Igarapava, SP
A10b	10	Culturas anuais	26,6	1,02	430 m	Miguelópolis, SP
A9a	9	Cana	21,0	2,14	240 m	Miguelópolis, SP
A9b	9	Cana	21,0	3,00	1450 m	Miguelópolis, SP
A8	8	Cana	20,0	1,32	1400 m	Igarapava, SP
A7a	7	Cana	82,4	2,47	50 m	Miguelópolis, SP
A7b	7	Cana	28,2	4,19	0 m	C. Alagoas, MG
A6	6	Cana	14,8	0,67	165 m	Aramina, SP
A4	4	Cana	21,2	0,88	330 m	Ituverava, SP

Para a medição do estrato arbóreo, foram distribuídas, de forma sistemática, 10 parcelas por área, com 10 m de largura e comprimento variando de acordo com a largura da faixa de plantio, abrangendo desde a margem do curso d'água até a borda oposta do povoamento. O levantamento do estrato regenerante foi realizado em três subparcelas de 1 x 10 m dentro das parcelas ímpares (1^a, 3^a, 5^a, 7^a e 9^a parcela), tendo a primeira sido alocada na margem do curso d'água, a segunda na parte média do povoamento e a terceira na borda oposta.

No estrato arbóreo (indivíduos com diâmetro à altura do peito, DAP, maior ou igual a 3 cm), as plantas foram identificadas e marcadas com plaquetas de alumínio, tomando-se as medidas de altura total e DAP. No inventário da regeneração natural, foram incluídos todos os indivíduos com DAP menor que 3 cm e altura maior que 20 cm, os quais foram identificados e medidos na sua altura e diâmetro ao nível do solo (DAS).

Quando a identificação das plantas em campo não foi possível, o material botânico foi herborizado e comparado com amostras existentes no Herbário da Universidade Federal de Lavras (Herbário Esal). O material coletado não foi depositado no Herbário. As espécies foram classificadas em famílias, de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

Foram calculados para o estrato arbóreo os parâmetros estruturais densidade (Mueller-Dombois & Ellemberg, 1974.), área basal total, riqueza de espécies e o índice de diversidade de Shannon (H'). Para a regeneração natural foram utilizados os mesmos índices, com exceção da área basal.

Os parâmetros e índices foram calculados pelas expressões a seguir:

$$G = \sum \frac{\pi \times DAP^2}{40000}$$

em que:

G = área basal

DAP = diâmetro à altura do peito.

b) Densidade

- Densidade absoluta

$$DA = \frac{n}{ha}$$

- Densidade relativa

$$DR = \frac{\frac{n}{ha}}{\frac{N}{ha}} * 100$$

em que:

DA = densidade absoluta;

n = número total de indivíduos amostrados de cada espécie;

ha = hectare;

DR = densidade relativa (%);

N = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies do levantamento.

c) Índice de diversidade de Shannon-Wiener (Brower & Zar, 1984): este índice foi utilizado para expressar a diversidade florística do estrato arbóreo e da regeneração natural.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln p_i$$

em que:

H' = índice de diversidade de Shannon;

p_i = proporção do número de indivíduos da i -ésima espécie em relação ao total de indivíduos;

\ln = logaritmo neperiano;

S = número de espécies amostradas.

As espécies regenerantes foram classificadas, segundo o seu grupo ecológico, para a verificação do estágio em que se encontra a sucessão secundária, adotando-se a metodologia descrita por Swaine & Whitmore (1988), com modificações sugeridas por Oliveira-Filho et al. (1994), nas seguintes categorias: pioneiras, clímax exigente de luz e clímax tolerante à sombra. A caracterização das síndromes de dispersão destas espécies foi efetuada de acordo com os critérios e categorias propostos por Pijl (1982), com a divisão em três grupos básicos: anemocoria (dispersão pelo vento), zoocoria (dispersão por animais) e autocoria (dispersão pela gravidade ou deiscência explosiva).

A similaridade florística da regeneração natural nas áreas de estudo foi avaliada a partir de uma matriz de dados binários (presença e ausência) das espécies das 18 áreas, onde foi produzida uma matriz de coeficientes de similaridade de Jaccard. Estas análises foram realizadas com o programa PC-ORD for Windows versão 4.14 (McCune & Mefford, 1999).

Foram efetuadas análises de regressão linear visando avaliar o efeito da idade sobre a densidade, a altura, a riqueza e a diversidade da regeneração natural.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2. Caracterização do estrato arbóreo

3.2.1 Composição florística

O levantamento florístico das 18 áreas estudadas registrou, no estrato arbóreo, um total de 126 espécies e 97 gêneros, pertencentes a 35 famílias (Tabela 14). Do número total de espécies, 6 foram identificadas apenas quanto ao gênero, 2 quanto à família e 2 não foram identificadas. A família Fabaceae apresentou maior riqueza de espécies (37), seguida da família Bignoniaceae com 8 e Anacardiaceae, Moraceae e Myrtaceae, com 6 espécies. Os gêneros mais ricos foram *Tabebuia*, com 6 espécies e *Acacia*, *Aspidosmerma*, *Inga*, *Machaerium* e *Senna*, com 3 espécies cada.

Conforme mostrado na distribuição das espécies em categorias sucessionais (Figura 9), as climácicas exigentes de luz apresentaram a maior proporção, seguida das pioneiras e das climácicas tolerantes à sombra. Este resultado, não indica um avanço na sucessão secundária, pois os plantios de recuperação de mata ciliar estudados são, de forma geral, jovens, e a grande maioria dos indivíduos do estrato arbóreo foi plantada.

3.2.2 Análise estrutural

A riqueza de espécies dos reflorestamentos variou de 23 a 57 (Tabela 15). Estes valores encontrados são menores do que os observados para fragmentos de floresta estacional semidecidual e mata ciliar da região de estudo (Tabela 16). Apenas a área A10a apresentou uma riqueza igual ao fragmento com o menor número de espécies.

TABELA 14 Espécies encontradas no estrato arbóreo nas 18 áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Família/Espécie	G.E.*	A17a	A17b	A16	A15a	A15b	A15c	A13	A12	A11	A10a	A10b	A9a	A9b	A8	A7a	A7b	A6	A4
Anacardiaceae																			
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	CL	x	x		x				x	x	x								
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	P							x			x		x			x			
<i>Mangifera indica</i> L.	NC	x					x		x		x	x		x					
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	CL	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	P	x	x	x													x		
Annonaceae																			
<i>Anaxagorea dolichocarpa</i> Sprague & Sandwith	CS						x												
<i>Annona muricata</i> L.	CL							x											
Annonacea sp. 1	NC				x	x					x								
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P			x	x		x				x	x					x		
Apocynaceae																			
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> M. Arg.	CL															x			
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	CL												x	x				x	
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	CL				x														
Araliaceae																			
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Stey. & Frod.	P				x	x						x							

Continua...

Continuação

Arecaceae														
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	CS												x	
Bignoniaceae														
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don.	CL					x			x					x
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	x										x		x
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	CL		x											
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand.	CL			x	x	x	x				x			
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nich.	CS			x			x	x	x	x		x	x	x
<i>Tabebuia</i> sp.	NC			x										
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bur.	CL					x				x				
Boraginaceae														
<i>Cordia glabra</i> L.	NC													x
Cannabaceae														
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P					x				x				
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	P			x	x	x				x	x		x	x
Caricaceae														
<i>Carica papaya</i> L.	NC									x				
Clusiaceae														
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	CS												x	
Combretaceae														
<i>Terminalia catappa</i> L.	NC	x												

Continua...

Continuação

Erythroxylaceae																
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A.St.-Hil.	CS	x				x										
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.	NC	x	x				x		x							
Euphorbiaceae																
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	P		x	x			x									x
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P		x													
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	CS													x		
<i>Sapium haematospermum</i> (Muell. Arg.) Hub.	P	x		x	x	x		x	x	x	x		x	x		x
<i>Sebastiania schottiana</i> Müll. Arg.	P															x
Fabaceae/Caesalpinioideae																
<i>Bauhinia forficata</i> Link.	CL			x												
<i>Caesalpinia peltophoroides</i> Benth.	CL								x		x			x		
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CS		x		x		x			x	x			x	x	
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	CL		x	x	x		x		x	x	x	x	x		x	
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL			x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
<i>Pterogyne nitens</i> Tull.	CL								x	x						
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	P									x	x					x
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barn.	P			x			x			x	x			x		
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin et Barn.	P						x			x	x					x
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin et Barn.	P															x
Fabaceae/Faboideae																
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guill. ex Benth.	CS						x				x			x		

Continua...

Continuação

<i>Clitoria fairchildiana</i> Howard.	CL	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dipteryx alata</i> Vog.	CL			x														
<i>Erythrina</i> sp.	NC																x	
<i>Lonchocarpus</i> <i>muehlbergianus</i> Hassl.	CL	x					x											
<i>Machaerium acutifolium</i> Vog.	P			x														
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld.	CL																x	
<i>Machaerium nictitans</i> (Vell.) Benth.	CL								x	x								
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f.	CS	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x			x		
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms.	CL							x										
<i>Platycyamus regnellii</i> Benth.	CL							x		x								
<i>Platypodium elegans</i> Vog.	CL		x	x	x	x		x	x									
<i>Sesbania sesban</i> L. (Merr.).	P					x												
Fabaceae/Mimosoideae																		
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	P							x				x						
<i>Acacia mangium</i> Willd.	P					x						x						
<i>Acacia polyphylla</i> DC.	CL	x	x	x	x			x	x	x			x			x		x
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	CL	x	x						x	x			x	x				x
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Enterolobium</i> <i>contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	CL		x						x	x	x	x		x		x	x	x
<i>Inga marginata</i> Willd.	CS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Inga striata</i> Benth.	CL			x														

Continua...

Continuação

<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Pennington.	CL	x	x		x	x		x		x	x	x	x	x	x		x	x	
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	P			x	x		x				x								
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze.	P										x	x							
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	P							x										x	
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	P							x					x						
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	CL						x	x											
Lauraceae																			
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	P	x	x			x				x									
Lecythidaceae																			
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze.	CL				x														
Lythraceae																			
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.Hil.	CL																	x	
Malvaceae																			
<i>Bombacopsis glabra</i> (Pasq.) A. Rob.	CL				x						x								
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	CL								x	x	x			x	x	x	x		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	P	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	CL							x			x								
<i>Ochroma pyramidalis</i> (Cav ex Lam.) Urb.	P													x					
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	CL					x	x			x	x								
<i>Pterygota brasiliensis</i> F. Allem.	CL																	x	
Melastomataceae																			
<i>Miconia chartacea</i> Triana.	CL			x															

Continua...

Continuação

Meliaceae																			
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CL		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	CS	x	x			x		x	x	x	x			x	x	x			
<i>Guarea</i> sp.	NC										x								
<i>Melia azedarach</i> L.	CL									x				x			x		
<i>Swietenia macrophylla</i> King.	CL													x	x	x	x	x	
<i>Trichilia pallens</i> C.DC.	CS										x								
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	CS										x								
Moraceae																			
<i>Artocarpus integrifolia</i> L.f.	NC													x					
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trec.	P					x													
<i>Ficus</i> sp. 1	NC	x				x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Ficus</i> sp. 2	NC													x				x	
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud.	P					x	x		x	x	x	x		x		x	x		
<i>Morus nigra</i> L.	P									x		x	x	x	x	x			
Muntingiaceae																			
<i>Muntingia calabura</i> L.	P	x									x	x			x	x	x	x	
Myrsinaceae																			
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CL					x		x	x			x			x			x	
Myrtaceae																			
<i>Campomanesia</i> sp.	NC																		x
<i>Eugenia florida</i> DC.	CS	x	x								x								
<i>Eugenia uniflora</i> L.	CL													x					x
<i>Myrtacea</i> sp. 1	NC																		x

Continua...

Continuação

<i>Psidium guajava</i> L.	CL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	x	x		x		x	x				x	x	x			x	x	
Piperaceae																			
<i>Piper aduncum</i> L.	P					x						x							
<i>Piper cernuum</i> Vell.	CS											x							
Polygonaceae																			
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	x			x		x	x						x					x
Rhamnaceae																			
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.	CL	x	x	x	x	x		x				x	x	x			x		
Rubiaceae																			
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K. Schum.	CS												x						
<i>Genipa americana</i> L.	P	x				x	x					x	x	x			x		
<i>Psychotria</i> sp.	NC	x																	
<i>Randia nitida</i> (Kunth) DC.	CS	x								x						x			
Rutaceae																			
<i>Zanthoxylum chiloperone</i> Mart. ex Engl.	CL	x	x	x						x			x						
Salicaceae																			
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS					x													
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	CL												x						
Sapindaceae																			
<i>Cupania</i> cf. <i>paniculata</i> Camb.	NC					x													
<i>Dilodendron bipinnatum</i> Radkl.	CL		x							x									x
<i>Sapindus saponaria</i> L.	CS										x	x	x						

Continua...

Continuação

Sapotaceae																		
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	CL	x																
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	CL		x															
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	CL									x	x							
Urticaceae																		
<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	P	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Verbenaceae																		
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) A. Juss.	P																	x
Desconhecidas																		
Indeterminada 1	NC								x			x	x	x			x	x
Indeterminada 2	NC									x								

* Grupo ecológico - P: pioneira; CL: clímax exigente de luz; CS: clímax tolerante à sombra; NC: não classificada.

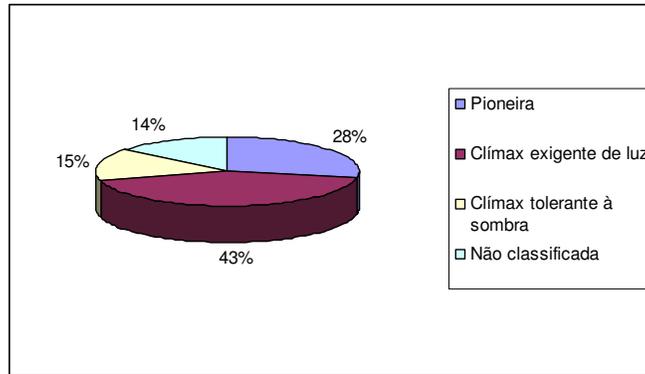


FIGURA 9 Distribuição das espécies encontradas no estrato arbóreo, nas 18 áreas de estudo às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários, em categorias sucessionais.

TABELA 15 Caracterização do estrato arbóreo das 18 áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Área	Idade (anos)	Densidade (ind/ha)	Altura média (m)	Área basal (m ² /ha)	Riqueza	Diversidade (H')
A17a	17	1191,1	9,2	29,6	32	2,75
A17b	17	1000,0	12,9	25,6	28	2,62
A16	16	820,9	7,7	16,7	32	2,81
A15a	15	1038,6	8,9	34,9	38	2,96
A15b	15	1053,4	6,5	18,2	27	2,61
A15c	15	916,0	9,6	40,2	27	2,73
A13	13	630,8	8,1	27,2	33	3,13
A12	12	668,2	9,3	13,6	31	2,72
A11	11	686,5	9,9	19,4	38	2,96
A10a	10	726,0	8,7	20,6	57	3,40
A10b	10	827,1	9,6	33,2	33	3,19
A9a	9	1181,0	9,2	35,5	36	3,40
A9b	9	914,3	7,3	25,8	35	3,34
A8	8	650,0	8,7	19,3	26	3,07
A7a	7	577,7	8,9	13,8	29	2,88
A7b	7	748,2	9,1	25,3	27	2,84
A6	6	905,4	5,2	10,4	25	2,84
A4	4	627,4	5,6	5,7	23	2,54

TABELA 16 Caracterização de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e mata ciliar considerados conservados no Triângulo Mineiro.

Caracterização	AB ⁽¹⁾	Dens ₍₂₎	H ⁽³⁾ média	H' ⁽⁴⁾	Riqueza	Fonte
FES ⁵	26,69	839	10,41	3,46	80	Vale, 2008.
Mata ciliar	41,76	1.266	8,12	3,65	89	Rodrigues, 2007.
FES	30,05	958	-	3,56	80	Rosa & Schiavini, 2006.
FES	23,30	1.248	8,28	2,67	57	Kilca, 2007.
FES	25,00	-	-	2,90	68	Scolforo et al., 2008.

1: área basal (m²/ha); 2: densidade (indivíduos/ha); 3: altura média (m); 4: índice de diversidade de Shannon; 5: Floresta Estacional Semidecidual.

Com relação à diversidade de espécies do estrato arbóreo deste estudo, os valores de H' variaram de 2,54 até 3,40 (Tabela 15). Grande parte dos plantios apresentou diversidade (H') menor do que a encontrada nos fragmentos de vegetação nativa (Tabela 16). A riqueza e a diversidade do estrato arbóreo estão relacionadas ao número de espécies plantadas, pois, apenas nos plantios mais velhos, foi observado o recrutamento de espécies oriundas da regeneração natural.

A área basal encontrada variou de 5,7 m²/ha, no plantio mais jovem, até 40,2 m²/ha. A densidade foi de 577,7 a 1191,1 indivíduos/ha, no plantio de maior idade e a altura média das árvores variou de 5,2 até 19,9 m (Tabela 15). Pode-se observar, na comparação com os fragmentos de vegetação nativa (Tabela 16), que alguns povoamentos apresentam valores de área basal, densidade e altura média das árvores iguais, ou até maiores, aos da vegetação nativa, fato este que ocorreu provavelmente pelo uso de espécies de rápido crescimento nos plantios.

Quando a comparação é feita dentro das áreas avaliadas neste estudo, nota-se grande diferença nos valores dos parâmetros estruturais dentro de plantios de idades próximas ou iguais. Com relação à densidade, o menor valor

encontrado foi de 577,7 indivíduos/ha, na área A7a (Tabela 15). Durante a avaliação, foi observado um grande número de árvores mortas e grandes clareiras invadidas pelo capim-colonião nesta área. De acordo com informações de técnicos da CEMIG, nesta propriedade não foi feita uma manutenção satisfatória do plantio durante a fase de estabelecimento e crescimento inicial, que foi o fator responsável pela grande mortalidade observada.

Dentre as áreas com mais de 15 anos de idade, observou-se que, nas áreas A16 e A15b a altura média encontrada foi menor que nos outros povoamentos de idades semelhantes, sendo comparadas com as de plantios com menos de 9 anos (Tabela 15). Nestas áreas, existe grande pressão de pastejo pelo gado desde o início dos plantios, sendo observado um grande número de árvores danificadas e o solo superficial compactado. Portanto, esses distúrbios podem ter provocado a redução no crescimento em altura das árvores.

Os valores de área basal de 16,7 m²/ha, 18,2 m²/ha e 13,6 m²/ha, encontrados para as áreas A16, A15b e A12, respectivamente, foram considerados baixos, em comparação com áreas mais jovens, com menos de 9 anos (Tabela 15). Como foi discutido anteriormente, nas áreas A16 e A15b existem distúrbios causados pelo gado, que resultaram em redução no crescimento das espécies arbóreas. Com relação à área A12, o baixo valor de área basal encontrado foi resultado da grande infestação de lianas que ocorre neste povoamento, sendo observado um grande número de árvores caídas e com a copa muito danificada. Outra fonte de impactos negativos nesta área é que os pescadores da região construíram alguns ranchos na margem do reservatório, na borda do povoamento, sendo também constatada a retirada de madeira para a construção destes ranchos.

A área A15c apresentou o maior valor de área basal (40,2m²/ha), mesmo não sendo o plantio de maior idade (Tabela 15). O fato de terem sido plantados muitos indivíduos da espécie *Acacia Mangium* nesta área, espécie que apresenta

crescimento superior ao de muitas espécies nativas (Ferreira et al., 1990), contribuiu para que este povoamento se destacasse no crescimento em área basal.

A área A10b, mesmo com a mesma idade da área A10a, apresentou área basal aproximadamente 60% superior (Tabela 15). Uma provável explicação para esta diferença de valores é que, na área A10b, foram encontrados indivíduos de *Ceiba speciosa*, que é uma espécie caracterizada pelo rápido crescimento em diâmetro (Carvalho, 1994).

Nos plantios de 9 anos de idade, a densidade de 1.181 indivíduos/ha observada na área A9a pode ser a causa do maior valor de área basal em relação ao plantio localizado na área A9b (Tabela 15). Na área A7a, a grande mortalidade causada pela já citada falta de manutenção durante a fase de estabelecimento do povoamento, provavelmente, foi responsável pelo valor de área basal quase que 50% menor do observado para a área A7b (Tabela 15).

3.3 Caracterização da regeneração natural

3.3.1 Composição florística

Nas áreas estudadas, sob os povoamentos implantados, foram encontradas plantas regenerantes de 93 espécies, 68 gêneros e 33 famílias (Tabela 16). Destas espécies, 11 foram identificadas somente quanto ao gênero, uma quanto à família e 3 não foram identificadas. A família que apresentou a maior riqueza de espécies foi Fabaceae, com 20, Lauraceae, com 10, Myrtaceae e Anacardiaceae com 6. Os gêneros com maior número de espécies foram *Nectandra*, *Ocotea*, *Piper* e *Tabebuia*, com 4 e *Eugenia*, com 3.

TABELA 16 Espécies arbustivo-arbóreas regenerantes nas 18 áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Família/Espécie	G.E.*	S.D.*	A17a	A17b	A16	A15a	A15b	A15c	A13	A12	A11	A10a	A10b	A9a	A9b	A8	A7a	A7b	A6	A4
Anacardiaceae																				
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott.	CL	Anemo	x			x		x					x		x					
<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	P	Zoo																x		
<i>Mangifera indica</i> L.	NC	Zoo				x							x							
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All.	CL	Anemo		x																
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	P	Zoo				x	x	x					x	x	x	x		x	x	
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	P	Zoo	x	x	x			x												
Annonaceae																				
<i>Rollinia</i> sp.	NC	Zoo								x										
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	P	Zoo			x			x		x		x	x						x	
Apocynaceae																				
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	CL	Anemo		x																
<i>Aspidosperma</i> sp.	NC	Anemo		x																
Araliaceae																				
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Stey. & Frod.	P	Zoo					x													
Bignoniaceae																				
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex DC.) Standl.	CL	Anemo				x	x				x			x	x					
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	CL	Anemo		x																
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sand	CL	Anemo		x					x											

Continua...

Continuação

<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nich.	CS	Anemo								x	x							
Cannabaceae																		
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	P	Zoo								x		x						x
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume.	P	Zoo																x
Caricaceae																		
<i>Carica papaya</i> L.	NC	Zoo																x
Dilleniaceae																		
<i>Curatella americana</i> L.	P	Zoo																x
Elaeocarpaceae																		
<i>Sloanea</i> sp.	NC	Zoo																x
Erythroxylaceae																		
<i>Erythroxylum</i> <i>vacciniifolium</i> Mart.	NC	Zoo	x	x						x								x
Euphorbiaceae																		
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	Auto																x
<i>Sapium</i> <i>haematospermum</i> (Muell. Arg.) Hub.	P	Zoo	x			x	x	x		x	x							x
Fabaceae /																		
Caesalpinioideae																		
<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steudel	CL	Auto																x
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	CS	Zoo				x		x	x									x
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	CL	Zoo																x
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	CL	Auto								x								x
Fabaceae / Faboideae																		
<i>Andira</i> sp.	NC	Zoo																x

Continua...

Continuação

<i>Nectandra grandiflora</i> Nees.	CS	Zoo			x														
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.	CS	Zoo			x													x	
<i>Nectandra nitidula</i> Nees & Mart.	P	Zoo	x		x														
<i>Ocotea bicolor</i> Vattimo	NC	Zoo																x	
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees.) Mez.	CL	Zoo																x	
<i>Ocotea</i> sp. 1	NC	Zoo																x	
<i>Ocotea</i> sp. 2	NC	Zoo																x	
<i>Persea</i> cf. <i>willdenovii</i> Kosterm.	CL	Zoo	x																
Lythraceae																			
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.Hil.	CL	Anemo																	x
Malvaceae																			
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	P	Zoo																	x
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	CL	Anemo																	x
Meliaceae																			
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CL	Anemo																	x
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	CS	Zoo	x		x														x
<i>Trichilia pallens</i> C. DC.	CS	Zoo																	x
Moraceae																			
<i>Ficus</i> sp. 1	NC	Zoo																	x
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud.	P	Zoo																	x
Muntingiaceae																			
<i>Muntingia calabura</i> L.	P	Zoo																	x

Continua...

Continuação

Myrsinaceae												
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CL	Zoo			x		x	x			x	x
Myrtaceae												
<i>Eugenia florida</i> DC.	CS	Zoo	x	x	x							
<i>Eugenia</i> sp. 1	NC	Zoo		x					x			
<i>Eugenia uniflora</i> L.	CL	Zoo								x		
<i>Psidium guajava</i> L.	CL	Zoo	x			x	x	x	x		x	x
<i>Syzygium jambolanum</i> (Lam.) DC.	CL	Zoo		x		x			x	x		x
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston.	CL	Zoo						x				
Nyctaginaceae												
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	CL	Zoo		x								
Piperaceae												
<i>Piper aduncum</i> L.	P	Zoo							x	x	x	x
<i>Piper cernuum</i> Vell.	CS	Zoo								x	x	
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth.	CS	Zoo					x					x
<i>Piper</i> sp.	NC	Zoo									x	
Polygonaceae												
<i>Triplaris americana</i> L.	CL	Anemo	x			x					x	
Rhamnaceae												
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i> Reiss.	CL	Zoo	x	x		x			x	x	x	
Rubiaceae												
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	CL	Anemo		x	x							
<i>Coffea arabica</i> L.	NC	Zoo										x

Continua...

Continuação

<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	CL	Anemo	x																	
<i>Psychotria</i> sp.	NC	Zoo	x																	x
Rutaceae																				
<i>Zanthoxylum</i> <i>chiloperone</i> (Mart.) Engl.	CL	Zoo	x																	x
<i>Zanthoxylum</i> <i>rhoifolium</i> Lam.	CL	Zoo																		x
Sabiaceae																				
<i>Meliosma sinuata</i> Urb.	CS	Zoo																		x
Salicaceae																				
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CS	Zoo																		x
Sapotaceae																				
<i>Chrysophyllum</i> <i>marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	CL	Zoo																		x
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk	CL	Zoo																		x
Simaroubaceae																				
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	P	Zoo	x																	
Solanaceae																				
<i>Solanum paniculatum</i> L.	P	Zoo																		x
<i>Solanum pseudoquina</i> A.St.-Hil.	CL	Zoo																		x
Urticaceae																				
<i>Cecropia</i> <i>pachystachya</i> Trec.	P	Zoo																		x
Desconhecidas																				
Indeterminada 3	NC	NC																		x

Continua...

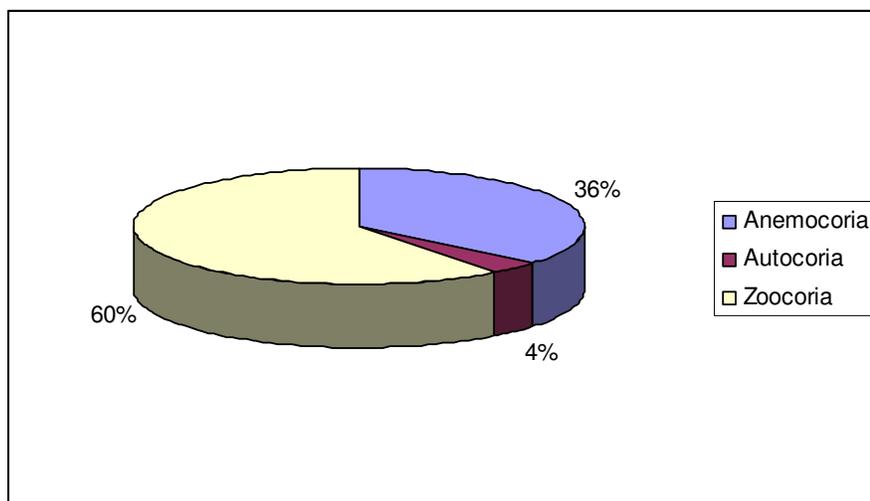


FIGURA 10 Síndromes de dispersão dos indivíduos regenerantes encontrados nas 18 áreas de estudo às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Na Figura 11, observa-se que, na grande maioria das áreas estudadas, a proporção de indivíduos de espécies climácicas (clímax exigente de luz e clímax tolerante à sombra) é maior que 50%, indicando que existem condições proporcionadas pelas espécies plantadas – principalmente o sombreamento causado pelo fechamento do dossel – que garantem o crescimento destes grupos ecológicos. Este fato pode indicar também um avanço da sucessão secundária. Nas áreas em que houve predomínio de espécies pioneiras na regeneração, os povoamentos apresentavam grandes aberturas no dossel ou distúrbios causados pelo gado. Nas áreas A16 a A13 foi constatada a presença de gado provocando danos nos indivíduos regenerantes. Na área A12, existe grande infestação de lianas no povoamento, provocando a queda de árvores de grande porte, que originaram aberturas no dossel. As áreas A6 e A4 são os plantios mais jovens, nas quais o crescimento das copas das árvores não permitiu o fechamento do dossel de forma satisfatória.

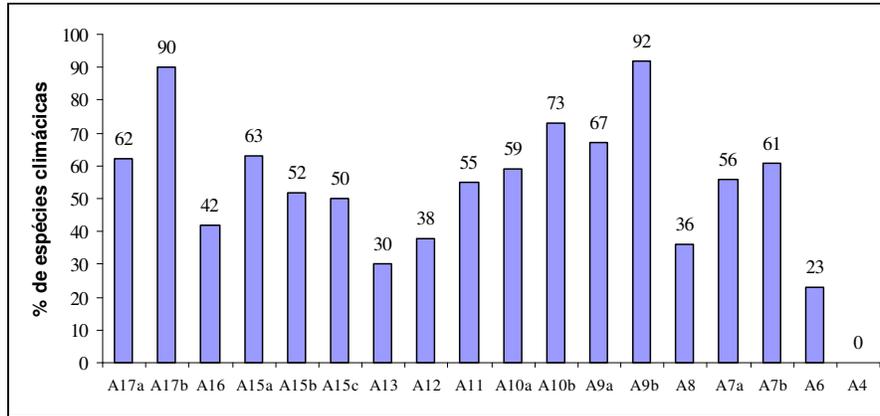


FIGURA 11 Porcentagem de indivíduos de espécies climáticas (clímax exigentes de luz e clímax tolerantes à sombra) regenerantes, nas 18 áreas de estudo às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

As relações florísticas da regeneração entre as áreas de estudo são mostradas na Figura 12. A análise do dendrograma indica a formação de três grupos distintos. O primeiro é formado pelas áreas A4, A6 e A8, que são áreas jovens, pertencentes ao Grupo Cosan, onde foram utilizadas muitas espécies comuns no plantio, que foram também observadas em regeneração nestas áreas. O segundo grupo concentra basicamente todas as áreas localizadas no município de Miguelópolis – SP, onde também o grande número de espécies em comum nos plantios também pode ter proporcionado esta similaridade florística da regeneração natural. Já o terceiro grupo é composto pelos plantios mais maduros próximos à barragem da UHE Volta Grande (A17a, A17b, A16 e A15c) e à Usina Junqueira – Grupo Cosan (A12, A11 e A10a).

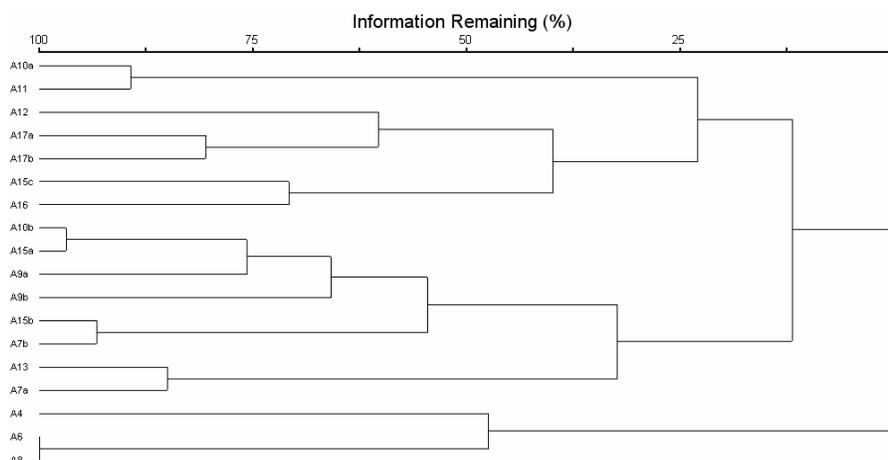


FIGURA 12 Dendrograma de similaridade florística da regeneração natural entre os 18 plantios de recuperação de mata ciliar do entorno da UHE Volta Grande e tributários, entre os estados de Minas Gerais e São Paulo.

3.3.2 Análise estrutural

Nenhuma das áreas de estudo apresentou valores riqueza, diversidade e densidade próximos aos encontrados por Silva Júnior et al. (2004) para a regeneração natural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual preservada em Viçosa – MG (Tabelas 17 e 18). Nas áreas mais maduras ou mais próximas de mata nativa (A17a, A17b, A15a, A15b, A10b e 7b) foram encontradas densidades maiores que a observada por Salles & Schiavini (2007) para um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual perturbada no Triângulo Mineiro (Tabela 18), mas os valores de diversidade e riqueza foram menores.

A partir destas comparações entre a regeneração dos plantios e dos fragmentos de mata nativa considerados como referência, pode-se afirmar que nenhuma das áreas de estudo encontra-se “recuperada”, por se tratarem de plantios jovens ainda em desenvolvimento.

TABELA 17 Caracterização da regeneração natural das 18 áreas de estudo, às margens do reservatório da UHE Volta Grande e tributários.

Área	Idade (anos)	Densidade (ind/ha)	Altura média (cm)	Riqueza	Diversidade (H')
A17a	17	5.666,7	96,7	17	2,35
A17b	17	10.066,7	88,6	29	2,32
A16	16	2.333,3	69,0	15	2,30
A15a	15	11.866,7	80,3	17	2,22
A15b	15	7.533,3	85,7	19	2,21
A15c	15	2.266,7	72,6	14	2,35
A13	13	2.200,0	73,8	11	1,61
A12	12	2.066,7	86,1	13	2,24
A11	11	2.800,0	131,3	8	1,49
A10a	10	1.200,0	114,9	10	2,14
A10b	10	6.600,0	78,3	20	2,55
A9a	9	3.000,0	81,3	19	2,54
A9b	9	2.466,7	81,3	10	1,85
A8	8	1.600,0	110,2	10	1,91
A7a	7	733,3	64,4	8	2,02
A7b	7	5.600,0	113,3	22	2,22
A6	6	2.000,0	49,9	8	1,84
A4	4	66,7	50,0	1	0,0

TABELA 18 Caracterização da vegetação arbustivo-arbórea regenerante em Florestas Estacionais Semidecíduais.

Localização	Caracterização	Riqueza	H'	Densidade	Fonte
Uberlândia	FES perturbada	63	3,10	4.226	Salles e Schiavini, 2007
Viçosa	FES preservada	64	3,15	50.000	Silva Júnior et al., 2004

Avaliando-se a regeneração dentro das 18 áreas de estudo, verifica-se que, às vezes, a densidade entre áreas de mesma idade é muito distinta (Tabela 17). A área A17b apresentou densidade quase duas vezes maior que a área A17a, mesmo ambos os plantios tendo dezessete anos. O fato de A17b estar ao lado de um fragmento de mata nativa, enquanto A17a está a 700 m do mesmo fragmento, pode explicar essa diferença na densidade. A área A15a, que apresentou a maior densidade de regeneração (11.866,7 indivíduos/ha), também

se encontra adjacente a um fragmento, o que não ocorre com as áreas A15b e A15c, que apresentaram densidades menores. Na comparação entre as áreas A10a e A10b; A9a e A9b e A7a e A7b, aquela área que, com a mesma idade, está mais próxima a um fragmento (Tabela 13), apresentou os maiores valores de densidade, riqueza de espécies e diversidade (Tabela 17).

Os valores mais baixos dos índices e variáveis que foram utilizados para caracterizar a regeneração natural foram observados na área A4 (Tabela 17). Mesmo se tratando do plantio mais jovem, o combate às plantas daninhas, que foi efetuado com frequência nas entrelinhas de plantio até um ano antes desta avaliação, provavelmente contribuiu para os baixos valores observados, em comparação com as demais áreas. A regeneração na área A16 (16 anos) apresentou altura média inferior às demais áreas com idade semelhante, sendo comparada apenas com plantios com menos de 7 anos (Tabela 17). Verificou-se, durante a realização do inventário, que esta área é a que sofre maior intensidade de pastejo pelo gado, que se alimenta dos indivíduos em regeneração, reduzindo-lhes a altura.

Como mostrado nas Figuras de 13 a 15, foi observada uma tendência de aumento da densidade, da riqueza e da diversidade da regeneração natural com o aumento da idade dos plantios. Estes índices e variáveis, de acordo com Rodrigues & Gandolfi (1998), constituem os mais importantes instrumentos de avaliação e monitoramento de projetos de restauração, já que o sucesso desses projetos tem correlação estreita com a evolução da diversidade na área revegetada. Esta tendência indica que, na medida em que os povoamentos avançam na idade, eles caminham para a sustentabilidade.

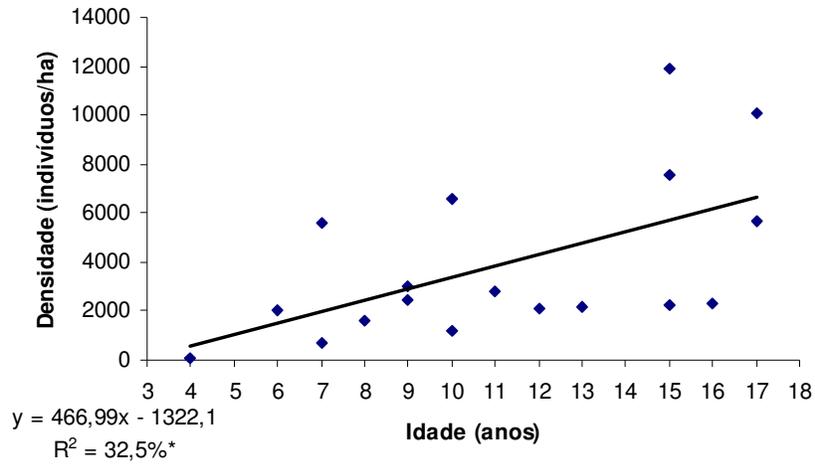


FIGURA 13 Densidade da regeneração natural (indivíduos/ha), em função da idade do plantio.

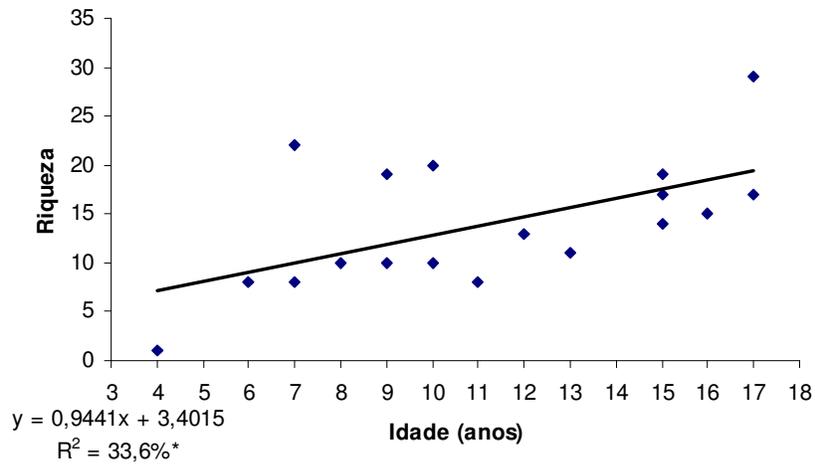


FIGURA 14 Riqueza de espécies da regeneração natural, em função da idade do plantio.

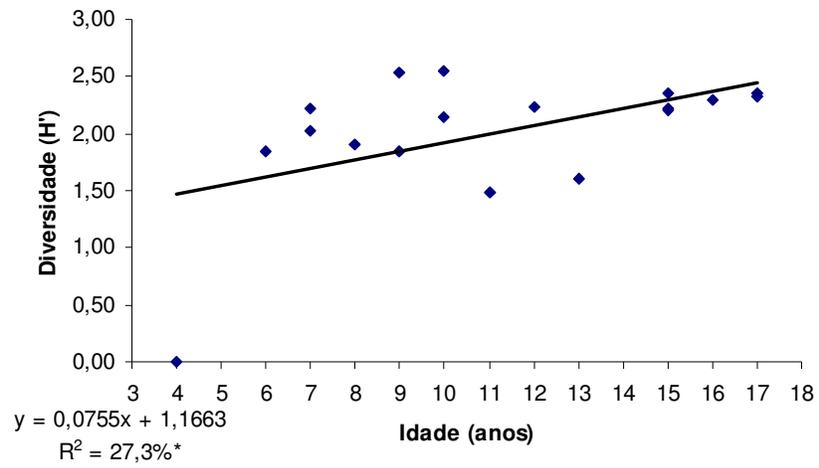


FIGURA 15 Diversidade (H') da regeneração natural, em função da idade do plantio.

4 CONCLUSÕES

As análises realizadas permitem concluir que:

- na comparação entre os plantios de mesma idade, aqueles localizados mais próximos a um fragmento florestal apresentaram maiores valores de densidade, riqueza de espécies e diversidade da regeneração natural;
- os plantios avaliados apresentaram valores dos parâmetros indicadores de recuperação inferiores aos das formações naturais de referência. Entretanto, de maneira geral, a densidade, a altura, a riqueza e a diversidade de espécies em regeneração foram maiores nos povoamentos mais maduros. Esta observação, aliada ao fato de que a proporção de indivíduos de espécies climáticas foi predominante na maioria dos povoamentos, indica avanço na sucessão secundária.
- os distúrbios provocados pelo homem e pelo gado foram prejudiciais à recuperação das matas ciliares, prejudicando o crescimento do estrato arbóreo e o estabelecimento da regeneração.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.O.P. O.; SANCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 47-54, jan./fev. 2005.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, New York, v.141, n.4, p.399-436, Apr. 2003.

ARATO, H.D.; MARTINS, S.V.; FERRARI, S.H.S. Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.5, p.715-721, set./out. 2003.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.S.; FONSECA, E.M.B.F. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 36 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.22. **Goiânia; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1983. 768p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).

BROWER, J.E.; ZAR, J.H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: W.M.C.Brow, 1984. 226 p.

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: Universidade de São Paulo, 2001. p.125-141.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA, 1994. 640p.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **INPE**. 2006. Disponível em < http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2009.

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

GARCIA, P.C.M.; MACEDO, M.O.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Estoque e distribuição da serrapilheira em diferentes sistemas florestais. **Revista Universidade Rural**: Série ciência e vida, Seropédica, v.25, n.1, p.12-17, jan./jun. 2005.

HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E.F.L.; ZAKIA, M.J.B.; LIMA, W.P. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações de areia da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.70, p.107-123, abr. 2006.

KILKA, R.V. **Padrões florísticos, estruturais e relações edáficas entre dois tipos de florestas tropicais estacionais no Cerrado**. 2007. 64p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia.

MARTINS, M.L.; FUJIMOTO, R.Y.; NASCIMENTO, A.A.; MORAES, F.R. Ocorrência de *Diplostomum* sp. Nordmann, 1832 (Digenea: Diplostomatidae) em *Plagioscion squamosissimis* Heckel, 1840, proveniente do reservatório de Volta Grande-MG, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.2, p.62-66, mar./abr. 1999.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD version 4. 0, multivariate analysis of ecological data, Users guide**. Glaneden Beach, Oregon: MjM Software Design, 1999. 237 p.

MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.73, p.101-111, mar. 2007.

MELO, A. C.G.; MIRANDA, D.L.C; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.2, mar./abr. 2007.

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.

MUELLER-DUMBOIS, D.; ELLENBERG, M. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 547 p.

NARDY, A.J.R. **Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da região central da Bacia do Paraná**. 1995. 316p. Tese (Doutorado em Geociências)– Instituto de Geociências e Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

NUNES, F.P.; PINTO, M.T.C. Produção de serrapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, Campinas, v.7, n.3. p.97-102, maio 2007.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.10, n.4, p.483-508, Jul.1994.

PADOVEZI, A. **O processo de restauração ecológica de APP's na microbacia do Campestre, Saltinho – SP: uma proposta de diálogo entre conhecimentos**. 2005. 264p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIJL, P. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 213p.

RODRIGUES, V. H. P. **Composição, estrutura e aspectos ecológicos de uma mata ciliar do sio Araguari**. 2007. 79p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

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: Universidade de São Paulo, 2004. p.235-247.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELO, J.W.V. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.203-215.

ROSA, A. G.; SCHIAVINI, I. Estrutura da comunidade arbórea em um remanescente florestal urbano (Parque do Sabiá, Uberlândia, MG). **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 22, n. 1, p. 151-162, 2006.

SALLES, J. C.; SCHIAVINI, I. Estrutura e composição do estrato de regeneração em um fragmento florestal urbano: implicações para a dinâmica e a conservação da comunidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 223-233, 2007.

SILVA JUNIOR, W. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; MARCO JUNIOR, P. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas em dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 66, p. 169-179, dez. 2004.

SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M.; SILVA, C.P.C. (Org.). **Inventário florestal de Minas Gerais: floresta estacional semidecidual e ombrófila: florística, estrutura, diversidade, similaridade, distribuição diamétrica e de altura, volumetria, tendências de crescimento e áreas aptas para manejo florestal**. Lavras: UFLA, 2008. v.1. 1029p.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. **Vegetatio**, The Hague, v.75, n.2, p81-86, May 1988.

VALE, V.S. **Padrões e processos ecológicos do componente arbóreo em uma área de floresta estacional semidecidual (Araguari, MG)**. 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais)– Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

VIEIRA, D.C.M.; GANDOLFI, S. Chuva de sementes e regeneração natural sob três espécies arbóreas em uma floresta em processo de restauração. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.4, p.541-554, out./dez. 2006.

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

CAPÍTULO 4

Estoque de biomassa e carbono em plantios de recuperação de mata ciliar

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar, por método indireto, a biomassa e o carbono acumulados pelo estrato arbóreo em plantios de recuperação de mata ciliar em diferentes condições de sítio e idades, além do estoque de carbono orgânico do solo na camada de 0-20 cm. Foram selecionadas 21 áreas degradadas, perturbadas e de floresta nativa, na bacia do Rio Grande, para a estimativa do estoque de biomassa e carbono. As estimativas do estoque de carbono orgânico no solo foram realizadas para plantios de recuperação de mata ciliar em áreas perturbadas, para um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, uma área de cultivo de cana-de-açúcar e outra de culturas anuais da região da UHE Volta Grande. Os resultados mostraram que os plantios realizados em áreas degradadas não foram capazes de reter o carbono atmosférico na biomassa das árvores do mesmo modo que a floresta natural, mas os que foram efetuados em melhores condições edáficas desempenharam essa função de forma mais eficiente do que um fragmento de mata nativa da região. A biomassa e o carbono acumulados no estrato arbóreo foram maiores nos plantios mais maduros e localizados nos melhores sítios. Os incrementos em biomassa e carbono foram menores nos povoamentos que sofrem distúrbios frequentes. Os povoamentos mais maduros não estocaram mais carbono no solo que os mais jovens, indicando que os plantios florestais ainda não tiveram tempo para exercer esta função de acúmulo de carbono no solo pela deposição e decomposição de serrapilheira.

Palavras-chave: recuperação de áreas degradadas, biomassa florestal, sequestro de carbono.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate, by the indirect method, the biomass and the carbon accumulated by the arboreal stratum in riparian forest restoration plantings in different site conditions and ages, besides the organic carbon stock in the topsoil layer (0-20 cm). Twenty-two sites were selected, including degraded areas, disturbed areas and native forest fragments in the Rio Grande basin for the estimative of the biomass and carbon stock. The organic carbon stock in the soil were estimated for the riparian forest restoration plantings in disturbed areas, a fragment of semideciduous forest, an area cultivated with sugarcane and for a cropland at the region of the Volta Grande Hydroelectric Plant. The results showed that the plantings done in degraded areas were not capable to sequester the atmospheric carbon in the biomass similarly to the native forest fragment, but the plantings in better sites performed this function more efficiently than the native forest. The biomass and the carbon accumulated in the arboreal stratum were higher in the older stands in the better sites. The increments of biomass and carbon were smaller in the stands that suffer frequent disturbances. The older stands did not stock more carbon in the soil than the younger ones, indicating that the riparian forest plantings did not have time yet to perform this function by the litter fall and decomposition of the organic matter.

Key words: land restoration, forest biomass, carbon sequestration.

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos nocivos decorrentes do uso de combustíveis fósseis são uma das principais problemáticas da sociedade contemporânea. Contribui nesse contexto a devastadora ação antrópica sobre as florestas, que além de aumentar a concentração de Gases do Efeito Estufa (GEE) pelas queimadas, também trazem efeito sobre a menor assimilação do carbono pela própria redução da massa fotossintética viva (Marcene et al., 2006).

Com as evidentes conseqüências do aquecimento global, houve um aumento sensível nas discussões relacionadas às mudanças climáticas, principalmente a partir da década de 80. Essas discussões levaram à criação de alguns tratados, como o Protocolo de Quioto, em 1997, que dentre os tantos tratados lançados a respeito do meio ambiente foi o de maior importância, por convocar os países de todo o mundo, em especial aqueles desenvolvidos, a uma redução na emissão de gases do efeito estufa, sobretudo o dióxido de carbono (Scarpinella, 2002).

Uma alternativa viável para amenizar o agravamento do processo de aquecimento global consiste no armazenamento do carbono atmosférico a partir de reflorestamento em larga escala. Os vegetais, utilizando-se de sua capacidade fotossintética, fixam o CO_2 atmosférico, biossintetizando na forma de carboidratos, e depositando-o na parede celular. Este processo é conhecido como “seqüestro” de carbono (Renner, 2004).

As florestas desempenham papel significativo na atual problemática do ciclo global de carbono, devido a sua capacidade de estocar por longo prazo quantidades de carbono na vegetação, trocando carbono com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração. Em sendo assim, as florestas podem vir a ser fontes de carbono para a atmosfera quando perturbadas pela ação antrópica ou até naturalmente (fogo, uso de procedimentos inadequados na colheita,

conversão em uso não florestal do solo, etc). Por outro lado, vêm a ser estocadoras de carbono atmosférico durante a fase de crescimento (Hosokawa et al., 1998).

As florestas são o segundo maior reservatório de carbono do planeta a seguir aos oceanos, contendo cerca de 80% de todo o carbono estocado na vegetação terrestre e cerca de 40% do carbono presente nos solos. Grandes quantidades de carbono podem ser emitidas para a atmosfera durante a transição de um tipo de floresta para outro, se a mortalidade liberar carbono mais rapidamente do que a regeneração e o crescimento o absorve (Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002).

O “seqüestro” florestal de carbono, como já foi dito, refere-se ao processo de mitigação biológica das plantas de absorver o CO₂ do ar e fixá-lo em matéria lenhosa. Este mecanismo de “seqüestrar” o carbono foi lançado na Convenção do Clima da ONU como um instrumento de flexibilização dos compromissos de redução dos GEE dos países com metas de redução. Trata-se de uma das modalidades dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto para compensar os compromissos de redução de emissão para mitigar as mudanças climáticas (Chang, 2004). Este mecanismo estabelece, também, que os projetos de MDL devem contribuir para o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro, podendo incluir neste caso os plantios de recuperação de matas ciliares.

Os estudos para avaliar a fixação de carbono em plantios mistos de recuperação de áreas degradadas e matas ciliares são muitos restritos. O potencial destes reflorestamentos nesta tarefa não pode ser desprezado, pois, diferentemente do que ocorre na maioria dos plantios florestais, nestes casos os produtos não são colhidos e o carbono não retorna para a atmosfera.

A biomassa de origem florestal cumpre papel decisivo no controle do efeito estufa, haja vista servir como fonte de energia mais racional e também por

acumular, em sua estrutura carbônica, elementos nocivos à qualidade de vida no planeta. Por isso, cresce a cada dia o interesse pelos estudos de biomassa e conteúdo de carbono nas florestas, motivando muitos pesquisadores e instituições a ampliar estudos sobre o tema (Sanquetta & Balbinot, 2004).

O termo “biomassa”, a rigor, engloba todo material orgânico, tanto de origem vegetal (fitomassa), quanto de origem animal (zoomassa). Entretanto, a determinação da zoomassa é raramente utilizada em trabalhos nesta área, por isso, o uso generalizado do termo “biomassa” se refere exclusivamente à fitomassa (Gutmanis, 2004).

As estimativas de biomassa de um ecossistema podem ser obtidas por métodos diretos (destrutivo) ou indiretos (não destrutivo). O Método Direto é mais acurado e eficaz, porém, é um processo trabalhoso e caro. O Método Indireto é mais rápido, não corta, não pesa e nem seca nenhum indivíduo, pode amostrar uma área maior e maior número de indivíduos, pois utiliza variáveis mais facilmente obtidas no campo, como o diâmetro a 1,30 m acima do solo (DAP) (Higuchi et al., 1998).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar, pelo método indireto, a biomassa e o carbono acumulados pelo estrato arbóreo de plantios de recuperação de mata ciliar em diferentes condições de sítio e idades, além do estoque de carbono orgânico do solo, na camada de 0-20 cm.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização das áreas de estudo

Foram selecionadas 21 áreas para este estudo, das quais uma é um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, 19 são plantios de recuperação de matas ciliares em área perturbada, que são aquelas que sofreram algum tipo de distúrbio, mas mantiveram os seus meios de regeneração biótica, e um em área degradada (Tabela 19). Os ambientes degradados são aqueles que, após distúrbios, tiveram eliminados, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica, sendo necessária a ação antrópica para a sua regeneração em curto prazo (Carpanezi, 2005).

Estão localizados no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande e ribeirões tributários, de propriedade da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, localizada no baixo rio Grande, entre o Triângulo Mineiro e o norte do estado de São Paulo, 18 dos 19 plantios de mata ciliar em áreas perturbadas (A17a–A4). O solo característico é o Latossolo Roxo, geralmente de elevada fertilidade (Nardy, 1995). O clima da região é do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 23°C, estação seca bem definida, de maio a outubro, e precipitação média anual de 1.550 mm (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos, 2006). A vegetação desta região constitui-se de Floresta Estacional Semidecidual, localizada nos fundos das principais drenagens que limitam a região, e de Cerrado, encontrado nas áreas de maior altitude (Brasil, 1983).

O plantio em área degradada por empréstimo de terra (D16), um plantio em área perturbada (C12) e o fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (Frag.) encontram-se a montante e a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Camargos, também de propriedade da CEMIG, no município de Itutinga, MG, na região do alto Rio Grande. Os solos predominantes na região são os

Latossolos variação UNA, Cambissolos, Latossolos Vermelho escuros e Solos litólicos, todos de baixa fertilidade natural (Giarola et al., 1997). O clima é de transição entre Cwa e Cwb, de acordo com a classificação climática de Köppen (Antunes, 1986). Os dados climáticos completos mais próximos são encontrados para o município de Lavras, onde a temperatura média anual é de 19,4° e a precipitação média anual, de 1.529,7 mm (Brasil, 1992). A vegetação natural da região Campo das Vertentes é constituída de áreas com formações de Floresta Estacional Semidecidual, formações campestres e de cerrado (Azevedo, 1962).

A caracterização da fertilidade dos diferentes sítios de plantio é apresentada na Tabela 20. Os teores de fósforo disponível e o índice de saturação por bases das áreas do entorno da UHE Volta Grande sugerem que os plantios de mata ciliar nestas áreas foram realizados em sítios mais férteis, em comparação com as áreas da região da UHE Camargos.

TABELA 19 Caracterização das áreas de estudo no entorno das Usinas Hidrelétricas de Volta Grande, MG/SP e Camargos, MG, ambas localizadas no rio Grande.

Área	Idade (anos)	Tamanho (ha)	Localização	Caracterização
A17a	17	1,87	Conceição das Alagoas, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A17b	17	0,17	Conceição das Alagoas, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A16	16	2,62	Conceição das Alagoas, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A15a	15	2,70	Miguelópolis, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A15b	15	1,79	Miguelópolis, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada

Continua...

Continuação

A15c	15	2,29	Água Comprida, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A13	13	2,87	Água Comprida, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A12	12	6,34	Igarapava, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A11	11	5,13	Igarapava, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A10a	10	6,50	Igarapava, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A10b	10	1,02	Miguelópolis, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A9a	9	2,14	Miguelópolis, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A9b	9	3,00	Miguelópolis, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A8	8	1,32	Igarapava, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A7a	7	2,47	Miguelópolis, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A7b	7	4,19	Conceição das Alagoas, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A6	6	0,67	Aramina, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
A4	4	0,88	Ituverava, SP	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
C12	12	0,60	Itutinga, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área perturbada
D16	16	2,50	Itutinga, MG	Plantio de recuperação de mata ciliar em área degradada
Frag.	-	1,00	Itutinga, MG	Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual

TABELA 20 Valores de pH, fósforo disponível (P), saturação por bases (V) e conteúdo de matéria orgânica do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, para as áreas de estudo.

Sítio	pH	P	V	MO
	H ₂ O	mg/dm ³	%	dag/kg
Média das áreas perturbadas Volta Grande	5,5	6,3	52,6	3,4
Área degradada Camargos	5,9	0,4	29,1	1,2
Área perturbada Camargos	5,3	0,6	26,0	3,8

2.2 Coleta de dados

Em todas as áreas estudadas o inventário foi realizado utilizando a amostragem casual simples. Nas áreas do entorno do reservatório da UHE Volta Grande (A17a – A4), foram distribuídas, 10 parcelas por área, com 10 m de largura e comprimento variando de acordo com a largura da faixa de plantio, abrangendo desde a margem do curso d'água até a borda oposta do povoamento.

No entorno do reservatório da UHE Camargos, na área C12, o inventário das espécies do estrato arbóreo foi realizado por meio de censo, ou seja, foram medidos todos os indivíduos de todas as espécies arbóreas e arbustivas plantadas na área. O levantamento do estrato arbóreo da área D16 foi realizado em 10 parcelas de 25 x 60 m (1.500 m²) na margem do reservatório, com sua maior dimensão no sentido do declive. No fragmento de mata nativa foram alocadas 11 parcelas aleatórias de 10x12 m na área.

2.3 Estimativa do estoque de biomassa e carbono do estrato arbustivo-arbóreo

Para a estimativa do estoque de biomassa e carbono do estrato arbustivo-arbóreo (DAP \geq 5cm) foi utilizado o método indireto, que é aquele que gera estimativa da biomassa e do carbono acumulados, utilizando relações empíricas entre a biomassa e o carbono e outras variáveis, determinando, assim, o valor da biomassa seca e do carbono por hectare. As estimativas por este método foram

baseadas em avaliações dendrométricas (DAP e altura total) provenientes do conjunto de dados dos plantios de recuperação de matas ciliares com idades e sítios diferentes e do fragmento florestal.

- Quantificação de biomassa

Para a estimativa da biomassa do estrato arbóreo (BM), foi adotada a seguinte equação alométrica, desenvolvida para Floresta Estacional Semidecidual das bacias hidrográficas dos rios Grande e Piracicaba, por Scolforo et al. (2008):

$$\mathbf{Ln(BM) = -10,439791707 + 2,1182873001 \times Ln(DAP) + 0,8339834928 \times Ln(H)}$$

em que: DAP = diâmetro a 1,30m do solo (cm);

H = altura (m).

- Quantificação do carbono

A estimativa do carbono fixado no estrato arbóreo (C) foi efetuada por meio da equação de quantidade de carbono desenvolvida para Floresta Estacional Semidecidual das bacias hidrográficas dos rios Grande e Piracicaba, por Scolforo et al. (2008).

$$\mathbf{Ln(C) = -12,73390371 + 2,7305080487 \times Ln(DAP) + 0,5217505822 \times Ln(H)}$$

em que: DAP = diâmetro a 1,30m do solo (cm);

H = altura (m).

- Incremento médio anual (IMA)

O IMA em biomassa e carbono foi calculado dividindo-se os estoques totais médios de ambos, pela idade do respectivo povoamento florestal.

Nas áreas perturbadas localizadas no entorno do reservatório da UHE Volta Grande e ribeirões tributários (A17a – A4), foram realizadas análises de regressão, visando avaliar o efeito da idade do povoamento sobre a biomassa e o carbono acumulados no estrato arbóreo, calculados pelas fórmulas de Scolforo et al. (2008).

2.4 Estimativa do estoque de carbono orgânico acumulado no solo

A amostragem para avaliação dos atributos químicos e físicos necessários para a estimativa do estoque de carbono orgânico no solo foi efetuada na camada de 0-20 cm. Todas as amostras foram acondicionadas em caixas de isopor de 1L e levadas aos Laboratórios de Fertilidade e de Física do Solo do Departamento de Ciências do Solo da UFLA. Estas estimativas do estoque de carbono no solo foram realizadas para as áreas perturbadas da região da UHE Volta Grande (áreas A17a – A4) e para um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, uma área de cultivo de cana-de-açúcar e outra de culturas anuais nesta região. As áreas agrícolas são cultivadas há mais de quatro décadas.

As amostras foram submetidas à análise química, conforme Claessen (1997), para a caracterização do teor de matéria orgânica. O carbono orgânico total nas amostras foi determinado pela conversão da matéria orgânica (MO) em carbono orgânico (CO), feita pela seguinte relação (Souza et al., 2008):

$$C.O. = \frac{M.O.}{1,723}$$

A densidade do solo foi determinada pelo método do torrão parafinado, conforme metodologia descrita por Ferreira & Dias Júnior (2002). Foram retiradas amostras ao acaso nas diferentes áreas de estudo, determinando-se um valor de densidade médio para cada classe de uso do solo (plantios de mata ciliar, mata nativa, cana-de-açúcar e culturas anuais).

O estoque de carbono orgânico na profundidade de 0-20 cm foi obtido pelo uso da fórmula (Freixo et al., 2002):

$$EstC = \frac{C.O.total * Ds * e}{10}$$

em que:

EstC = estoque de carbono orgânico na camada estudada (T/ha);

C.O. total = carbono orgânico total (g/kg);

Ds = densidade do solo da camada estudada (kg/dm³);

e = espessura da camada estudada (20 cm).

O efeito da idade dos povoamentos sobre o estoque de carbono orgânico acumulado no solo foi avaliado por meio de análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estimativa do estoque de biomassa e carbono do estrato arbóreo

O estoque de biomassa e carbono, além do incremento médio anual em biomassa e carbono, para as 21 áreas de estudo, é mostrado na Tabela 21.

Quando se observam os teores de biomassa e carbono na classe de idade I (de 15 a 17 anos), nota-se que as áreas A17a, A17b, A15a e A15c acumularam mais biomassa e carbono quando comparados com a área degradada em processo de recuperação (D16, com 16 anos). As sérias limitações edáficas desta área, provavelmente, explicam este comportamento, pois, na ocasião da construção da UHE Camargos, nos anos 1950, o local foi utilizado como área de empréstimo de terra, tendo sofrido desmatamento e remoção de até 3 metros de perfil do solo original, permanecendo por cerca de 30 anos sem processo de recuperação. Este fator contribuiu para a degradação do solo e aceleração dos processos erosivos, com o aparecimento de sulcos profundos de erosão e voçorocas. Mesmo com os procedimentos efetuados para reverter a degradação, o substrato não oferece condições para um maior acúmulo de biomassa. As áreas A16 e A15b apresentaram valores de estoque de biomassa e carbono próximos aos encontrados na área D16, provavelmente por apresentarem distúrbios frequentes causados pelo gado.

Na classe de idade II (de 9 a 13 anos), a área A12 apresentou os menores estoques de carbono e biomassa. Este povoamento também sofre distúrbios de origem antrópica, que contribui para um menor crescimento das árvores. A área C12, mesmo se localizando no entorno da UHE Camargos, que é uma região caracterizada por solos de baixa fertilidade, possui estoque de biomassa e carbono próximo ao de áreas de idade semelhante no entorno da UHE Volta Grande (Tabela 21).

TABELA 21 Valores do estoque de biomassa e carbono da parte aérea (E: erro do inventário; LI: limite inferior; LS: limite superior), além do incremento médio anual (IMA) em biomassa e carbono das 21 áreas de estudo (* Áreas onde foi realizado censo).

Classe	Área	Idade (anos)	Biomassa (T/ha)				Carbono (T/ha)				IMA Biomassa (T/ha/ano)	IMA Carbono (T/ha/ano)
			Média	E %	LI	LS	Média	E %	LI	LS		
I	A17a	17	150,6	9,7	117,6	183,6	55,4	12,3	40,1	70,7	8,9	3,3
	A17b*	17	157,6	-	-	-	50,0	-	-	-	9,3	2,9
	A16	16	65,2	14,0	44,5	85,8	23,6	15,8	15,2	32,0	4,1	1,5
	D16	16	84,6	9,7	66,0	103,2	33,6	11,4	24,9	42,2	5,3	2,1
	A15a	15	200,7	7,4	167,3	234,2	78,3	7,6	64,8	91,7	13,4	5,2
	A15b	15	74,4	16,8	46,1	102,6	29,7	20,6	15,9	43,5	5,0	2,0
	A15c	15	196,5	11,5	145,4	247,5	82,0	11,8	60,2	103,8	13,1	5,5
II	A13	13	144,8	14,3	98,1	191,5	68,0	16,5	42,7	93,4	11,1	5,2
	A12	12	63,7	10,3	48,8	78,5	20,5	11,7	15,1	26,0	5,3	1,7
	C12*	12	153,0	-	-	-	61,3	-	-	-	12,7	5,1
	A11	11	94,7	6,0	81,9	107,6	33,8	6,3	29,0	38,7	8,6	3,1
	A10a	10	99,0	10,7	75,1	122,8	45,6	13,5	31,6	59,5	9,9	4,6
	A10b	10	196,3	14,3	133,0	259,6	86,3	20,0	47,3	125,4	19,6	8,6
	A9a	9	181,8	8,0	148,8	214,8	72,6	10,6	55,2	90,1	20,2	8,1
	A9b	9	98,3	7,7	81,2	115,4	40,9	8,4	33,1	48,7	10,9	4,5
III	A8	8	80,9	12,1	58,8	103,0	29,8	15,0	19,7	40,0	10,1	3,7
	A7a*	7	58,0	-	-	-	20,7	-	-	-	8,3	3,0
	A7b	7	113,1	10,1	87,4	138,8	47,8	14,3	32,3	63,3	16,2	6,8
	A6	6	25,9	14,3	17,5	34,2	8,6	16,1	5,5	11,7	4,3	1,4
	A4	4	13,2	13,6	9,2	17,3	3,7	12,6	2,7	4,8	3,3	0,9
Fragmento		-	115,7	13,9	79,7	151,6	38,7	19,5	21,9	55,5	-	-

As áreas A7a e A7b, ambas situadas na classe III (de 4 a 8 anos), apesar de possuírem a mesma idade, apresentam valores de estoque de carbono e biomassa bastante discrepantes (Tabela 21). Na área A7a não foi realizada uma manutenção satisfatória durante a fase de estabelecimento do plantio, o que ocasionou uma grande mortalidade das mudas plantadas. Esta redução na densidade de plantas também proporcionou redução no acúmulo de biomassa e carbono.

Com relação ao incremento médio anual em biomassa e carbono, conforme se observa na Tabela 21, nas áreas perturbadas, cinco povoamentos apresentaram um menor incremento (A16, A15b, A12, A6 e A4). Nas áreas A16 e A15b, o gado forrageia com grande intensidade nestes povoamentos, desde a fase inicial do plantio. O povoamento localizado na área A12 é infestado por lianas, tendo sido possível observar em campo a queda de um grande número de árvores e trilhas abertas por pescadores (Figura 16). As áreas A6 e A4 são os povoamentos mais jovens, que ainda estão na fase de estabelecimento inicial. Todos estes fatores podem ter contribuído para reduzir significativamente o incremento em biomassa e carbono destas áreas.



FIGURA 16 Figura ilustrando os impactos no povoamento infestado por lianas (A12), localizado às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Volta Grande, no município de Igarapava, SP.

Grande parte dos plantios com 8 anos ou mais apresentou estoque de biomassa e carbono semelhante ao do fragmento de mata nativa (Tabela 21). O uso de espécies pioneiras de rápido crescimento nos plantios provavelmente foi responsável por estes resultados.

Nas análises realizadas nos plantios em áreas perturbadas no entorno do reservatório da UHE Volta Grande, foi observado efeito altamente significativo da idade dos povoamentos sobre o estoque de biomassa e carbono (Figura 17). Para estas análises, foram retirados os povoamentos com dados muito discrepantes (“outliers”), que são as áreas nas quais o crescimento foi comprometido por distúrbios de origem antrópica (A16, A15b e A12) e aquelas em que foram encontradas grande densidade de plantas de espécies como *Ceiba speciosa*, *Acacia mangium* e *Clitoria fairchildiana*, caracterizadas por um crescimento em diâmetro substancialmente maior que o das demais, causando uma superestimativa do estoque de carbono e biomassa (A10b, A9a e A7b). A partir destes resultados, pode-se inferir que quanto mais maduro o povoamento, maiores são a biomassa e o carbono acumulados. Até a idade avaliada não se verificou tendência de estabilização da biomassa produzida nas áreas estudadas.

As análises de regressão relacionando o valor médio de densidade de árvores/ha, com o estoque de carbono e biomassa no entorno do reservatório da UHE Volta Grande, sem os “outliers”, apresentaram resultados significativos apenas para a biomassa, tendo sido verificado o aumento da biomassa nas maiores densidades (Figura 18), mas com um coeficiente de determinação (R^2) baixo. Algumas comparações do desempenho entre áreas de mesma densidade mostram que alguns reflorestamentos apresentam estoques em biomassa muito diferentes (Figura 18).

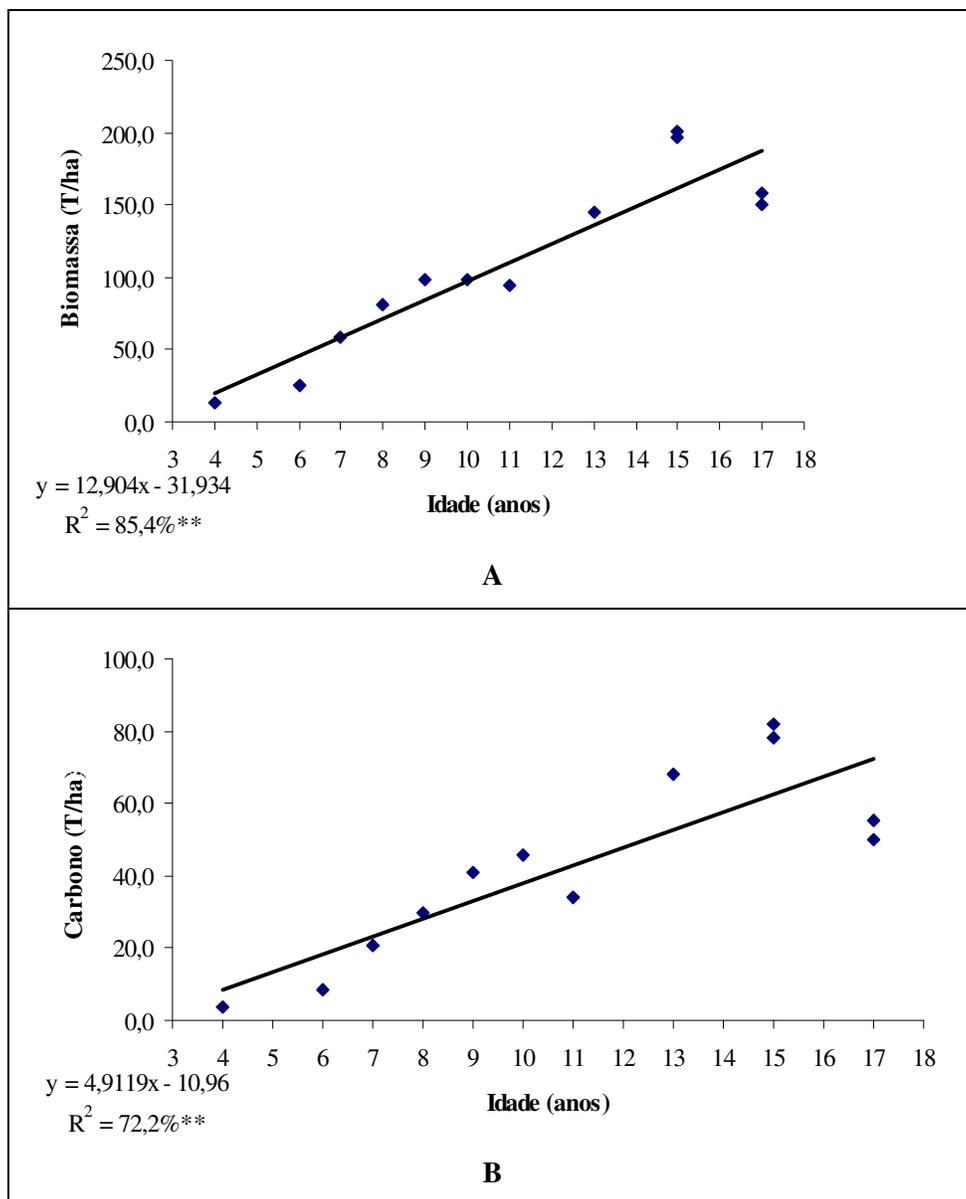


FIGURA 17 Efeito da idade do plantio sobre o estoque de biomassa (A) e de carbono (B) do estrato arbóreo dos povoamentos no entorno da Usina Hidrelétrica de Volta Grande.

De acordo com Melo & Durigan (2006), a composição de espécies, certamente, desempenha maior influência em resultados como estes do que a densidade, e o planejamento dos reflorestamentos para sequestro de carbono deve considerar este aspecto, selecionando espécies que aliem grande acúmulo de biomassa com a capacidade de ativarem a sucessão secundária.

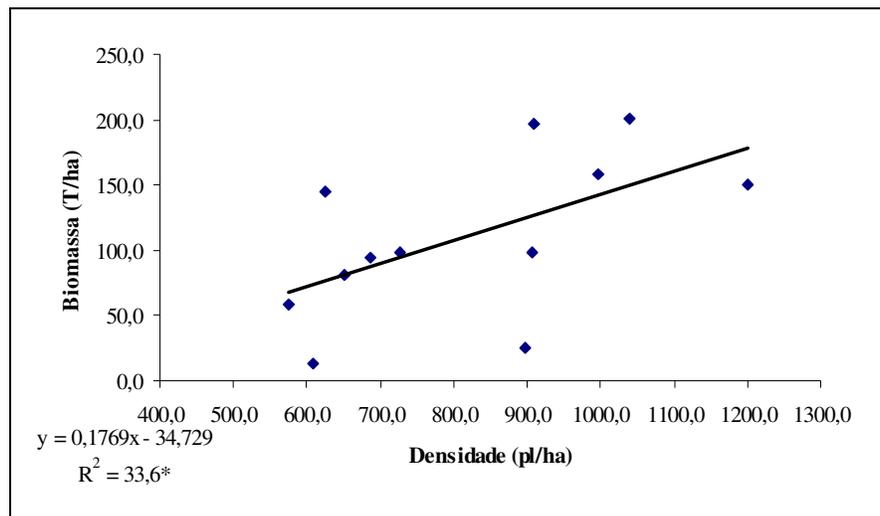


FIGURA 18 Efeito da densidade do povoamento sobre o estoque de biomassa do estrato arbóreo no entorno da Usina Hidrelétrica de Volta Grande.

Os valores observados de carbono acumulado ou “sequestrado” na biomassa podem ser considerados altos quando comparados com simulação feita por Martins (2004). Este autor realizou uma simulação de potencial de sequestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos, SP, utilizando equações alométricas de crescimento e dados sobre o tempo de desenvolvimento e diâmetro de cada espécie selecionada. Dentre essas espécies, estão muitas das encontradas no presente estudo. Este autor afirma que um reflorestamento na área de mata ciliar em região de predomínio de Floresta Estacional Semidecidual fixará, de forma satisfatória, 78 toneladas de

carbono/ha na biomassa acima do solo, em um período de 30 anos, o que equivale a um incremento de 2,5 toneladas de carbono/ha/ano (Figura 19). No presente trabalho, valores acima de 78 toneladas foram observados em plantios de apenas 10 anos de idade (Tabela 21).

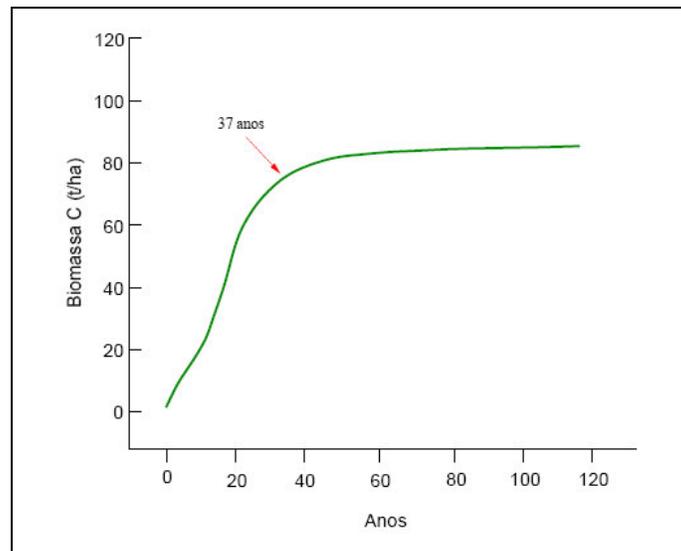


FIGURA 19 Variação simulada do carbono fixado em um reflorestamento de mata ciliar (Martins, 2004).

3.2 Estimativa do estoque de carbono no solo

Na Tabela 22 são apresentados os valores de matéria orgânica (MO), carbono orgânico total (CO) e estoque de carbono orgânico na camada de 0-20 cm do solo, das 18 áreas de plantio de recuperação de mata ciliar no entorno do reservatório da UHE Volta Grande e das áreas com diferentes usos do solo adjacentes. Verifica-se que o estoque de carbono acumulado nos solos dos povoamentos estudados variou de 24,23 até 87,23 t/ha. D'Andréa et al. (2004) e Neves et al. (2004) encontraram estoques de 18,95 e 21,08 t/ha, respectivamente, na camada de 0-20, para áreas de cerrado nativo. Numa floresta de *Pinus elliotti*

com 36 anos de idade, Schumacher et al. (2004) calcularam um estoque de 34,3 t/ha e Bayer et al. (2003) observaram estoque aproximado de 100 t/ha, em floresta estacional no Rio Grande do Sul, ambos também na camada de 0-20cm. Nota-se que o estoque de carbono no solo estimado para a maioria das áreas avaliadas no presente trabalho foi maior que em cerrado e em floresta plantada, porém, aquém do estoque de uma floresta estacional no sul do país.

TABELA 22 Matéria orgânica (MO), carbono orgânico total (CO), densidade e estoque de carbono do solo das 21 áreas estudadas, no entorno do reservatório da UHE Volta Grande.

Área	Idade (anos)	MO (g/kg)	CO (g/kg)	Estoque de carbono (T/ha)
A17a	17	49,0	28,44	79,15
A17b	17	15,0	8,71	24,23
A16	16	36,0	20,89	58,15
A15a	15	31,0	17,99	50,07
A15b	15	37,0	21,47	59,77
A15c	15	36,0	20,89	58,15
A13	13	36,0	20,89	58,15
A12	12	24,0	13,93	38,77
A11	11	41,0	23,80	66,23
A10a	10	54,0	31,34	87,23
A10b	10	31,0	17,99	50,07
A9a	9	31,0	17,99	50,07
A9b	9	34,0	19,73	54,92
A8	8	36,0	20,89	58,15
A7a	7	31,0	17,99	50,07
A7b	7	38,0	22,05	61,38
A6	6	27,0	15,67	43,61
A4	4	33,0	19,15	53,31
Mata	-	46,2	26,81	68,16
Cana	-	37,8	21,94	61,01
C. anuais	-	27,0	15,67	42,60

Não foi observado efeito significativo da idade do povoamento sobre o estoque de carbono orgânico no solo, não tendo sido constatada nenhuma

tendência de aumento desse estoque em povoamentos mais maduros. Os valores encontrados, provavelmente, se referem ao estoque original do solo, pois muitos deles, inclusive nestes povoamentos de maior idade, ficaram próximos ao estoque encontrado no plantio de cana-de-açúcar que, na maioria das áreas avaliadas, se constituía no uso do solo anterior ao reflorestamento misto (Tabela 22). Possivelmente, os plantios de mata ciliar não tiveram tempo para acumular carbono no solo via deposição e decomposição de serrapilheira.

Quando se comparam os plantios de mata ciliar, as áreas cultivadas com cana-de-açúcar e as culturas anuais com o fragmento de floresta estacional da região da UHE Volta Grande (Tabela 22), nota-se que algumas das matas em recuperação apresentaram valores de estoque de carbono próximos, ou até maiores, em relação ao do fragmento. Na área de cultura anual, os valores encontrados foram menores, pois, nestas é normal que ocorra um declínio no estoque de matéria orgânica após a conversão de florestas nativas em sistemas agrícolas (Stevenson, 1994).

4 CONCLUSÕES

Muitos dos plantios que foram efetuados em melhores condições edáficas, até os 17 anos, desempenharam a função de “seqüestro” de carbono de forma semelhante ou mais eficiente do que o fragmento de mata nativa, mostrando o potencial dos reflorestamentos ciliares no sequestro e na imobilização de carbono.

A biomassa e o carbono acumulados no estrato arbóreo foram maiores nos plantios mais maduros e localizados nos melhores sítios.

Os incrementos em biomassa e carbono foram menores nos povoamentos que sofrem distúrbios frequentes, mostrando a necessidade de práticas de manutenção até idades mais avançadas.

Os valores médios de estoque de biomassa e carbono nas classes de idade 15 a 17 anos (I), 9 a 13 anos (II) e 4 a 8 anos (III) foram respectivamente: 176,4 T/ha e 66,4 T/ha; 109,2 T/ha e 47,1 T/ha; 44,5 T/ha e 15,7 T/ha, considerando-se somente os plantios sem distúrbios antrópicos e sem predomínio de espécies de grande porte.

Os povoamentos mais maduros não estocaram mais carbono no solo que os mais jovens, indicando que os plantios florestais ainda não tiveram tempo para exercer esta função de acúmulo de carbono no solo pela deposição e decomposição de serrapilheira.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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.

BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P.R.; ALBURQUEQUE, J.A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivas para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p. 469-475, maio/jun. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, 1992. 84p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SE.22. **Goiânia**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983. 768p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).

CARPANEZZI, A.A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p.27-46.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **INPE**. 2006. Disponível em < http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml>. Acesso em: 10 fev. 2009.

CHANG, Y.C. Seqüestro florestal de carbono no Brasil - dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR/ Ecoplan, 2004. p.15-37.

CLAESSEN, M.E.C. **Manual de métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212p.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em solo submetido a

diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.179-186, fev. 2004.

FERREIRA, M.M.; DIAS JÚNIOR, M.S. **Aspectos físicos do solo e o meio ambiente**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 115 p.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mudanças climáticas: guia de informação**. Brasília: IVIG, 2002.

FREITAS, P.L.; BLANCANEUX, P.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de Latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.157-170, jan. 2000.

FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; GUIMARÃES, C.M.; SILVA, C.A.; FADIGAS, F.S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.26, n.2, p.425-434, maio 2002.

GIAROLA, N.F.B. **Solos da região sob influência da hidrelétrica de Itutinga/Camargos (MG): perspectiva ambiental**. Lavras: CEMIG, 1997. 101p.

GUTMANIS, D. **Estoque de carbono e dinâmica ecofisiológica em sistemas silvipastoris**. 2004, 142p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)– Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v.28, n.2, p.153-165, abr./jun. 1998.

HOSOKAWA, R.T.; MOURA, J.B.; CUNHA, U.S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR, 1998.

MARCENE, E. A.; CORTE, A.P.D.; SANQUETTA, C.R.; SCHNEIDER, C.R. Variação nos teores e estoques individuais de carbono fixado com o crescimento de *Gmelina arborea* Roxb. na região litorânea do Paraná, Brasil. 2006, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 71, p. 55-63, ago. 2006.

MARTINS, O. S. **Determinação do potencial de seqüestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP**. 2004. 117p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais)–Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

- MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.71, p. 149-154, ago. 2006.
- NARDY, A.J.R. **Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da região central da Bacia do Paraná**. 1995. 316f. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região Noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.1038-1046, set. 2004.
- RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil**. 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR/Ecoplan, 2004. p.77-93.
- SCARPINELLA, G. A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. 2002. 182p. Dissertação (Mestrado em Energia)–Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SCHUMACHER, M.V.; KÖNIG, F.G.; KLEINPAUL, J.J. Quantificação de carbono orgânico na serrapilheira, sub-bosque e solo de uma floresta de *Pinus elliottii* aos 36 anos em Santa Maria, RS. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Ed.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas**. Curitiba: UFPR/Ecoplan, 2004. p.125-132.
- SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; ACERBI JÚNIOR, F.W. (Org.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: equações de volume, peso de matéria seca e carbono para diferentes fisionomias da flora nativa**. Lavras: UFLA, 2008. 216p.
- SOUZA, R.F.; FAQUIN, V.; CARVALHO, R.; TORRES, P.R.F.; POZZA, A. A. Atributos químicos de solos influenciados pela substituição do carbonato por silicato de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.32, n.4, p.1563-1572, jul./ago. 2008.

STEVENSON, F.J. **Humus chemistry:** genesis, composition, reactions. New York: J. Wiley. 1994. 496p.