

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE
PARA AVALIAÇÃO DA RECUPERAÇÃO
DE ECOSISTEMAS CILIARES**

DANIELE NOGUEIRA DOS REIS

2008

DANIELE NOGUEIRA DOS REIS

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE PARA AVALIAÇÃO DA
RECUPERAÇÃO DE ECOSISTEMAS CILIARES**

Dissertação apresentada ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. Antonio Claudio Davide

Co-orientadores:

Prof. Dr. Daniel Furtado Ferreira

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

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

Reis, Daniela Nogueira dos.

Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares / Daniele Nogueira dos Reis. – Lavras: UFLA, 2008. 179 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Antonio Claudio Davide

Bibliografia.

1. Matas ciliares. 2. Restauração. 3. Monitoramento. 4. Estatística multivariada.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 634.956

DANIELE NOGUEIRA DOS REIS

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE PARA AVALIAÇÃO DA
RECUPERAÇÃO DE ECOSISTEMAS CILIARES**

Dissertação apresentada ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado Engenharia Florestal, área de concentração em Ciências Florestais, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 14 de outubro de 2008

Profa. Soraya Alvarenga Botelho UFLA

Dr. Nelson Augusto dos Santos Júnior Instituto de Botânica de São Paulo

Prof. Antonio Claudio Davide
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A minha mãe e grande amiga,
pelos constantes ensinamentos e carinho .

Ao meu pai e a minha avó,
por tornarem minhas aspirações reais,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo maior presente recebido: a vida.

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

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À CEMIG, pelo financiamento do projeto e à Estação Ambiental de Volta Grande, especialmente Anivaldo e José Ricardo, da CEMIG Uberaba, pela atenção e auxílio na coleta de dados.

Ao Prof. Antonio Claudio Davide, pelo exemplo, pela oportunidade, pela grande amizade, confiança, estímulo e orientação.

Aos funcionários do CEMAC e DCF: Chica, Ely, José Pedro, Olívia, Roberto, Regiane e Rose, pelo apoio e ajuda nos trabalhos.

Aos colegas José Carlos e Juliano, pela ajuda na coleta dos dados e pela paciência na convivência neste período; ao Luciano (Bodinho), pela elaboração dos mapas e ao Evandro, pela identificação das plantas e pelas sugestões.

Aos colegas da graduação e da pós-graduação, pelas conversas sobre os mais diversos assuntos, pelas “baladinhas”, pelas alegrias, enfim, por não tornarem a jornada tão árdua.

Às pessoas especiais: Ana Carolina, Amanda, Elminha, Emerson, Larissa, Maíra, Mariana, Priscilla, Thaís e Thami. Muito obrigada pelo carinho, pelas risadas, pelos momentos de descontração e de angústia vividos e pela maravilhosa amizade ofertada.

Aos “amigos-irmãos”: Bruna, Juliano, Ludmila e Raquel, pessoas que admiro muito e que tive a benção de ter em minha vida. Muito obrigada por tudo sempre, amo muito vocês!

Aos meus tios Rogério e Emília e ao meu avô Antônio, pelos ensinamentos e amizade.

Às pessoas mais importantes da minha vida: meus pais, Roberto e Maria José; minha avó Terezinha; meus irmãos, Gustavo, Rodolfo e Álvaro. Obrigada por acreditarem e tornarem os meus desejos reais. Sou eternamente grata a vocês.

A todos que estiveram presentes nesta jornada e contribuíram para a elaboração deste trabalho, em suas diferentes formas, sou muito grata.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo Geral.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
3.1 Fatores condicionantes da vegetação ciliar.....	5
3.1.1 Atributos edáficos no estabelecimento de reflorestamentos ciliares.....	7
3.1.2 Serapilheira em ecossistemas florestais ciliares.....	11
3.2 Modelos de plantio.....	12
3.3 Cenário atual no monitoramento de áreas restauradas.....	15
3.4 Seleção de indicadores no processo de monitoramento de áreas restauradas.....	18
3.7 Indicadores utilizados no monitoramento de áreas restauradas.....	27
3.8 Análise discriminante.....	31
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
CAPÍTULO 2: Análise florística e estrutural de reflorestamentos ciliares em restauração no entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Volta Grande, MG/SP	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT	46
1 INTRODUÇÃO.....	48
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	50
2.1 Localização dos reflorestamentos ciliares.....	50
2.2 Seleção das áreas.....	51
2.3 Instalação e avaliação do experimento.....	58
2.4 Análise dos dados.....	61
2.4.1 Estrato arbóreo.....	61
2.4.2 Estrato regenerante.....	64
2.4.3 Análise das correlações entre espécies e variáveis ambientais.....	65
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
3.1 Composição florística do estrato arbóreo dos reflorestamentos.....	67
3.2 Estrutura do estrato arbóreo dos reflorestamentos.....	76

3.2.1 Fitossociologia do estrato arbóreo dos reflorestamentos	87
3.3 Caracterização do estrato regenerante	89
3.4 Análise das correlações espécie-ambiente para a regeneração natural.	101
4 CONCLUSÕES	107
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
6 ANEXOS	113
CAPÍTULO 3: Seleção de variáveis para o desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares	145
RESUMO.....	145
ABSTRACT	147
1 INTRODUÇÃO.....	148
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	153
2.1 Descrição das áreas.....	153
2.2 Análise dos dados	153
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	156
4 CONCLUSÕES	166
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	167
6 ANEXOS	170

RESUMO GERAL

REIS, Daniele Nogueira dos. **Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares**. 2008. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A reconhecida importância das matas ciliares e o atual número de reflorestamentos de tais ecossistemas sugerem a adoção de práticas de monitoramento para a verificação do progresso deste processo. O presente estudo objetiva definir variáveis que possam ser adotadas na avaliação e no monitoramento pós-plantio em reflorestamentos ciliares. Este trabalho está disposto em capítulos, com uma revisão geral do tema abordado (Capítulo 1), análise e avaliação dos reflorestamentos ciliares estudados (Capítulo 2) e a seleção de variáveis e a elaboração de um índice para avaliar a recuperação dos reflorestamentos ciliares (Capítulo 3). Foram avaliados reflorestamentos ciliares de diferentes idades (1 a 15 anos) no entorno do Reservatório de Volta Grande e em tributários do Rio Grande, nos municípios de Água Comprida (MG), Miguelópolis e Igarapava (SP). Foram estabelecidos transectos (parcelas) de 10m de comprimento e largura variável (13,5 a 98,6m), com o número de parcelas variável, conforme o tamanho da área reflorestada. As variáveis avaliadas nos reflorestamentos foram: número de espécies e indivíduos plantados encontrados na avaliação, altura, área basal, número de espécies e indivíduos regenerantes, peso da matéria seca da serapilheira e atributos químicos e texturais dos solos. Foi realizada, para o estrato arbóreo (indivíduos com $CAP \geq 15$ cm) e regenerante (indivíduos com altura >10 cm e $CAP < 15$ cm), a avaliação estrutural e fitossociológica dos reflorestamentos. Foram encontradas 114 espécies nos reflorestamentos e as famílias de maior riqueza foram Leguminosae, Bignoniaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Bombacaceae Myrtaceae e Meliaceae. Os reflorestamentos apresentaram progresso estrutural com o aumento da idade do plantio. No estrato regenerante foram encontradas 80 espécies, das quais 62 (80,0%) são comuns às espécies plantadas. Foi verificada a ocorrência da regeneração em plantios com idades iguais e

* Comitê orientador: Antonio Claudio Davide, UFLA (orientador); Daniel Furtado Ferreira, UFLA; Marco Aurélio Leite Fontes, UFLA (co-orientadores).

superiores a 4 anos. A ausência de remanescentes próximos e a presença de gramíneas invasoras representam um obstáculo ao estabelecimento deste estrato. O emprego da função discriminante permitiu a seleção de 6 variáveis (número de espécies plantadas avaliadas, área basal dos indivíduos plantados avaliados, número de espécies e número de indivíduos regenerantes, serapilheira e capacidade de troca catônica do solo), com a classificação correta de 97,95% das parcelas. Isso que permite inferir sobre a representatividade dos atributos selecionados no processo de recuperação de ecossistemas florestais ciliares.

Palavras-chave: matas ciliares, restauração, monitoramento, estatística multivariada.

GENERAL ABSTRACT

Reis, Daniele Nogueira dos. **Development of an index to evaluate the recovery of riparian ecosystems**. 2008. 179 p. Dissertation (Master's Degree in Forest Engineering)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Recognized the importance of riparian forests and the current number of reforested areas of such ecosystems suggest practices of monitoring for the verification of progress this process. This study was conducted to set variables that can be adopted in assessment and monitoring post - planting in reforested riparian areas. This work is provided in chapters, with a general review of the subject addressed (Chapter 1), analysis and evaluation of reforested riparian areas (Chapter 2) and the selection of variables and indexing to assess the recovery of reforested riparian areas (Chapter 3). The study reforested riparian areas of different ages (1 to 15 years) was assessed at Reservatório de Volta Grande and at Rio Grande tributaries, in counties of Água Comprida (MG), Miguelópolis e Igarapava (SP). Were established transects (parcels) of 10 m in length and width (variable 13,5 to 98,6m), with the number of parcels variable, as the size of reforested area. The variables assessed in reforested riparian areas were: number of species and individuals planted, height, basal area, number of species and individuals regenerated, dry litter and chemical and textural attributes of soil. For the stratum wooded (individuals with $CAP \geq 15$ cm) and regenerating (individuals with $CAP < 15$ cm and height > 10 cm) was done the assessment of structural and fitossociology. Were found 114 species in the reforested riparian areas with the most important families Leguminosae, Bignoniaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Bombacaceae, Mimosaceae and Meliaceae. The reforested riparian areas showed structural progress with the age of planting. In the regenerating stratum was found 80 species, of which 62 (80,0%) were common to planted species evaluated in the areas. Was verified the occurrence of regeneration in reforested areas with age equal and larger than 4 years. The absence of remnants and the presence of invasive grass represent an obstacle to the establishment of this layer. The employment of discriminant function analysis select 6 variables (number of species assessed, basal area of individuals planted, number of species and number of individuals regenerating, dry litter, and the CTC of soil), with the correct classification of 97, 95% parcels which allows infer on the representativeness of selected attributes in the process of recovery of reforested riparian areas.

Keywords: riparian forests, restoration, monitoring, multivariate statistics

* Advisor committee: Antonio Claudio Davide, UFLA (advisor); Daniel Furtado Ferreira, UFLA; Marco Aurelio Leite Fontes (co-advisors).

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

As formações florestais localizadas às margens dos reservatórios, rios, lagos, nascentes e demais cursos d'água são chamadas de matas ciliares. As matas ciliares são os ecossistemas mais intensamente utilizados e degradados pelo homem pelas seguintes razões: possuem solos férteis e úmidos, ideais para a agricultura; fornecem madeira; apresentam condições adequadas para a construção de estradas, principalmente nas regiões montanhosas e para exploração de areia e cascalho e devido à sua beleza cênica ser intensamente utilizada para urbanização e recreação (Davide & Botelho, 1999).

As conseqüências da pressão humana sobre as matas ciliares são particularmente marcantes nas regiões do Brasil de colonização européia mais antiga. É o caso da bacia do Rio Grande, em Minas Gerais, onde as matas ciliares se encontram, presentemente, reduzidas a fragmentos esparsos e, em sua maioria, profundamente perturbados. Nessa parte do estado, a devastação das florestas tem contribuído notavelmente para o assoreamento, o aumento da turbidez, o desequilíbrio do regime de cheias, a perda da perenidade e a erosão das margens de vários rios, além de comprometer a diversidade da fauna silvestre (Oliveira-Filho et al., 1994).

A recuperação de áreas degradadas por atividades de mineração, construção de hidrelétricas, extrativismo, exploração madeireira, implantação de culturas e pastoreio, dentre outras, tem recebido crescente destaque, em função da legislação vigente e da preocupação com a valorização da conservação dos recursos naturais. Porém, muitos ecossistemas de importante função ambiental não apresentam resiliência e, mesmo, progresso na restauração, o que compromete a sua sustentabilidade a longo prazo.

A recuperação dos ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga, podendo-se encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões. No entanto, até recentemente, ela se caracterizava por não ter vínculos estreitos com concepções teóricas, sendo executada normalmente como uma prática de plantio de mudas, com objetivos muito específicos, como controle da erosão, estabilização de taludes, melhora visual, etc. (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

No entanto, ainda hoje, apesar da maior valorização da restauração florestal em projetos de recuperação de áreas degradadas, vários pontos ainda necessitam de significativa atenção. Como exemplo, pode-se citar o número relativamente escasso de trabalhos que visam o monitoramento das áreas após a restauração, com a intenção de aferir as condições estruturais e funcionais do ecossistema.

Para o sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas, é importante que os objetivos dos seus elaboradores ultrapassem os ideais iniciais de reabilitação dos solos e de recomposição da cobertura vegetal, mas que se adote a consciência da recuperação no sentido mais abrangente, da restauração da forma e função florestal.

O monitoramento e a avaliação dos ecossistemas florestais são essenciais para a melhoria das novas técnicas de restauração, especialmente em ecossistemas tropicais e subtropicais nos quais a alta diversidade e a complexidade de interações entre organismos fazem da restauração um desafio (Souza & Batista, 2004).

Na aplicação prática do monitoramento é essencial o estabelecimento de atributos que representem satisfatoriamente o progresso da restauração. Alguns aspectos sugeridos para serem avaliados estão relacionados com a estrutura do reflorestamento (espécies presentes, área basal, espécies regenerantes), as condições físicas da área (histórico do uso da terra, textura do solo, cobertura do

solo, presença de processos erosivos) e o monitoramento da fauna (agentes dispersores, decompositores), dentre outros.

Considerando-se a infinidade e a complexidade dos processos que ocorrem durante a recuperação dos reflorestamentos, o grande número de variáveis que podem ser adotadas no monitoramento e o significativo número de áreas reflorestadas atualmente a serem monitoradas, é essencial a busca por um número conciso de atributos que reflitam o status da restauração, na forma, por exemplo, de um modelo de classificação que possa ser empregado nos mais distintos plantios de restauração.

Atributos facilmente mensuráveis, confiáveis e rigorosamente definidos (Tongway et al., 1998), que representem as condições do ecossistema em sua totalidade, podem refletir a qualidade da restauração de uma área e funcionar como indicadores da mesma.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo foi realizado com o objetivo de elaborar um índice representativo que permita a avaliação da restauração em reflorestamentos ciliares.

2.2 Objetivos específicos

Especificamente, buscou-se, com este trabalho:

- . caracterizar os reflorestamentos ciliares de diferentes idades, em termos estruturais e fitossociológicos;
- . selecionar, dentre as variáveis coletadas nos reflorestamentos ciliares, aquelas que melhor representam o processo de recuperação;
- . propor um índice que possa ser utilizado na classificação de reflorestamentos ciliares em restaurados ou não restaurados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Fatores condicionantes da vegetação ciliar

As grandes formações vegetais se delimitam em função de fatores geográficos e ambientais, especialmente macroclimáticos, e se distinguem pela sua fisionomia, florística e pelos seus aspectos ecológicos. As florestas ciliares, independentemente da fisionomia, da florística ou da região geográfica em que ocorrem, naturalmente não podem ser consideradas como uma unidade fitogeográfica única e distinta das demais. Isso porque não existem padrões de natureza climática, topográfica, edáfica ou quaisquer outros que possam ser considerados determinantes das características e da ocorrência das florestas ciliares em todas as situações (Durigan et al., 2001).

Segundo Rodrigues & Nave (2001), as comparações florísticas entre remanescentes de formações ciliares têm mostrado que essas áreas são muito diversas, com valores de similaridades muito baixos, mesmo entre áreas de grande proximidade espacial.

A grande heterogeneidade desses ecossistemas pode ser atribuída à influência de fatores físicos e bióticos. Os fatores físicos são relativos às condições edáficas (fertilidade, textura), topográficas, bem como o regime hídrico do curso d'água, que cria ambientes com distintas condições de drenagem, favorecendo o estabelecimento de espécies adaptadas a esta situação. Segundo Bertani et al. (2001), os fatores bióticos seriam a influência das áreas vegetadas adjacentes e a função de corredor de vegetação dessas áreas, o que leva a um trânsito maior de polinizadores e dispersores, além de maior possibilidade de trocas gênicas com áreas mais remotas. Como outros fatores bióticos atuantes na composição vegetal de florestas tropicais, a presença do banco de sementes, a chuva de sementes, o processo de colonização de

clareiras e a influência da camada de serapilheira têm sido discutidos (Rodrigues & Shepherd, 2001).

De acordo com Rodrigues et al. (2007), o relevo tem sido considerado a mais importante variável na distribuição espacial e na estrutura das florestas tropicais porque ele, geralmente, corresponde às mudanças nas propriedades dos solos, particularmente no regime de água e na fertilidade.

Bertani et al. (2001), em uma análise temporal da variação florística e estrutural em formações ripárias ao longo do rio Passa Cinco (Ipeúna, SP), verificaram, por análise multivariada, a formação de distintos grupos de espécies com relação à distância do curso d'água e o tipo de solo predominante. O grupo vegetacional sobre solo aluvial, na faixa imediatamente paralela ao curso d'água, apresentou diferenças florísticas mais pronunciadas e maiores valores de diversidade de espécies, área basal e densidade de indivíduos.

Loures et al. (2007), trabalhando em floresta paludosa no sul de Minas Gerais, correlacionando variáveis edáficas (pH, P, K, Mg, Ca, Al, saturação por bases, matéria orgânica, teores de areia, silte e argila) e topográficas (cota e desnível) com a distribuição de espécies, observaram que os parâmetros que mais influenciaram a distribuição destas foram os teores de argila, a concentração de Ca e as variáveis topográficas cota e desnível.

Na interpretação da distribuição de espécies em consonância com as variáveis ambientais é sempre preciso cautela, pois variáveis fundamentais, como as condições de luz e água e os fatores de dispersão das espécies, nem sempre são facilmente perceptíveis ou mensuráveis. Além disso, as espécies são sensíveis às variáveis ambientais de forma interativa e não isoladamente, além de responder a elas num ambiente de competição entre espécies. Dessa maneira, conclusões sobre a distribuição de espécies em face das variáveis ambientais só devem se aproximar de uma generalização após muitas repetições do mesmo padrão em diversas áreas (Botrel et al., 2002).

3.1.1 Atributos edáficos no estabelecimento de reflorestamentos ciliares

As características físicas e químicas do solo estão entre os principais fatores que condicionam o desenvolvimento da vegetação. Daí a ocorrência natural de diferentes formações florestais, mesmo em regiões homogêneas quanto aos demais fatores de ambiente (Goodland & Ferri, 1979).

Associados às regiões de mananciais ocorrem diferentes tipos de solo, tais como latossolos, neossolos, argilosos, gleissolos, etc., com ampla variação da textura, da retenção de água e de fertilidade. Os solos situados nas cotas mais baixas podem ter uma constituição bastante variável, como o neossolo flúvico, formado por deposição. Esta variação no perfil do solo também ocorre com a matéria orgânica, conferindo-lhe larga amplitude na capacidade de retenção de cátions (Duarte & Casagrande, 2006).

A importância ecológica e ambiental das matas ciliares é amplamente conhecida por toda a sociedade, mas sua influência sobre o solo é ainda pouco percebida. Solos sob matas são mais protegidos e ativos, do ponto de vista funcional, que aqueles sob vegetação de campo. Por meio de análises laboratoriais, observa-se que estes solos, apesar de conterem mais Al^{3+} , são mais férteis, pois contêm mais teores de Ca, P e K, matéria orgânica, N e carbono na biomassa, sendo este último maior em até 8,7 vezes no solo de mata que no campo adjacente (Siqueira et al., 1995).

A maioria dos solos usados para reflorestamento apresenta fertilidade natural muito baixa, que pode ser traduzida em termos de baixos valores de bases (Ca, Mg e K) e de P disponível, baixa capacidade de troca de cátions (tornando essencial o balanço de nutrientes) e, algumas vezes, alta relação Al/bases. Esses solos, distróficos (saturação por bases <50%) ou álicos (saturação por Al \geq 50%), também apresentam baixa reposição natural de

nutrientes, via intemperização de minerais primários (Carmo & Figueiredo, citados por Furtini Neto et al., 2000).

A recuperação da capacidade de produção vegetal do solo depende da adequação de propriedades de ordem qualitativa e quantitativa. A ordem qualitativa tem o propósito de recuperar o potencial de produção que tem, na capacidade de retenção de cátions (CTC) e na água, seus principais componentes. Já a quantitativa diz respeito à reposição dos nutrientes com teores deficientes ou redução dos níveis de elementos tóxicos que limitam o desenvolvimento da vegetação (Duarte & Casagrande, 2006).

A propriedade química mais importante do solo é a capacidade de troca de cátions ($CTC = K^+ + Ca^{+2} + Mg^{+2} + Al^{+3}$), responsável pela magnitude da retenção e pelo impedimento da lixiviação de cátions ao longo do perfil do solo, deixando-os próximos ao sistema radicular. A matéria orgânica da camada superficial dos solos (cerca de 20 cm) representa cerca de 70% da CTC (Duarte & Casagrande, 2006).

Pela alta relação entre matéria orgânica e CTC, pode-se ressaltar o papel da primeira no processo de recuperação de áreas. O teor de matéria orgânica no solo é resultado do balanço entre a deposição de resíduos orgânicos no solo e a decomposição dos mesmos. Em ecossistemas de maior estabilidade, com elevada produção de fitomassa, como é o caso de florestas e pastagens naturais, ocorrem maior acúmulo e preservação da matéria orgânica (Furtini Neto et al., 2001).

Pagano & Durigan (2001) consideram a produção de serapilheira o atributo mais estudado na ciclagem de nutrientes, uma vez que representa a principal via de retorno de nutrientes e de matéria orgânica à superfície do solo mineral que suporta a floresta. De acordo com os autores, a produção de serapilheira tem apresentado dois padrões geralmente distintos: um em que os maiores picos ocorrem no inverno, que é caracterizado pela ocorrência de dias

mais curtos e baixa precipitação (floresta estacional semidecidual, mata ciliar, cerrado), enquanto o segundo tem como principal característica os maiores picos ocorrendo na época chuvosa e temperaturas mais elevadas (floresta atlântica).

Em vários trabalhos (Gonçalves, 1988, 1995; Lima, 1995; Silva et al., 1996; Furtini Neto et al., 1999; Fernandes et al., 2000; Sorreano et al., 2005; Souza et al., 2006), os principais objetivos são os estudos das respostas de diferentes tipos de adubações e a influência de determinados nutrientes no desenvolvimento e no estabelecimento de mudas de espécies florestais em campo ou em casas de vegetação. Apesar de serem considerados importantes, do ponto de vista da recomendação de fertilização, estes não levam em consideração a interação das espécies com o tipo de solo a que estarão submetidas na ocasião da implantação dos reflorestamentos ciliares.

Em experimento visando à recomposição da cobertura florestal de mata ciliar em domínio de cerrado na região de Assis, SP, Durigan & Silveira (1999) realizaram o plantio de vinte espécies arbóreas, selecionadas com base nos levantamentos das espécies da região ou da adaptabilidade das espécies comerciais a solos com lençol freático superficial. Foram avaliados, aos 9 anos, a sobrevivência, a cobertura de copa e o crescimento das espécies. O tipo de solo no local do experimento era Areia Quartzosa Hidromórfica e, no preparo do solo antes do plantio, não foi realizada nenhuma correção de acidez ou fertilização do mesmo. Todas as espécies, ao final do experimento, apresentaram sobrevivência inferiores a 80%.

O grupo das espécies adaptadas a solos férteis (*Bauhinia bongardii* Steud, *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, *Centrolobium tomentosum* Guill, *Cytharexylum myrianthum* Cham., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong., *Genipa americana* L., *Lonchocarpus muehlbergianus* Hass., *Peltophorum dubium* (Speng.) Taub, *Poecilanthe parviflora* Benth, *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs. e *Tabebuia avellanadae* Lor)

apresentaram sobrevivência baixa ou nula; já o grupo das espécies nativas de matas ciliares sob domínio de cerrado, adaptadas a solos distróficos e álicos (*Anadenanthera falcata* (Benth.) Spég., *Calophyllum brasiliense* Camb., *Cedrella odorata* L. var. *xerogeiton* Rizz. & Her, *Prunus myrtifolia* (L.) Urb., *Solanum inaequale* Vell. e *Tapirira guianensis* Aubl.) apresentaram boa sobrevivência, destacando-se em crescimento e em cobertura. Os autores recomendam, para a recuperação da cobertura florestal às margens dos rios em regiões de domínio de cerrado, o plantio de espécies adaptadas às condições desfavoráveis de fertilidade do solo dessas regiões.

Furtini Neto et al. (1999), trabalhando com o crescimento de quatro espécies florestais (*Anadenanthera falcata*, *Cedrela fissilis*, *Senna multijuga* e *Stenolobium stans*), sob diferentes tratamentos (solo natural, adição de 12 mmol Ca.dm³, adição de 3 mmol Mg.dm³, elevação do pH com KOH e NH₄OH, calagem com fornecimento de Ca e Mg e adição de 15 mmol Al.dm³), observaram que, de maneira geral, o alumínio limitou sensivelmente o desenvolvimento de todas as espécies, enquanto a calagem favoreceu o crescimento em termos de altura, diâmetro e produção de biomassa. No tratamento com adição de alumínio, houve tendência de menor absorção de Ca, Mg, K e P, e foi inibida a eficiência de utilização destes nutrientes. Os tratamentos com o fornecimento de Ca e Mg apresentaram efeitos comparáveis ao tratamento com calagem. Pelo favorecimento de aquisição de nutrientes, puderam ser constatadas a maior produção de matéria seca total e a eficiência na utilização dos nutrientes.

Alguns estudos relatam o comportamento de espécies florestais em plantios de recomposição de áreas no entorno de reservatórios artificiais. No entanto, segundo Botelho & Davide (2002), esses ambientes devem ser analisados com cuidado, pois tratam-se de locais de ocorrência natural de outras formas de vegetação, não característicos das margens dos rios, mesmo quando

são de porte arbóreo. A área “ciliar” criada artificialmente pela elevação do leito do rio não apresenta as mesmas características edáficas e topográficas das margens naturais do rio. Normalmente, as diferenças relativas ao tipo de solo e as suas características químicas e físicas são bastante diversas. Apesar da heterogeneidade desses ambientes, estes também constituem locais aptos para a recomposição da vegetação ciliar.

3.1.2 Serapilheira em ecossistemas florestais ciliares

Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá por meio da produção de serapilheira, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo. Em zonas de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, chamados de zonas ripárias, existem alguns processos importantes, exclusivos de matas ciliares: o primeiro é a entrada de sedimentos a partir das áreas adjacentes, transportados pelas águas das chuvas ou de rio, sendo retidos pela faixa florestal que atua como filtro; o segundo trata da entrada de nutrientes também através do fluxo lateral do lençol freático, transportando nutrientes das partes mais elevadas para a faixa ciliar (Pagano & Durigan, 2001).

Os valores para o aporte total de serapilheira para as florestas tropicais no mundo variam de 5,6 a 10,6 t/ha.ano⁻¹. No Brasil, com a grande heterogeneidade das formações florestais, podem-se destacar os valores de aporte para as áreas reflorestadas que variam de 3,0 a 10,3 t/ha.ano⁻¹; as florestas fragmentadas, secundárias e ou em estágio de sucessão avançada, variando de 6,6 a 12,2 t/ha.ano⁻¹; as semidecíduas e decíduas de 5,9 a 25,0 t/ha.ano⁻¹; ombrófila mista, com 10,3 t/ha.ano⁻¹; as florestas ombrófilas alteradas de 4,9 a 9,5 t/ha.ano⁻¹ e as florestas ombrófilas densa Montana, de 2,9 a 6,6 t/ha.ano⁻¹ (Freire, 2006).

Considerando-se as diferentes porções da planta, as folhas contribuem predominantemente na formação da serapilheira. Cunha et al. (1993), em floresta estacional decidual, encontraram produção anual de serapilheira de 7,76 t/ha, com a fração de folhas representando 66% da produção total.

Apesar de sua reconhecida importância na ciclagem de nutrientes em distintos ecossistemas, ainda existem poucos trabalhos abordando esse tema. Vital et al. (2004), estudando a produção de serapilheira e a transferência total de macronutrientes em mata ciliar com vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual, observaram a transferência total de 217,76 kg/ha⁻¹ de N, 11,55 kg/ha⁻¹ de P, 52,79 kg/ha⁻¹ de K, 199,80 kg/ha⁻¹ de Ca e 38,70 kg/ha⁻¹ de Mg.

Com relação ao acúmulo de serapilheira, essa acumulação está relacionada ao teor de umidade e à fertilidade do solo que a suporta. Já quanto ao padrão de produção, esta tem apresentado dois padrões bem distintos: um, onde os maiores picos ocorrem no inverno, que é caracterizado pela ocorrência de dias mais curtos e baixa precipitação (floresta estacional semidecidual, mata ciliar, cerrado), enquanto o segundo tem como principal característica os maiores picos ocorrendo na época chuvosa e temperaturas mais elevadas (floresta atlântica) (Pagano & Durigan, 2001).

3.2 Modelos de plantio

A partir da década de 1980, houve a readaptação dos conceitos de restauração, com a valorização das espécies nativas em detrimento das espécies exóticas em plantios de recuperação, bem como a utilização de padrões espaciais na distribuição de espécies, seguindo os moldes da sucessão secundária.

Moreira (2002) relata que, 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 original, 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 diversas proporções entre as espécies empregadas, além de possuírem como fundamento o processo de regeneração natural por meio das clareiras ou sucessão secundária.

Caracterizada por fatores climáticos, bióticos e edáficos, a qualidade do sítio exerce grande influência na seleção dos modelos de plantio, na seleção de espécies adaptadas, nos métodos de preparo do solo e no custo da implantação. De modo geral, os fatores mais limitantes são qualidade do solo (tipo, características físicas, químicas e profundidade do solo) e declividade. Esses fatores determinam o potencial de crescimento das espécies e definem, por exemplo, os limites de inundações e encharcamento do solo. A análise desses fatores é fundamental para o planejamento do programa de recomposição (Botelho & Davide, 2002).

Dentre os diferentes modelos de recomposição, a regeneração natural e a regeneração artificial (semeadura direta e plantio de mudas) são os comumente empregados.

A regeneração natural deve ser utilizada em áreas que, preferencialmente, apresentem remanescentes próximos, que já possuam algumas espécies arbóreas e alta resiliência. Essa técnica tem baixos custos de implantação, quando comparada ao plantio em área total; no entanto, o processo de recuperação ocorre em longo prazo (Botelho, 2003).

A semeadura direta, técnica pouco empregada, é preferencialmente utilizada quando há disponibilidade de sementes viáveis e ou quando existe algum impedimento ao plantio das mudas, como em áreas acidentadas.

O plantio direto por sementes pode ser utilizado tanto para a introdução de espécies pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) em áreas sem cobertura

florestal, como para a introdução de espécies não pioneiras (secundárias tardias e climáticas), no enriquecimento de florestas secundárias (Kageyama & Gandara, 2001).

A regeneração por plantio de mudas é o método mais comum em reflorestamentos no Brasil. As principais vantagens do plantio de mudas são, principalmente, a garantia da densidade de plantio, pela alta sobrevivência e o espaçamento regular obtido, facilitando os tratamentos silviculturais (Botelho & Davide, 2002).

O modelo de plantio baseado na sucessão natural é empregado majoritariamente nos reflorestamentos; este procura “imitar” a trajetória que ocorreria naturalmente em florestas tropicais, inicialmente com o estabelecimento de espécies iniciais, que recobrem rapidamente o solo e criam um ambiente propício para o estabelecimento das espécies secundárias tardias e climáticas.

Com relação à adoção de espécies dos diferentes grupos ecológicos, em plantios de recomposição de matas ciliares, uma composição que tem dado bons resultados é o plantio de 50% de mudas pertencentes ao grupo das pioneiras; 40% de mudas clímax exigentes de luz e 10% de mudas de clímax tolerantes à sombra (Botelho & Davide, 2002). Já a Resolução SMA-8 recomenda, para reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas, o emprego de, no mínimo, 40% de espécies dos dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climáticas).

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

primeira cova de cada linha, sem afastamento em relação às outras (Botelho & Davide, 2002).

3.3 Cenário atual no monitoramento de áreas restauradas

Para Carpanezzi (2005), a ecologia da restauração é o campo científico que trata do que é chamado, na prática, de recuperação ambiental. A visão científica e o espírito das leis concebem a recuperação ambiental como a reaproximação, o quanto possível, das condições originais de flora, fauna, solo, clima e recursos hídricos que existiam originalmente no local.

A Sociedade Internacional de Restauração Ecológica (Society of Ecological Restoration – SER, 2004) define a restauração ecológica como o processo de recuperação de um ecossistema que tenha sido degradado, danificado ou destruído. Esses sugerem que um ecossistema restaurado deve possuir os seguintes atributos:

- a. diversidade e estrutura da comunidade vegetal similares, quando comparados aos locais de referência;
- b. presença de espécies nativas;
- c. presença de grupos funcionais necessários para a estabilidade a longo prazo;
- d. capacidade do ambiente físico em sustentar populações reprodutíveis;
- e. funcionamento normal;
- f. integração com a paisagem;
- g. eliminação de perigos (ameaças potenciais);
- h. resiliência a distúrbios naturais e
- i. auto-sustentabilidade.

A estimativa desses atributos requer estudos detalhados de longo prazo, mas a fase de monitoramento da maioria dos projetos de restauração raramente permanece por mais de cinco anos (Jaen & Aide, 2005). De acordo com os mesmos autores, a maioria dos estudos de restauração ecológica é conduzida em países da América do Norte, Europa e Austrália, não porque essas áreas sejam necessariamente mais degradadas, mas porque esses países possuem um sistema efetivo de aplicação das leis ambientais e recursos financeiros para conduzir esses projetos.

A expansão do número de trabalhos e de técnicas empregadas na recuperação de distintos ecossistemas criou a necessidade do estabelecimento de indicadores que possibilitassem avaliações periódicas dessas propostas de recuperação, verificando se os objetivos estabelecidos foram alcançados (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

O sucesso de um programa de revegetação pode ser avaliado segundo diferentes pontos de vista, feita mediante o uso de indicadores de desempenho. Para isso, devem ser recolhidos atributos 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. Idealmente, os indicadores de desempenho deveriam ser objetivos, facilmente mensuráveis, reproduzíveis e passíveis de serem obtidos a baixo custo. Uma das vantagens do uso de indicadores é que eles possibilitam fácil compreensão e interpretação dos dados por parte de diferentes categorias de interessados, como empresários, agentes públicos e comunidade em geral (Almeida & Sanchez, 2005).

Poggiani et al. (1998) afirmam que 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 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.

Lake (2001) identifica, no estabelecimento de metas para o monitoramento subsequente, três principais dificuldades que podem surgir:

- i. em situações de monitoramento da biota alvo, esta pode apresentar uma resposta tardia (Huxel & Hastings, 1999), como, por exemplo, as espécies colonizadoras que podem precisar de um período longo para se estabelecerem;
- ii. ao contrário do progresso do objetivo estabelecido, o sistema pode apresentar uma trajetória distinta, alternativa e estável, e a recuperação do sistema ao seu estado natural pode requerer práticas massivas de manejo;
- iii. o sistema em processo de restauração pode não possuir uma trajetória clara e atingir a estabilidade. Isso pode ocorrer em consequência de o sistema estar exposto a um distúrbio imprevisto e ou de ele ser um fragmento do estado original (o que, com grande perímetro, pode estar sendo influenciado pelos fatores circundantes – efeito de borda).

Ehrenfeld (2000), realizando revisão em cem artigos relacionados à restauração, descreve as vantagens e as limitações dos três principais temas que são atualmente usados para o estabelecimento dos objetivos da restauração: restauração de espécies, restauração total do ecossistema e restauração dos serviços do ecossistema. O autor ressalta que, em função da diversidade de condições que necessitam de metas para a restauração, estas devem ser mais

flexíveis, sendo aplicadas diferentemente a regiões e situações distintas de restauração.

3.4 Seleção de indicadores no processo de monitoramento de áreas restauradas

Na escolha dos indicadores que serão utilizados para avaliação da restauração de determinada área, é importante o conhecimento das características do ecossistema que refletem a sua sustentabilidade ou seu adequado funcionamento.

Todo ecossistema pode, teoricamente, ser decomposto em função e estrutura. A função refere-se aos grandes processos básicos de um ecossistema: ciclo de água, ciclo de nutrientes e fluxo de energia, cada um deles composto de uma infinidade de processos menores. A função pode ser avaliada por taxas de processos, como acúmulo de biomassa aérea ou subterrânea, dinâmica da serapilheira no piso da floresta, evapotranspiração e escoamento superficial da água. A estrutura do ecossistema refere-se aos seres vivos: quem são, como estão organizados, como se relacionam. Para facilitar o entendimento, a biodiversidade pode ser utilizada como sua medida (Carpanezzi, 2005).

Rodrigues & Gandolfi (1998) relatam que um conjunto muito promissor de indicadores de avaliação e monitoramento, tanto de áreas naturais como restauradas, tem sido usado como biodiversidade e equabilidade, fluxo e ciclagem de nutrientes no solo, presença e estrutura de grupos faunísticos, etc. Mas, certamente, outros indicadores ainda deverão ser incorporados, de acordo com requisitos previamente estabelecidos para a definição de bons indicadores, como diversidade alta dentro do grupo, inter-relações conhecidas com outros grupos, sensibilidade a ambientes com características distintas, ciclo curto de vida para avaliações mais eficientes, relações antrópicas indiretas, etc. Os indicadores para vegetação, usados na avaliação e monitoramento de formações

naturais, são, em sua maioria, referentes à comunidade, como a riqueza, a diversidade e a equabilidade vegetal, a fisionomia vegetal, as características estruturais dos estratos ou grupos ecológicos, etc.

A maioria dos trabalhos analisa a restauração por meio de parâmetros estruturais da comunidade vegetal, como riqueza de espécies, altura, diâmetro, densidade, diversidade, frequência e área basal, medidas facilmente obtidas em comparação com qualquer outro atributo ecológico. Os aspectos funcionais do ecossistema, como, por exemplo, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia, são examinados por meio de processos que ocorrem em escala temporal, o que a torna mais difícil de ser monitorada (Siqueira, 2002).

Barbosa et al. (2005) sugerem a avaliação da chuva de sementes de espécies arbustivo-arbóreas, do banco de sementes, da produção de serapilheira, das características ecológicas e genéticas das populações implantadas e do desempenho inicial de uma floresta heterogênea implantada, visando ao estabelecimento de parâmetros facilitadores da avaliação desta, como uma importante linha de investigação.

Jaen & Aide (2005) citam que, na prática, muitos estudos avaliam variáveis que podem ser categorizadas em três principais atributos do ecossistema. Esses atributos são: diversidade, estrutura da vegetação e processos ecológicos. A diversidade é comumente mensurada pela determinação da riqueza e abundância de organismos em diferentes níveis tróficos. A estrutura da vegetação é, geralmente, determinada pela medida da cobertura da vegetação (ervas, arbustos, árvores), da densidade de plantas lenhosas, da biomassa ou do perfil da vegetação e essas mensurações são úteis para prever a direção da sucessão de plantas. Processos ecológicos, tais como a ciclagem de nutrientes e as interações biológicas (micorrizas, herbivoria), são importantes porque fornecem informações sobre a resiliência de ecossistemas restaurados.

Em 1992, a Organização Internacional de Madeiras Tropicais (*International Tropical Timber Organisation – ITTO*) introduziu o conceito e a terminologia de critérios e indicadores (C & I). Em parceria com o ITTO, o Centro Internacional para Pesquisa Florestal (*Centre for International Forest Research – CIFOR*) tem conduzido diversos testes para comparar os distintos critérios e indicadores atualmente existentes.

A sigla C&I representa uma abreviação para a completa hierarquia de princípios, critérios, indicadores e verificadores. Os princípios referem-se ao estabelecimento de ideais, a uma função da floresta e formam o elo a que critérios, indicadores e verificadores estão submetidos. O critério é, geralmente, expresso pelo estado ou pela condição a que certo aspecto da floresta deve estar, ou um processo que é necessário no local. Indicadores são definidos como atributos específicos que podem ser acessados em relação ao critério e os verificadores expressam quais informações necessitam ser coletadas (Ritchie et al., 2000).

Aronson et al. (1993) definem como atributos vitais do ecossistema (*Vital Ecosystem Attributes – VEA*) características que estão correlacionadas e podem atuar como indicadores da estrutura e função do ecossistema. Eles devem auxiliar na formulação de predições e na modelagem de experimentos em ambos, restauração e reabilitação. São considerados VEA relativos à estrutura do ecossistema: riqueza de espécies perenes e anuais, cobertura total de plantas, fitomassa sobre o solo, diversidade β , diferentes formas de vida, espécies-chave, biomassa microbiana e diversidade da biota do solo. Já como atributos relativos à função do ecossistema estão: produtividade, matéria orgânica do solo, máximo valor de água disponível no solo, coeficiente de eficiência do uso da chuva, período de disponibilidade de água, eficiência no uso do N, eficiência de microsmbiontes e índices de ciclagem de nutrientes.

Com o objetivo de analisar a restauração sob uma visão holística, Aronson & Le Floch (1996) estabeleceram os atributos vitais da paisagem (*Vital landscape attributes* - VLA). Eles representam uma versão maximizada dos atributos vitais do ecossistema (VEA), trabalham com análise de vários ecossistemas e seus ecótonos e, por meio de dezesseis parâmetros (que variam desde o tipo de ecossistema e suas características como fluxo de energia, água, nutrientes até o nível de transformação antropogênica da paisagem) procuram avaliar os resultados da restauração de áreas, abrangendo os atributos de toda a paisagem, tanto de influência ambiental quanto de influência antrópica.

A análise da função dos ecossistemas (*Ecosystem Function Analysis* – EFA), proposta por Tongway e Hindley, teve início em 1996, no monitoramento de ecossistemas pelas indústrias de mineração na Austrália. É formada por três componentes:

- A análise da função da paisagem (*Landscape Function Analysis*-LFA), em que o local é avaliado a respeito do controle de recursos vitais, como água, matéria orgânica, nutrientes e propágulos.

Na realização desta análise, duas ações são executadas:

- estratificação da paisagem, na qual o conjunto de dados é coletado ao longo de transectos orientados morro abaixo, com a identificação e mensuração de zonas na paisagem dos recursos perdidos ou acumulados nessa;

- classificação das condições da superfície do solo: cada uma das zonas de paisagem identificadas no 1º passo é avaliada por 10 características de superfície no campo e categorizada em classes (3 a 10 classes). A técnica identifica as formas nas quais a paisagem conserva, regula, usa, recicla e redistribui recursos do ecossistema, tais como água, nutrientes, matéria orgânica e propágulos (sementes/frutos e esporos);

- dinâmica da vegetação na qual os índices de composição de espécies e o desenvolvimento estrutural refletem como as plantas vasculares se

desenvolvem no tempo. A hipótese é a de que a vegetação em ecossistemas nativos em reabilitação deve desenvolver a mistura de árvores e arbustos grandes e pequenos, pastagens e arbustos perenes e anuais para se tornarem auto-sustentáveis ao longo do tempo.

- Complexidade do hábitat, que é avaliada baseada em cinco características: cobertura do dossel, cobertura de arbustos, cobertura do solo, quantificação da serapilheira, tocos/galhos caídos e rochas e a disponibilidade de água livre. Cada característica recebe um valor (escala de 0 a 3) e os valores de cada atributo são somados para fornecer uma visão geral da complexidade do hábitat.

A metodologia do EFA faz uso de locais análogos próximos à paisagem em regiões não mineradas que funcionam como sistemas de referência com o qual o desempenho da reabilitação pode ser julgado. O procedimento tem um custo baixo, é rápido para ser realizado no campo, levando cerca de duas horas por local. A manipulação dos dados é realizada com o uso de um software padrão próprio (Kearns & Barnett, 1998).

Poggiani et al. (1998) definem como critério aquilo que serve de base para comparação, julgamento ou apreciação e, do ponto de vista ecológico-silvicultural, dentre os principais critérios usados no planejamento de um programa de monitoramento de plantações florestais, podem ser mencionados: 1- variações da fitomassa acumulada ao longo do tempo; 2- variações da fitomassa das plantações no espaço; 3- sustentabilidade da produtividade biológica; 4- os diversos detetores de estresse nas árvores; 5- estimativas do número de espécies de plantas ou animais existentes na área; 6- outros índices de biodiversidade; 7- impactos sobre as características do solo e 8- efeito da área florestada sobre a produção e a qualidade da água.

Os indicadores podem estar relacionados com aspectos climáticos, edáficos, ecológicos, fenológicos e fisiológicos, entre outros que, uma vez registrados e devidamente organizados ao longo do tempo, permitem estabelecer relações claras de causa e efeito entre a produção de fitomassa e os fatores físicos, químicos e bióticos do ambiente circundante (Poggiani et al., 1998).

Para Melo & Durigan (2007), o estudo da regeneração natural ocorrente sob o dossel dos reflorestamentos constitui importante parâmetro da evolução das comunidades em restauração. Pode indicar, por exemplo, a recuperação do substrato, a eliminação das ervas invasoras, a eficácia da cobertura formada pelas árvores plantadas na criação de hábitat favorável à colonização por novas espécies, a intensidade e a qualidade das inter-relações flora-fauna na área em restauração e a conectividade da paisagem.

Harris & Hobbs (2001) propuseram uma nova terminologia para o conceito de integridade do ecossistema: a “saúde do ecossistema”. Esta é composta por um conjunto de fatores, tais como o vigor (atividade, metabolismo ou produtividade primária), organização (diversidade e número de interações entre os componentes do sistema) e resiliência (capacidade do sistema em manter estrutura e função sob estresse). Por meio desse conceito podem ser obtidos indicadores gerais que forneçam informações confiáveis, relacionados a vários sistemas e que também possam ser aplicáveis em situações específicas. No entanto, na seleção desses atributos, é fundamental considerar o objetivo da restauração.

Gandolfi (2006) sugere os seguintes parâmetros de monitoramento e avaliação:

➤ social;

1. solo/substrato: integridade (presença ou não de processos erosivos), cobertura do solo (presença, ausência, tipo, porcentagem) e

serapilheira (presença, ausência, porcentagem), bem como a utilização de práticas conservacionistas.

2. Vegetação

- Quanto à composição: o número de espécies presentes após certo intervalo de tempo pré-estabelecido; presença dos grupos funcionais (pioneiras/climáticas), que servem para os vários modelos em intensidades diferentes, dependendo do modelo adotado; formas de vida (liana, epífitas, etc.) e presença de espécies exóticas.

- Quanto à estrutura: densidade de espécies e grupos funcionais, cobertura (presença/ausência de dossel, altura do dossel, porcentagem de cobertura do dossel), regeneração (presença/ausência, natural/exótica, densidade, dominância, homogeneidade da distribuição da regeneração).

- Quanto aos processos de dispersão: aparecimento de novas espécies em relação ao plantio ou ao monitoramento anterior (alóctones), banco de sementes e regeneração natural. A dispersão e o banco de sementes são avaliados indiretamente por meio da regeneração.

- Fauna: pode ser documentada (presença) durante o monitoramento, mas não deve ser atributo decisivo, uma vez que é de difícil análise.
- Entorno: presença de fragmentos da formação de interesse (em recuperação), a uma distância de até 100m. Este parâmetro serve para ajudar a interpretar os resultados provindos dos monitoramentos, uma vez que, dependendo do tipo de formação vegetal do fragmento, haverá maior ou menor estabelecimento de espécies que sejam aptas para a colonização do local em recuperação.

Quanto à periodicidade do monitoramento, Gandolfi (2006) sugere, com vistas à avaliação do sucesso do projeto de restauração, o monitoramento de reflorestamentos ciliares por dois anos, para fiscalização do órgão competente

(em casos de áreas autuadas), realizado em intervalos semestrais. Mas, considerando-se a recuperação no sentido da restauração estrutural e funcional, o autor sugere o monitoramento por quatro anos, em intervalos semestrais.

Pela interpretação dos conceitos de restauração verifica-se a preocupação com o retorno do ecossistema às condições próximas da condição original. Embora pareça relativamente simples, Heckman (1997) ressalta duas questões a serem consideradas, que estão no centro da restauração ecológica:

- Qual o padrão de referência a ser usado como a situação (condição) antes do distúrbio? Algumas aproximações podem ser escolhidas, o que é geralmente difícil em áreas sob extremo distúrbio (ex: paisagens urbanizadas).

- Quais comparações devem ser feitas entre áreas em recuperação e áreas de referência? A escolha de características do ecossistema pode apresentar mudanças nos resultados para comparação.

White & Walker (1997) citam que as duas formas mais comuns de informações de referência são dados históricos do local a ser restaurado e dados contemporâneos de locais de referência (locais escolhidos como análogos ao ecossistema a ser restaurado). Esses autores relatam, como principais funções das informações de referência: definir os objetivos da restauração, determinar o potencial de restauração dos sítios, avaliar o sucesso dos esforços para a restauração e também determinar as condições sob as quais ecossistemas restaurados podem ser considerados auto-sustentáveis e apresentar baixos custos no manejo. Os autores sugerem, como alternativa, o uso de múltiplas fontes de informações de locais e tempos que possuem similaridades e diferenças em relação ao sítio a ser restaurado. O valor de tais sítios é função de suas distâncias espaciais, históricas e ambientais em relação ao sítio a ser restaurado.

Tão importante quanto a escolha de indicadores é a confiabilidade destes na predição de seu comportamento em longo prazo, refletindo a evolução da restauração de determinado ecossistema.

Trajatórias de indicadores observados em diferentes minas na Austrália estão ilustradas na Figura 1. A curva “A” representa a trajetória apropriada, implicando que a reabilitação está em curso e é caracterizada por uma resposta inicial crescente, seguida por um aumento constante no tempo. Se a reabilitação do ecossistema está progredindo com sucesso, todos os índices em um determinado sítio deveriam ter trajetória similar (Tongway et al., 1998).

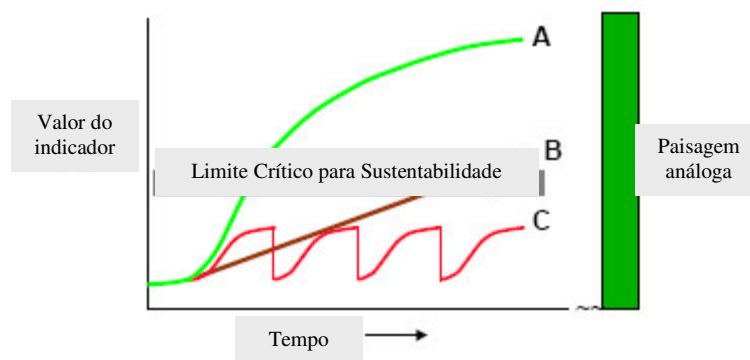


FIGURA 1 – Trajetória de indicadores. Fonte: Tongway & Hindley (2004), modificado).

A faixa de valores dos indicadores considerada limite para a sustentabilidade é apresentada na figura e, nessa região, o ecossistema é considerado sustentável, isto é, ele não precisa de maiores acúmulos de nutrientes, sementes, água e outros recursos para ser auto-sustentável. Enquanto um ecossistema permanece abaixo dessa faixa, ele é mais vulnerável a eventos climáticos, tais como tempestades ou eventos estocásticos, como fogos; quanto mais tempo o ecossistema permanece abaixo dessa faixa (curva “B”), mais arriscado é, para ele, alcançar a sustentabilidade; a curva “C” representa um ecossistema que é vulnerável a distúrbios freqüentes (fogo periódico, por

exemplo) e, devido a isso, não atinge a auto-sustentabilidade (Tongway et al., 1998).

3.7 Indicadores utilizados no monitoramento de áreas restauradas

Alguns trabalhos relacionados à avaliação de áreas restauradas são expostos a seguir.

O Projeto Pen Branch, desenvolvido para zonas ripárias degradadas na Carolina do Sul, consistiu da realização de vários estudos, em diferentes períodos e locais, com o objetivo de fornecer informações relativas ao impacto do distúrbio e os efeitos da restauração. Foram adotados as seguintes variáveis: fluxo/regime hídrico; sobrevivência de mudas e competição; dinâmica da comunidade de insetos aquáticos; técnicas de revegetação; ecologia de peixes; caracterização de macroinvertebrados; decomposição da matéria orgânica e mineralização de nutrientes e a distribuição de vertebrados terrestres. Todos os estudos compararam o sistema em restauração com sistemas que sofreram menos distúrbios (referência). Os indicadores avaliados mostraram-se promissores para o emprego no monitoramento periódico dessas regiões restauradas (Barton et al., 2000).

Siqueira (2002), analisando atributos que poderiam atuar como indicadores de áreas restauradas, tais como o banco de sementes, chuva de sementes e a regeneração natural em duas áreas sob diferentes idades (10 e 14 anos), observou, dentre as variáveis selecionadas, que o estrato de regeneração foi mais confiável para o monitoramento de áreas. Outros trabalhos (Sorreato, 2002; Freire, 2006) usam o banco, a chuva de sementes e a serapilheira como variáveis de monitoramento de ecossistemas.

Ferreira (2006), avaliando o estabelecimento de mata ciliar em área degradada aos 155 meses após o plantio, utilizou, como variáveis para

identificar o progresso da recuperação, o diâmetro e a altura (para indivíduos com $DAP \geq 5$ cm) e a análise de regeneração natural. O autor observou que a distribuição dos indivíduos arbóreos em classes de altura e diâmetro se assemelhou às encontradas em florestas nativas e, na regeneração natural, a existência de um fragmento adjacente à área em recuperação contribuiu para o fornecimento de propágulos e o incremento da diversidade local.

Também com o objetivo de avaliar a recuperação de áreas, vários atributos relativos à fauna já foram utilizados. Estes são considerados “indicadores” ou “bioindicadores ambientais”. Esses organismos vivos, planta ou animal, podem ser usados para indicar mudanças que afetam o equilíbrio de um ecossistema (Ré & Silva, 2002). Como exemplo, em função de sua elevada diversidade, pode-se citar o uso de insetos, como as formigas que participam de importantes processos ecológicos (Andersen & Sparling, 1997; Ré & Silva, 2002; Pereira et al., 2005) e borboletas (Moraes, 2000), a fauna edáfica (Oliveira & Castilho, 2000; Correia et al., 2005) e, mesmo, a macrofauna, atuando como importantes dispersores de sementes, colaborando para o progresso da restauração.

A comunidade de invertebrados da serapilheira foi quantificada e comparada, em plantios de diferentes idades (4, 5, e 6 anos), em florestas ripárias maduras, na Austrália, por Jansen (1997). Os resultados indicam que a fauna de invertebrados no plantio mais velho (6 anos) está se assemelhando à floresta madura em termos de diversidade de ordens e abundância e distribuição de classes de tamanho de invertebrados.

Damasceno & Gandara (2005), estudando a macrofauna edáfica em áreas restauradas sob diferentes idades (6, 11 e 16 anos), verificaram o aumento relativo da diversidade, e considerando os grandes grupos da macrofauna do solo (Formicidae, Oligochaeta e Coleoptera), independentemente da época do ano avaliada. Segundo os autores, esse aumento pode significar maior estruturação

da teia alimentar do solo, mostrando uma evolução da complexidade dessa comunidade.

Lomov et al. (2006), verificando o uso de mariposas e borboletas como indicadores de restauração do ecossistema, realizaram o levantamento destas em três áreas: área de pasto, áreas revegetadas e remanescentes florestais próximos. Para as mariposas, não foram observadas diferenças com relação à riqueza e à composição de espécies. Já para borboletas, houve aumento da riqueza de espécies nas áreas revegetadas com relação aos pastos. No entanto, na comparação com os remanescentes, a riqueza de espécies do plantio apresentou-se duas vezes menor.

Andersen & Sparling (1997) ressaltam que, em função da realização do censo para animais ser mais difícil do que para plantas, o uso de indicadores da fauna pode ser justificado somente se o seu desempenho for superior ao das plantas, ou se eles fornecerem informações que não podem ser fornecidas por elas.

Carneiro (2000), estudando as características bioquímicas do solo (biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico, carbono orgânico, nitrogênio total, urease, β -glicosidase, fosfatase ácida e hidrólise do diacetato de fluoresceína) como bioindicadores da funcionalidade do ecossistema, para áreas recém-mineradas sem reabilitação e áreas reabilitadas com diferentes idades (2 a 19 anos), verificou que a mineração afetou negativamente todas as variáveis estudadas. Para a biomassa microbiana (carbono e nitrogênio), o carbono e o nitrogênio orgânico, a β -glicosidase e a hidrólise do diacetato de fluoresceína, observou-se o aumento com a idade de reabilitação, indicando que o uso de características bioquímicas do solo pode inferir sobre o estágio de reabilitação de áreas degradadas.

Ludwig et al. (2003) avaliaram a eficiência de indicadores de vegetação (composição de árvores e variáveis dendrométricas), novos indicadores de

superfície da paisagem (integridade de depressões para o acúmulo de água e o índice de ciclagem de nutrientes) e o índice de complexidade de hábitat, em duas áreas de rejeito (rochas) oriundas da mineração de ouro na Austrália, sob diferentes idades (variando de 1 a 12 anos). Os autores verificaram que os valores de todos os índices foram acrescidos com o aumento da idade de reabilitação. No entanto, sugerem a utilização destas variáveis em outras minas com áreas mais antigas para confirmar a precisão delas no monitoramento de áreas reabilitadas pela mineração.

Clewell (1999), avaliando a restauração de uma área previamente minerada (extração de fosfato) após 11 anos do plantio, observou, pelos parâmetros mensurados (composição florística, presença de espécies não arbóreas, área basal e altura das árvores, presença de banco de sementes/plântulas, porcentagem de cobertura do dossel), quando comparados à área não minerada, indícios de restauração com a comunidade possuindo potencial para desenvolver-se sem assistência futura.

Parrota & Knowles (1999) avaliaram a resposta de diferentes modelos de restauração com idades de 9 a 13 anos (regeneração natural, plantio de espécies comerciais, semeadura direta com espécies nativas e plantio de espécies nativas) e comparados à floresta primária, em uma área de mineração de bauxita, em Trombetas, PA. Foram utilizados como parâmetros a estrutura e a composição florística (cobertura do solo, altura da copa, área basal, profundidade de serapilheira e húmus, densidade de espécies), bem como a riqueza de espécies, índices de diversidade e similaridade para os diferentes tratamentos. Os autores concluíram que todos os tratamentos (exceto o modelo de plantio de espécies comerciais) apresentaram alta probabilidade de sucesso na restauração a longo prazo, devido às suas diversidades estruturais e florísticas.

O sensoriamento remoto pode ser considerado uma ferramenta, junto com a avaliação da área para o monitoramento da condição da vegetação (Briggs &

Freudenberger, 2006). Porém, seu uso é restrito à análise estrutural do ecossistema (cobertura do dossel, por exemplo) e é útil para a interpretação de ecossistemas em escala regional. Vários trabalhos utilizando a técnica de geoprocessamento ressaltam que esta é bastante apropriada ao monitoramento de áreas degradadas, principalmente no que se refere à rápida atualização de áreas e à espacialização dos agentes estressores envolvidos no processo de degradação; o emprego de imagens de satélite apresenta vantagens em relação às fotografias aéreas, pela periodicidade – permitindo monitoramento constante – e pelo custo (Rosot & Rosot, 2000).

3.8 Análise discriminante

O campo biológico apresenta uma infinidade de situações, nas quais o interesse é o estudo de um número p de características ou variáveis. Na maioria dos casos, tem-se o interesse no comportamento simultâneo de todas as variáveis e não no estudo isolado de cada uma delas (Regazzi, 2006).

Considerando-se que, no estabelecimento de indicadores da restauração, é mensurado um grande número de variáveis (priorizando os processos estruturais e funcionais da floresta) cujas análises não podem ser realizadas individualmente, a Estatística Multivariada pode ser usada como ferramenta na interpretação e na seleção de variáveis a serem adotadas no monitoramento. De posse de um grande número de atributos, pode-se reduzi-los aos mais representativos do processo de restauração de ecossistemas.

A análise discriminante é uma técnica da estatística multivariada utilizada para discriminar e classificar objetos. Ela foi inicialmente abordada por Fisher (1936) e consiste em obter funções matemáticas capazes de classificar um indivíduo \mathbf{X} (uma observação multivariada \mathbf{X}) em uma de várias populações π_i ($i= 1, 2, \dots, g$), com base em medidas de um número p de características,

buscando minimizar a probabilidade de classificação incorreta, isto é, minimizar a probabilidade de classificar erroneamente um indivíduo em uma população π_i , quando realmente pertence a população π_j ($i \neq j$) $i, j = 1, 2, \dots, g$ (Varella, 2008).

Para sua aplicação, é necessário que os grupos nos quais cada elemento amostral pode ser classificado sejam predefinidos, ou seja, conhecido a priori, considerando-se suas características gerais. Este conhecimento permite a elaboração de uma função matemática chamada regra de classificação ou discriminação, que é utilizada para classificar novos elementos amostrais nos grupos já existentes (Mingoti, 2007; Ferreira, 2008).

No caso da classificação de uma observação em uma de duas populações, foi sugerida, por Fisher (1936), a utilização de uma função linear do vetor aleatório $\mathbf{X}^T = [X_1, \dots, X_p]$ que produz a separação máxima entre as duas populações e é estabelecida pela seguinte expressão:

$$D(\mathbf{X}) = \mathbf{X}^T \boldsymbol{\ell} = [\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2]^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{X}$$

a qual é denominada Função Discriminante Linear de Fisher (FDLF),

sendo $\boldsymbol{\ell}^T \mathbf{X} = [\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2]^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1}$

$$\text{Seja } D(\mathbf{X}_0) = \boldsymbol{\ell}^T \mathbf{X}_0 = [\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2]^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{X}_0$$

o valor da função discriminante para uma nova observação \mathbf{X}_0 e seja

$$m = \frac{1}{2} [\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2]^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} [\boldsymbol{\mu}_1 + \boldsymbol{\mu}_2] = \frac{1}{2} [\boldsymbol{\ell}^T \boldsymbol{\mu}_1 + \boldsymbol{\ell}^T \boldsymbol{\mu}_2]$$

$$m = \frac{1}{2} [D(\boldsymbol{\mu}_1) + D(\boldsymbol{\mu}_2)]$$

o ponto médio entre as duas médias populacionais univariadas $D(\boldsymbol{\mu}_1)$ e $D(\boldsymbol{\mu}_2)$.

A regra de classificação é:

$$\text{Alocar } \mathbf{X}_0 \text{ em } \pi_1 \text{ se } D(\mathbf{X}_0) = [\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2]^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{X}_0 \geq m$$

$$\text{Alocar } \mathbf{X}_0 \text{ em } \pi_2 \text{ se } D(\mathbf{X}_0) = [\boldsymbol{\mu}_1 - \boldsymbol{\mu}_2]^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{X}_0 < m$$

Na prática, não se conhecem os verdadeiros valores dos vetores de médias ($\boldsymbol{\mu}_1$ e $\boldsymbol{\mu}_2$) e as matrizes de covariâncias ($\boldsymbol{\Sigma}_1$ e $\boldsymbol{\Sigma}_2$). O caminho usual, neste caso, é supor a normalidade da população e estimar os parâmetros $\boldsymbol{\mu}_1$ e $\boldsymbol{\Sigma}$. Os processos de obtenção de regras de discriminação continuam os mesmos descritos anteriormente, utilizando-se as estimativas em vez dos parâmetros (Regazzi, 2006).

A qualidade da discriminação dependerá do grau de intersecção entre as duas distribuições de probabilidades. Se a variável discriminante é tal que as duas distribuições são bem separadas no espaço (Figura 1a), o número de classificações incorretas é zero. Para uma pequena intersecção (Figura 1b), haverá um pequeno número de erros de classificação. Por outro lado, se a área de intersecção entre as curvas é muito acentuada (Figuras 1c e 1d), o número de erros tenderá a aumentar, chegando a valores que impossibilitem o uso da função discriminante como regra de classificação (Mingoti, 2007).

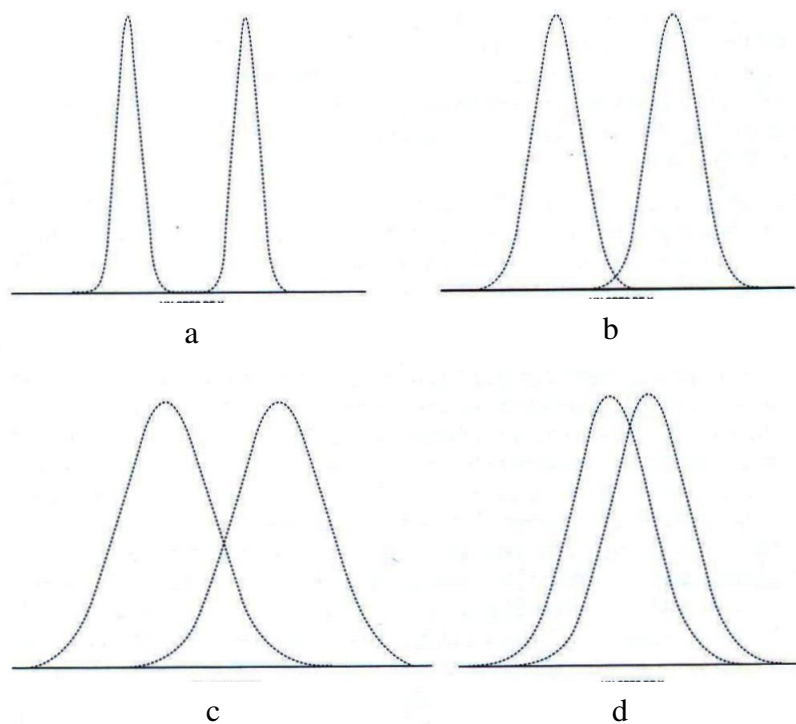


FIGURA 2 - Classificação de duas populações normais com mesma variabilidade e uma variável discriminante. Fonte: Mingoti (2007).

Considerando-se fatores como a infinidade de termos empregados relativos ao processo de recuperação de áreas, a impossibilidade do retorno destes ecossistemas às condições previamente existentes no processo de recuperação, a constante influência de danos e a dinâmica das formações florestais, o termo “restauração” será empregado no presente estudo.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.O.P.O.; SÁNCHEZ, 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, 2005.

ANDERSEN, A.N.; SPARLING, G.P. Ants as indicators of restoration success: relationship with soil microbial biomass in the Australian seasonal tropics. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p.109-114, 1997.

ARONSON, J.; FLORET, C.; OVALLE, C.; PONTAINER, R. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid lands: I. a view from the south. **Restoration Ecology**, v.1, p.8-17, 1993.

ARONSON, J.; LE FLOC'H, E. Vital landscape attributes: missing tools for restoration ecology. **Restoration Ecology**, v.4, p.377-387, 1996.

BARBOSA, L.M.; BARBOSA, K.C.; NEUENHAUS, E.C.M.; BARBOSA, J.M.; POTOMATI, A. Estabelecimento de parâmetros de avaliação e monitoramento para reflorestamentos induzidos visando o licenciamento ambiental. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, 2005. CD-ROM.

BARTON, C.; NELSON, E.A.; KOLKA, R.K.; McLEOD, K.W.; CONNER, W.H.; LAKLY, M.; MARTIN, D.; WIGGINTON, J.; TRETTIN, C.C.; WISNIEWSKI, J. Restoration of a severely impacted riparian wetland system: the pen branch project. **Ecological Engineering**, v.15, p.3-15, 2000.

BERTANI, D.F.; RODRIGUES, R.R.; BATISTA, J.L.F.; SHEPHERD, G.J. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural em uma floresta ribeirinha. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.1, p.11-23, 2001.

BOTELHO, S.A. **Princípios e métodos silviculturais**. Lavras: UFLA, 2003. 145p. Apostila.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 2002, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. CD-ROM.

BOTREL, R.T.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; RODRIGUES, L.A.; CURI, N. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.25, n.2, p.195-213, 2002.

BRIGGS, S.V.; FREUDENBERGER, D. Assessment and monitoring of vegetation condition: moving forward. **Ecological Management & Restoration**, v.7, n.1, p.74-76, 2006.

CARNEIRO, M.A.C. **Características bioquímicas do solo em duas cronossequências de reabilitação em áreas de mineração de bauxita**. 2000. 165p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARPANEZZI, A.A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A.P.M.; SILVA, V.P. da (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p.27-45, 139p.

CLEWELL, A.F. Restoration of riverine forest at Hall Branch on phosphate-mined land, Florida. **Restoration Ecology**, v.7, n.1, p.1-14, 1999.

CORREIA, M.E.F.; REIS, L.L.; CAMPELLO, E.F.C.; RODRIGUES, K.M.; DIAS, L.E.; FRANCO, A.A. Fauna edáfica como indicadora da recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita, em Porto Trombetas (PA). In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, 2005. CD-ROM.

CUNHA, L.O.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA, A.D.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataracá, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.4, p.503-515, 2003.

DAMASCENO, A.C.F.; GANDARA, F.B. Macrofauna edáfica em áreas restauradas com diferentes idades no Pontal do Paranapanema – SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, 2005. CD-ROM.

DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999. p.172-188.

DUARTE, R.M.R.; CASAGRANDE, J.C. A interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: _____. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo com ênfase em matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p.52-63, 129p.

DURIGAN, G.; RODRIGUES, R.R.; SCHIAVINI, I. A heterogeneidade ambiental definindo a metodologia de amostragem da floresta ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.159-168.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E.R. Recomposição de mata ciliar em domínio cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.56, p.135-144, dez. 1999.

EHRENFELD, J.G. Defining the limits of restoration: the need for realistic goals. **Restoration Ecology**, v.8, n.1, p.2-9, 2000.

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; FONSECA, F.C.; VALE, F.R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.

FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: UFLA, 2008. 672p.

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

FISHER, R.A. The use of multiple measurement in taxonomic problems. **Annals of Eugenics**, n.7, p.179-188, 1936.

FREIRE, M. **Chuva de sementes, banco de sementes do solo e deposição de serrapilheira como bioindicadores ambientais**. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; VALE, F.R.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L.A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas

espécies arbóreas, na fase de muda. **Revista Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.1-12, 1999.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamentos com espécies nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 423p.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GANDOLFI, S. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM MATAS CILIARES, 2006, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. CD-ROM.

GONÇALVES, J.L.M. **Propriedades físico-químicas dos solos vs. exigências nutricionais de espécies florestais de rápido crescimento**. Piracicaba: IPEF, 1988. 16p. (Circular técnica, 154).

GONÇALVES, J.L.M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, n.15, p.1-23, 1995.

GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979. 193p.

HARRIS, J.A.; HOBBS, R.J. Clinical practice for ecosystem health: the role of ecological restoration. **Ecosystem Health**, v.7, n.4, p.195-202, 2001.

HECKMAN, J.R. **Restoration of degraded land**: a comparison of structural and functional measurements of recovery. 1997. 139f. Thesis (PhD. in Biology)-University of Virginia, Virginia.

HUXEL, G.R.; HASTINGS, A. Habitat loss, fragmentation and restoration. **Restoration Ecology**, v.7, p.309-315, 1999.

JAEN, M.C.R.; AIDE, T.M. Restoration success: how is it being measured? **Restoration Ecology**, v.13, n.3, p.569-577, 2005.

JANSEN, A. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rainforest restoration project. **Restoration Ecology**, v.5, n.2, p.115-124, 1997.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.249-270.

KEARNS, A.; BARNETT, G. Use of ecosystem function analysis in the mining industry. In: PROCEEDINGS OF WORKSHOP ON INDICATORS OF ECOSYSTEM REHABILITATION SUCCESS, 1998, Melbourne. **Proceedings...** Melbourne, 1998. p.31-46.

LAKE, P.S. On the maturing of restoration: linking ecological research and restoration. **Ecological Management & Restoration**, v.2, n.2, p.110-115, 2001.

LIMA, H.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas em resposta à adubação com NPK a campo**. 1995. 63f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LOMOV, B.; KEITH, D.A.; BRITTON, D.R.; HOCHULI, D.F. Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring?: a pilot study in Sydney's Cumberland plain woodland. **Ecological Management & Restoration**, v.7, n.3, p.204-210, 2006.

LOURES, L.; CARVALHO, D.A.; MACHADO, E.L.M.; MARQUES, J.J.G.S.M. Florística, estrutura e características do solo de um fragmento de floresta paludosa no sudeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.21, n.4, p.885-890, 2007.

LUDWIG, J.A.; HINDLEY, N.; BARNETT, G. Indicators for monitoring minesite rehabilitation: trends on waste-rock dumps, northern Australia. **Ecological Indicators**, v.3, n.3, p.143-153, 2003.

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, 2007.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 297p.

MORAES, F.T. Borboletas como indicadores de sucesso de reabilitação de áreas degradadas por mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau, SC. **Anais...** Blumenau: SOBRADE, 2000. CD-ROM.

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

OLIVEIRA, E.P.; CASTILHO, A.F. Quatro anos de monitoramento em reflorestamentos com árvores nativas na mineração Rio do Norte – Pará. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau, SC. **Anais...** Blumenau: SOBRADE, 2000. CD-ROM.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D.A. Comparison of the Woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in Southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v.51, n.4, p.524-558, 1994.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.109-124.

PARROTA, J.A.; KNOWLES, O.H. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mine lands in the brasilian Amazon. **Restoration Ecology**, v.7, n.2, p.103-116, 1999.

PEREIRA, M.P.S.; QUEIROZ, J.M.; VARCACEL, R.; NUNES, A.J.M. Fauna de formigas no biomonitoramento de ambientes de área de empréstimo em reabilitação na Ilha da Madeira, RJ. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, 2005. CD-ROM.

POGGIANI, F.; STAPE, J.L.; GONÇALVES, J.L.M. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, v.12, n.31, p.33-44, 1998.

RÉ, T.M.; SILVA, C.S. da. O uso de formigas no biomonitoramento ambiental: uma proposta metodológica para a avaliação qualitativa de dunas litorâneas

reabilitadas. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 2002, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. CD-ROM.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 195p. Apostila.

RITCHIE, B.; McDOUGALL, C.; HAGGITH, M.; OLIVEIRA, N.B. de. **Criteria and indicators of sustainability in community managed forest landscapes: an introductory guide**. Bogor: CIFOR, 2000. 113p.

RODRIGUES, L.A.; CARVALHO, D.A.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; CURTI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminárias, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.31, n.1, p.25-35, 2007.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.; MELLO, J. (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV/SOBRADE, 1998. p.203-215.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.235-248.

RODRIGUES, R.R.; NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.45-72.

RODRIGUES, R.R.; SHEPHERD, G.J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.101-108.

ROSOT, N.C.; ROSOT, M.A.D. A utilização de técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas degradadas: estudo de caso de um manguezal. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau, SC. **Anais...** Blumenau: SOBRADE, 2000. CD-ROM.

SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R. Eficiência nutricional para potássio em espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.257-264, maio/ago. 1996.

SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. do; FERREIRA, M.M.; MOREIRA, F.M.S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de matas ciliares**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 23p.

SIQUEIRA, L.P. de. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116p. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SOCIETY OF ECOLOGICAL RESTORATION. **The SER international primer on ecological restoration**. 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

SORREANO, M.C.M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas com diferentes idades**. 2002. 144p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SORREANO, M.C.M.; RODRIGUES, R.R.; MALAVOLTA, E. Crescimento inicial de espécies florestais utilizadas em recuperação de áreas degradadas em resposta à omissão de macro e micronutrientes. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, 2005. CD-ROM.

SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MAGALHÃES FILHO, S.; LIMA, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.6, n.3, p.243-249, 2006.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v.191, p.185-200, 2004.

TONGWAY, D.; BARNETT, G.; KEARNS, A.; HINDLEY, N. Developing success indicators for minesite rehabilitation. **The Australian Coal Review**, Sidney, v.5, p.56-59, 1998.

TONGWAY, D.J.; HINDLEY, N.L. **Landscape function analysis**: procedures for monitoring and assessing landscapes. Sidney: CSIRO Sustainable Ecosystems, 2004. 80p.

VARELLA, C.A.A. **Análise multivariada aplicada às ciências agrárias**: análise discriminante. Disponível em:
<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/FTP>>. Acesso em: 19 jun. 2008.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

WHITE, P.S.; WALKER, J.L. Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology. **Restoration Ecology**, v.5, n.4, p.338-349, 1997.

CAPÍTULO 2

RESUMO

REIS, Daniele Nogueira dos Reis. Análise florística e estrutural de reflorestamentos ciliares em restauração no entorno do reservatório da usina hidrelétrica de Volta Grande, MG/SP. In: _____ **Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares**. 2008. Cap. 2, p. 44-144. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

As matas ciliares, consideradas formações complexas sob vários aspectos (vegetacional, edáfico, climático), apesar de sua reconhecida importância ambiental, continuam sob influência antrópica, o que demanda o emprego de práticas visando à sua restauração. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a evolução estrutural de plantios de restauração de matas ciliares no entorno do Reservatório da UHE Volta Grande, na região do Baixo Rio Grande. Foram estudadas quinze áreas reflorestadas, com idades variando de 1 a 15 anos, pelo estabelecimento de transecções com 10m de comprimento e largura variável com a largura da faixa ciliar (13,5 a 98,6m), no sentido margem-borda da floresta. Na avaliação do estrato arbóreo (indivíduos com $CAP \geq 15$ cm), foram estudados os seguintes atributos: altura, área basal, densidade, área de copa, riqueza, falhas (%), bem como a realização da análise fitossociológica: densidade, frequência e dominância (absolutas), valor de cobertura, e a diversidade, pelo índice de Shannon. Para o estrato regenerante (indivíduos com altura > 10 cm e $CAP \leq 15$ cm), densidade, riqueza, diversidade (Shannon) e similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante (Jaccard) e os valores absolutos de densidade, frequência e dominância também foram calculados. Para estudar a distribuição das espécies regenerantes em função das variáveis ambientais (fertilidade e textura dos solos), foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA). Foram encontradas 114 espécies nos plantios, sendo as famílias de maior riqueza Leguminosae, Bignoniaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Bombacaceae, Meliaceae e Myrtaceae. Do total de espécies, 18,5% são pioneiras (P), 61,5% são clímax exigentes de luz (CL) e 20,0%, clímax tolerantes à sombra (CS). Os reflorestamentos apresentam evolução estrutural com o aumento da idade do plantio. No estrato regenerante foram

¹ Comitê orientador: Antonio Claudio Davide, UFLA (orientador); Daniel Furtado Ferreira, UFLA; Marco Aurélio Leite Fontes, UFLA (co-orientadores).

encontradas 80 espécies, das quais 62 (80,0%) são comuns às espécies plantadas. Foi verificada a ocorrência da regeneração para os plantios com idades superiores a 4 anos. Houve, em geral, baixa similaridade entre o estrato arbóreo e a regeneração natural, em parte justificada pela ausência de remanescentes próximos e a presença de gramíneas invasoras, que representam um obstáculo ao estabelecimento deste estrato. Na análise da correlação canônica (CCA) entre os indivíduos regenerantes e as variáveis ambientais, observa-se a ocorrência das espécies em habitats específicos, distribuindo-se entre as variáveis texturais argila e areia, bem como entre as variáveis químicas alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC).

Palavras-chave: ecossistema ciliar, fitossociologia, análise multivariada.

ABSTRACT*

REIS, Daniele Nogueira dos Reis. Floristic and structure of reforested riparian ecosystems in restoration at reservoir of Hidroeletric Volta Grande - MG/SP. In: _____ **Development of an index to evaluate the recovery of riparian ecosystems.** 2008. Chap. 2, p. 44-144. Dissertation (Master's Degree in Forest Engineering)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The riparian ecosystems considered complex formations in many aspects (vegetation, climate and soil), despite its recognised environmental importance, still continue under antropic influence, which demand employment of practices aimed at restoring this ecosystems. This study aimed to assess the structural development of reforested riparian areas bordering the Volta Grande reservoir in the Baixo Rio Grande. Fifteen reforested areas ranging from 1 to 15 years were studied by the establishment of transects 10 m in length and width variable with the width of the reforested area (13,5 to 98,6m), from margin to edge of the area. In the assessment of wooded stratum (individuals with $CAP \geq 15$ cm) were studied the following attributes: height, basal area, density, crown area, number of species, failures(%) and for fitossociology: density, frequency and dominance (absolute values), value coverage (%), and diversity by Shannon's index. For the regenerating stratum (individuals > 10 cm in height and $CAP \leq 15$ cm), density, richness, diversity and similarity between the wooded and regenerating stratum by Jaccard index was calculate and also the absolute values of density, frequency and dominance was calculated. To study the correlation of distribution of regenerating species with environmental variables (fertility and soil texture), the canonical correspondence analysis (CCA) was made. Were found 114 species in the wooded stratum and the most important families were Leguminosae, Bignoniaceae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Bombacaceae, Meliaceae and Mimosaceae. From 114 species, 18,5% were pioneers (P), 61,5% species climax demanding light (CL) and 20% were species climax tolerant to shadow (CS). The reforested riparian areas showed structural development, with increasing age of planting. In the regenerating stratum were found 80 species, of which 62 (80,0%) are common to planted species. Was verified the occurrence of regeneration in reforested areas with age equal and larger than 4 years. There were generally low similarity between the wooded and regenerated stratum, in part justified by the absence of remnants and the presence of invasive grasses,

* Advisor committee: Antonio Claudio Davide, UFLA (advisor); Daniel Furtado Ferreira, UFLA; Marco Aurelio Leite Fontes (co-advisors).

which represent an obstacle to the establishment of this layer. In the canonical correspondence analysis (CCA) between individuals regenerated and the environmental variables, were verified the occurrence of species in specific habitats, distributing mainly between textural variables, clay and sand, and between the chemical variables alumínio (Al), acidity potential (H + Al), sum of basis (SB.) and capacity of exchange of cations (CTC).

Keywords: riparian ecosystem, fitossociology, multivariate analysis.

1 INTRODUÇÃO

As formações florestais localizadas às margens dos reservatórios, rios, lagos, nascentes e demais cursos d'água são chamadas, genericamente, de mata ciliar. A importância da existência dessas florestas fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais (Durigan & Silveira, 1999).

Na bacia do Rio Grande, que se estende do Triângulo Mineiro ao sul de Minas, as florestas ripárias quase desapareceram, em virtude de derrubadas sem controle ocorridas no passado, cujo objetivo era principalmente ceder espaço ao avanço da fronteira agrícola. Muitos remanescentes florestais também foram perdidos para os inúmeros reservatórios hidrelétricos que vêm sendo construídos ao longo do rio Grande, desde a década de 1950 (Vilela et al., 1999). A devastação dessas florestas tem contribuído notavelmente para o assoreamento, o aumento da turbidez, o desequilíbrio do regime de cheias, a perda da perenidade e a erosão das margens de vários rios, além de comprometer a diversidade da fauna silvestre (Oliveira-Filho et al., 1994b).

A recuperação de ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga, podendo-se encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões. No entanto, até recentemente, ela se caracterizava como uma atividade sem vínculos estreitos com concepções teóricas, sendo executada, normalmente, como uma prática de plantio de mudas, com objetivos muito específicos, como controle da erosão, estabilização de taludes, melhora visual, etc. (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

Com o atual conceito da ecologia da restauração, percebe-se a mudança na orientação desses programas pelo reconhecimento das distintas trajetórias que um ecossistema pode seguir e, mesmo, incorporar outras possibilidades nas ações de restauração, principalmente àquelas relacionadas com a resiliência

ecológica dessas áreas, com a possibilidade da chegada de propágulos da vizinhança, a presença de regenerantes naturais, etc. e com o resgate da diversidade regional para garantir a sustentabilidade da comunidade restaurada (Attanasio et al., 2006).

No entanto, em poucos projetos observa-se a preocupação com o monitoramento pós-plantio dos reflorestamentos. A importância deste está relacionada a possíveis retomadas de decisões, sejam para corrigir e ou complementar as técnicas inicialmente empregadas, visando garantir o progresso da restauração.

Monitoramentos e avaliações dos ecossistemas florestais em processo de restauração são essenciais para a melhoria das novas técnicas de restauração, especialmente em ecossistemas tropicais e subtropicais nos quais a alta diversidade e a complexidade de interações entre organismos fazem da restauração um desafio (Souza & Batista, 2004).

A avaliação de plantios por mensuração de suas variáveis estruturais, análise da regeneração natural, presença de remanescentes, dentre outras características, pode ser considerada importante atributo para o subsequente monitoramento no processo de restauração de ecossistemas, fornecendo informações acerca da evolução dos plantios, em termos de sucessão. Já a densidade e a diversidade da regeneração podem indicar o retorno dos processos de dispersão na floresta, a qualidade do banco de sementes do solo e o papel de fragmentos florestais próximos no fornecimento de propágulos ao reflorestamento em restauração.

No presente trabalho, o objetivo foi avaliar o desenvolvimento da estrutura de comunidades arbóreas e da regeneração natural de reflorestamentos ciliares em diferentes idades de restauração.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização dos reflorestamentos ciliares

As áreas avaliadas localizam-se nos municípios de Água Comprida (20°3'19,32''S e 48°6'33,69''W), Miguelópolis (20°10'39,66''S e 48°2'0,45''W) e Igarapava (20°2'17,69''S e 47°44'52,49''W) e representam reflorestamentos ciliares que margeiam o Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Volta Grande (região do Baixo Rio Grande), iniciados a partir de convênio estabelecido entre a CEMIG e os proprietários rurais para o reflorestamento das áreas abrangidas pelo reservatório (Figuras 2 e 3).

A área da Usina Hidrelétrica de Volta Grande apresenta altitude média de 510 metros. O solo predominante é do tipo latossolo roxo eutrófico (Souza, 2002). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com temperatura média anual entre 22°C e 24°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 - CPTEC, 2006). As formações florestais naturais são caracterizadas, segundo Veloso, citado por Vilela et al. (1999), como Floresta Estacional Semidecidual Submontana (FS) nas partes mais altas e bem drenadas e como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial (FA), nas partes mais baixas, adjacentes aos cursos d'água e periodicamente inundáveis.

Grande parte das áreas reflorestadas foi utilizada anteriormente para plantio de cana-de-açúcar desde 1983 e, atualmente, as áreas adjacentes ainda são utilizadas para este fim (Souza, 2002). Em outras áreas, a matriz anterior aos reflorestamentos era constituída de pastagens.

2.2 Seleção das áreas

Para a seleção das áreas, foram empregadas técnicas de amostragem estratificada, buscando-se, dentro de cada idade e de acordo com o número de experimentos instalados, a representatividade dos plantios. Assim, os plantios selecionados para avaliação foram amostrados, com o objetivo de englobar todas as faixas de idade de plantio e os diferentes níveis de sucesso, com base em informações da Cemig.

De 87 áreas ciliares reflorestadas (488,50 ha) pela Cemig, no período de 1992 a 2007, foram pré-selecionadas 31, totalizando 284,5 ha. O critério estabelecido para esta seleção foi a avaliação de um número intermediário de áreas que abrangessem os diferentes tamanhos de áreas existentes dentro de cada idade considerada. Em discussão com técnicos da Cemig, houve nova adequação, com a seleção de 15 reflorestamentos com idades variando de 1 a 15 anos e área total amostrada de 49,12 ha.

Os reflorestamentos estão situados às margens do reservatório de Volta Grande, com exceção dos reflorestamentos ciliares no município de Igarapava (Grupo Cosan), que estão localizados em tributários do rio Grande.

Para cada área foram lançadas parcelas sistemáticas com a intensidade amostral variando de acordo com o tamanho das áreas reflorestadas, conforme Tabela 1.

A caracterização geral dos reflorestamentos ciliares e as fotos das áreas encontram-se na Tabela 2 e na Figura 4, respectivamente.

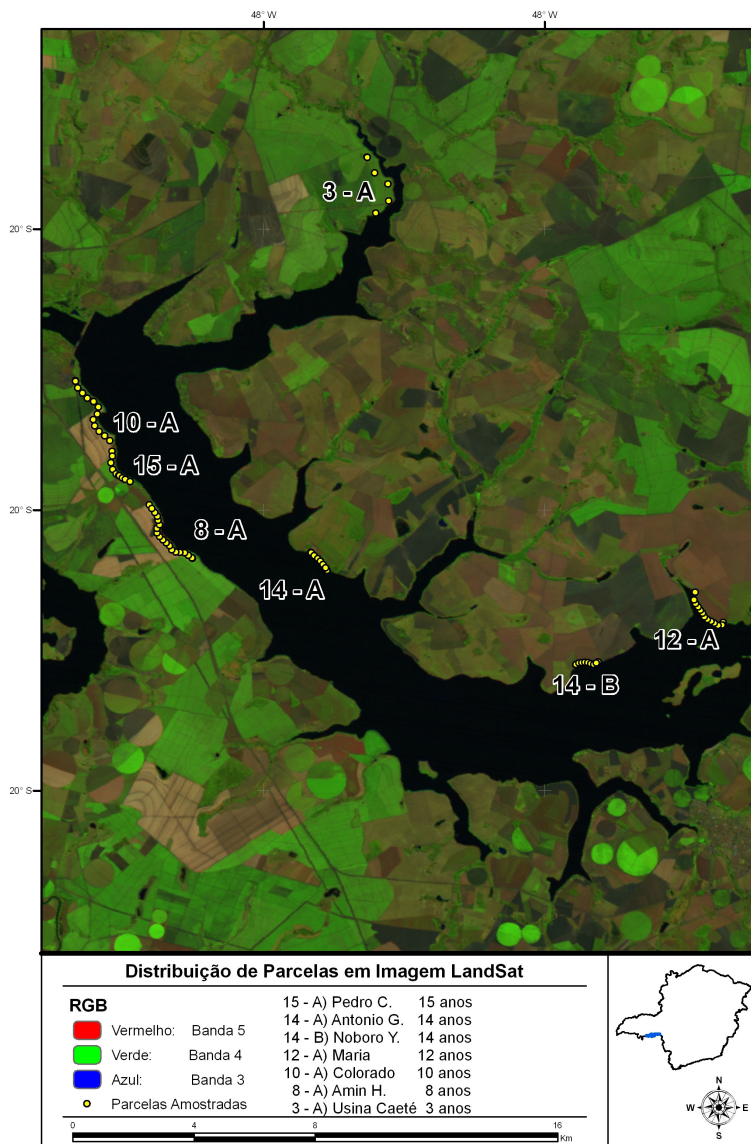


FIGURA 3 - Localização dos reflorestamentos ciliares nas margens do reservatório de Volta Grande, nos municípios de Água Comprida e Miguelópolis.



FIGURA 4 - Localização dos reflorestamentos ciliares, em tributários do rio Grande, no município de Igarapava.

TABELA 1 - Determinação da intensidade amostral, em função das áreas reflorestadas.

Classe de tamanho (ha)	% amostrada
0,5-2	10
2-4	8
4-6	8
6-8	7
8-10	5
10-12	4
12-14	4
14-16	3
16-18	2
>18	1

TABELA 2 - Caracterização geral dos reflorestamentos ciliares avaliados.

Proprietário/Legenda	Idade	Área amostrada (ha)	Parcela (número e dimensões)	Espaçamento no plantio	Uso prévio	Área adjacente
Pedro Clemente/15A	15	1,30	4 (10×19,0m)	2×2	Pastagem	Pastagem
Antônio Guido/14A	14	2,30	8(10×18,5)	3×1,5	Pastagem	Pastagem
Noboro Yamachita/14B	14	2,40	6(10×23,6)	3×1,5	Culturas	Plantio (seringueira)
Grupo Cosan/13A	13	9,15	5(10×98,6)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Maria Cristina/12A	12	4,20	11(10×20,7)	3×2	Patagem	Pastagem
Usina Colorado/10A	10	11,70	17(10×15,6)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Amin Horden/8A	8	7,50	17(10×16,5)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/8B	8	2,50	2(10×93,0)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/7A	7	0,85	6(10×13,5)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/6A	6	0,54	3(10×20,4)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/5A	5	0,84	3(10×25,2)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/4A	4	0,60	3(10×27,6)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Usina Caeté/3A	3	3,08	5(10×70,7)	3×3	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/2A	2	1,60	6(10×23,0)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar
Grupo Cosan/1A	1	0,56	3(10×23,0)	3×2	Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar

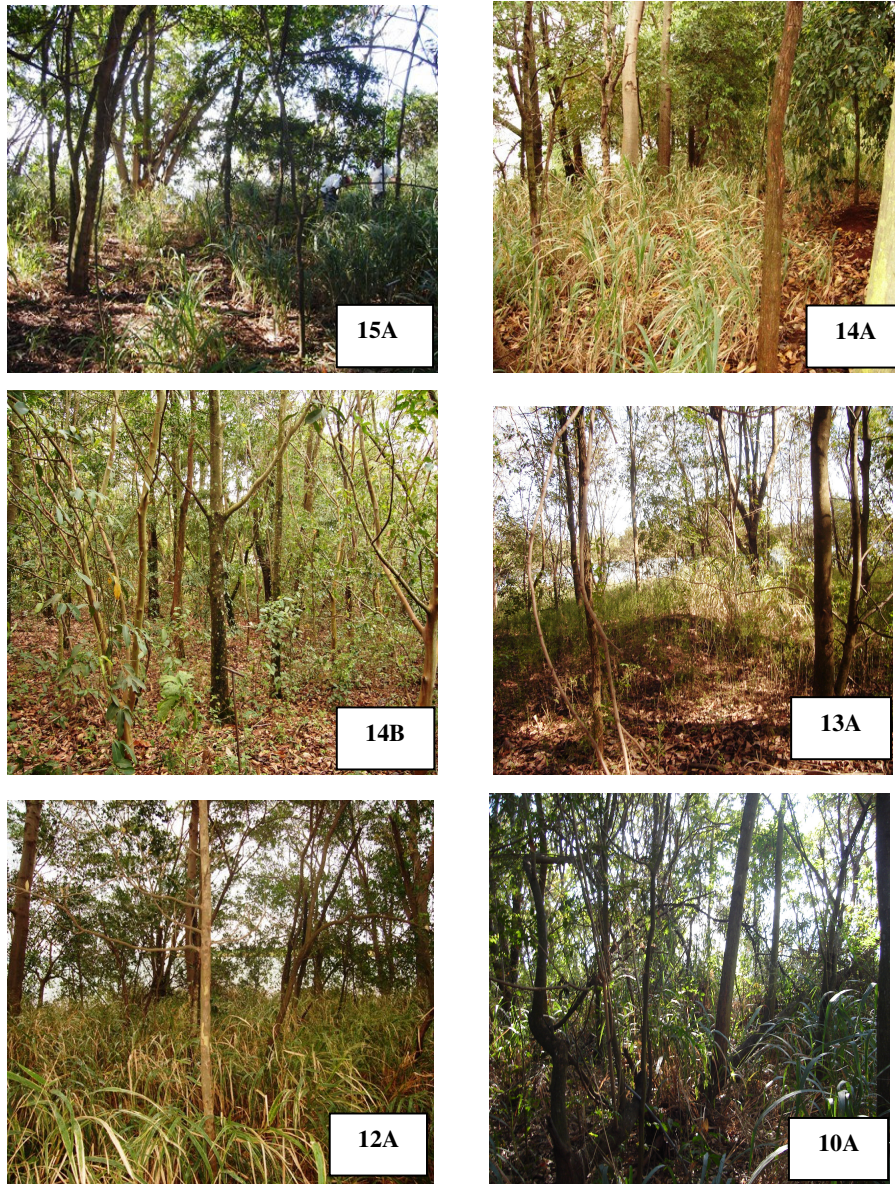


FIGURA 5 – Reflorestamentos ciliares avaliados nos municípios de Água Comprida e Miguelópolis. Legenda: **Área “15A”**: Pedro Clemente (proprietário); **Área “14A”**: Antônio Guido (proprietário); **Área “14B”**: Noboro Yamachita (proprietário); **Área “13A”**: Grupo Cosan (proprietário); **Área “12A”**: Maria Cristina (proprietária); **Área “10A”**: Usina Colorado (proprietário).

...Continua...

Figura 5 ...Cont...

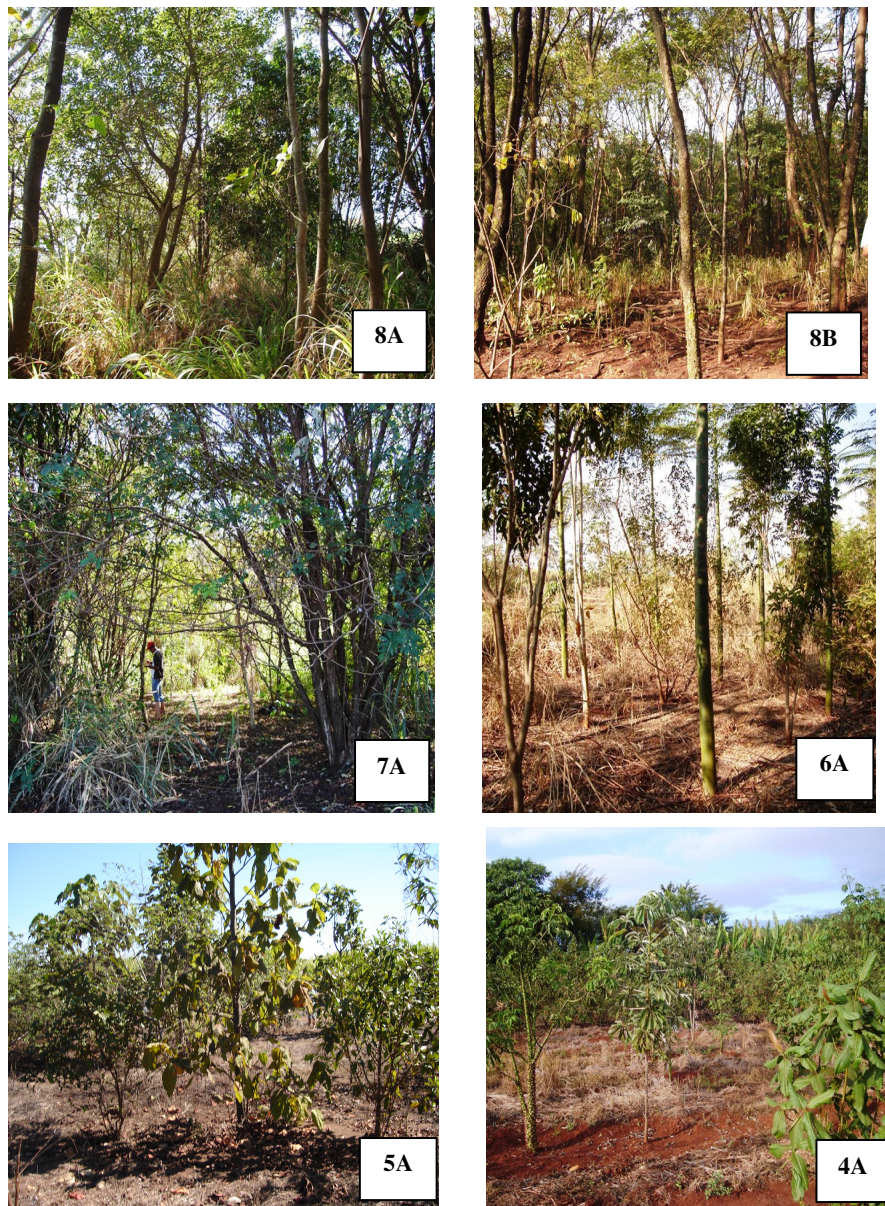


FIGURA 5 – Reflorestamentos ciliares avaliados nos municípios de Água Comprida Miguelópolis e Igarapava. Legenda: **Área “8A”**: Amin Horden (proprietário); **Área “8B”**: Grupo Cosan (proprietário); **Área “7A”**: Grupo Cosan (proprietário); **Área “6A”**: Grupo Cosan (proprietário); **Área “5A”**: Grupo Cosan (proprietário); **Área “4A”**: Grupo Cosan (proprietário).

...Continua...

Figura 5 ...Cont...

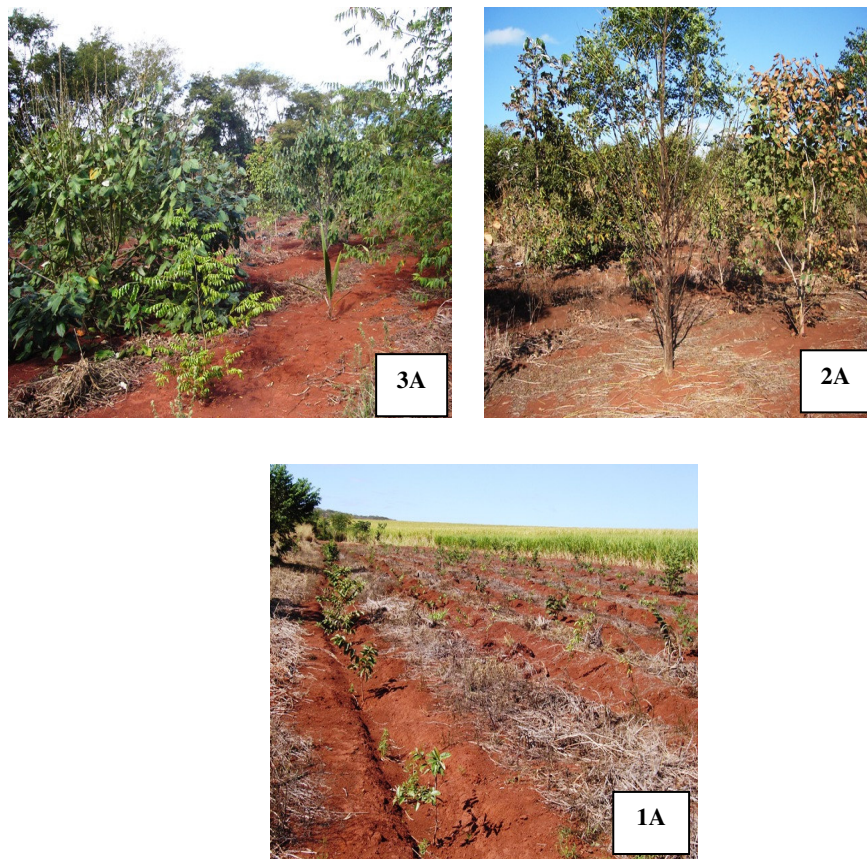


FIGURA 5 – Reflorestamentos ciliares avaliados nos municípios de Água Comprida e Igarapava. Legenda: Área “3A”: Usina Caeté (proprietário); Área “2A”: Grupo Cosan (proprietário); Área “1A”: Grupo Cosan (proprietário).

2.3 Instalação e avaliação do experimento

Os plantios foram avaliados pelo estabelecimento de transeções de 10m de largura, orientadas no sentido da margem do reservatório até o final da faixa de plantio (variando de 13,6 a 98,6m). Dentro das transeções, o número de parcelas, bem como a distância entre estas, foi variável para cada área avaliada, respeitando-se a intensidade amostral estabelecida na Tabela 1.

Em cada parcela, a cada 10m a partir da cota máxima do reservatório, foram alocadas subparcelas de 2x10m, para identificação e medição da regeneração natural.

A representação esquemática da alocação de parcelas está representada na Figura 6.

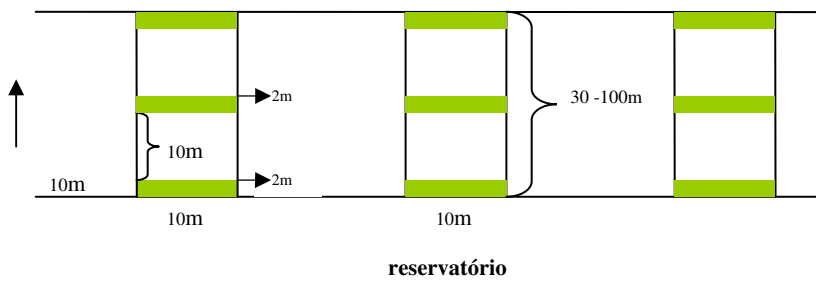


FIGURA 6 - Representação esquemática da amostragem por transectos (parcelas, para os plantios) e subparcelas (verde, para a regeneração natural).

Foram avaliados no estrato arbóreo todos os indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 15 cm considerados plantados (de acordo com a linha de plantio), mensurando-lhes as variáveis: altura (m), CAP (cm), número e identificação dos indivíduos, além da contagem de indivíduos mortos. O CAP foi medido com o auxílio de uma fita métrica e a altura foi mensurada com o uso de vara graduada.

No estrato regenerante foram avaliados todos os indivíduos com altura >10 m e CAP ≤ 5 cm, localizados nas entrelinhas do reflorestamento.

Considerando-se que grande parte dos reflorestamentos foi realizada adotando-se o modelo baseado na sucessão secundária (exceções feitas às áreas “7 A”, “6 A”, “5 A”, “4 A” e “2 A”), foi quantificado o número de espécies pertencentes aos diferentes grupos ecológicos. As espécies plantadas e em regeneração foram classificadas de acordo com o seu grupo ecológico por

consultas à literatura (Oliveira-Filho et al., 1995; Vilela et al., 1999; Lorenzi, 2002).

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

Com o objetivo de retratar a evolução dos reflorestamentos em termos funcionais e estruturais, foram mensuradas variáveis de solo, tais como a serapilheira e variáveis químicas e texturais dos solos.

No centro de cada subparcela foi coletada a serapilheira, com o auxílio de um quadro de metal, com as dimensões de 25×25 cm, totalizando a área de serapilheira amostrada em 625 cm². As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas para posterior quantificação do seu peso seco.

Para a quantificação da serapilheira, inicialmente contabilizou-se seu peso úmido em balança analítica (precisão de 0,001) e, em seguida, elas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para a secagem em estufa, sob temperatura de 55°C, até atingirem peso constante. Em seguida, foram pesadas novamente para a determinação da massa seca em estufa e os valores em gramas transformados e expressos em kg/ha.

Em áreas com idades iguais ou inferiores a 3 anos, não foram coletadas amostras de serapilheira em virtude da baixa produção e da realização de tratamentos culturais recentes (capina manual), o que impossibilita o estabelecimento desta na área.

No mesmo local da coleta da serapilheira fez-se a coleta de amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm; o número de amostras coletadas (amostra composta) foi variável com o comprimento das faixas ciliares (amostras coletadas a cada 10 metros, a partir do nível do reservatório). Essas amostras foram enviadas para o Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal

de Lavras para a determinação das seguintes variáveis - segundo protocolo da Embrapa (1997): pH em água; teores de potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al), acidez potencial (H+ Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions ou CTC efetiva (t), CTC a pH 7,0 (T), saturação por alumínio (m), saturação por bases (V), matéria orgânica (MO) e proporções de areia, silte e argila.

2.4 Análise dos dados

2.4.1 Estrato arbóreo

Os dados foram tabulados, as características biométricas (DAP, área basal, densidade do plantio) calculadas e, para a análise da estrutura dos reflorestamentos, os valores médios de área basal, altura, densidade e porcentagem de falhas foram obtidos para todos os plantios. A área de copa foi mensurada nos plantios mais novos que ainda não apresentavam o total fechamento do dossel (Áreas 3 A, 2 A e 1A).

Foram realizados, para os valores de altura, área basal e densidade do plantio, a análise de variância e o teste *t* de médias (Tukey).

Na análise fitossociológica, os parâmetros estimados foram: densidade, frequência e dominância (valores absolutos e relativos) e índices de valor de cobertura (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). A diversidade de espécies foi estimada com o uso do índice de diversidade de Shannon (H') (Brower & Zar, 1984).

- Densidade

-Densidade absoluta: é a razão entre o número de indivíduos da *i*-ésima espécie e a área amostral, em hectares.

$$DA_i = \frac{n_i}{\text{área}}$$

- Densidade relativa: representa a razão entre a densidade absoluta da i-ésima espécie e a soma de todas as densidades.

$$DR_i = \frac{DA_i}{\sum DA_i} \times 100$$

em que:

DA_i: densidade absoluta para a i-ésima espécie;

ni: número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

área: área amostrada, em hectares;

DR_i: densidade relativa para a i-ésima espécie.

- Dominância

- Dominância absoluta: é dada pela razão entre a área basal da i-ésima espécie e a área amostral, em hectares.

$$DoA_i = \frac{AB_i}{\text{área}}$$

- Dominância relativa: é a razão entre a dominância absoluta da i-ésima espécie e a soma de todas as dominâncias.

$$DoR_i = \frac{DoA_i}{\sum DoA_i} \times 100$$

em que:

DoA_i: dominância absoluta da i-ésima espécie;

AB_i: somatório da área basal da i-ésima espécie;

área: área amostral, em hectares;

DoR_i: dominância relativa para a i-ésima espécie;

- Freqüência

- Freqüência absoluta: é a porcentagem de parcelas com que cada espécie ocorre.

$$FA_i = \frac{P_i}{P} \times 100$$

- Freqüência relativa: representa a razão entre a freqüência absoluta da i-ésima espécie e a soma das freqüências absolutas de todas as espécies amostradas.

$$FR_i = \frac{FA_i}{\sum FA_i} \times 100$$

em que:

FA_i: freqüência absoluta da i-ésima espécie, em %.

P_i: número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie está presente;

P: número total de unidades amostrais;

FR_i: freqüência relativa da i-ésima espécie.

c) Índice de valor de cobertura: para os indivíduos do estrato arbóreo, foi calculado o índice de valor de cobertura, que fornece uma idéia do fechamento do dossel nos reflorestamentos.

$$VC = DR_i + DOR_i$$

em que:

DR_i: densidade relativa para a i-ésima espécie;

DOR_i: dominância relativa para a i-ésima espécie.

- Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'): este índice foi utilizado para expressar a diversidade florística dos reflorestamentos e da regeneração.

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$$H' = -\sum p_i \times \ln(p_i)$$

em que:

H' : índice de Shannon;

n_i : número de indivíduos da espécie i ;

N : número de indivíduos amostrados;

\ln : logaritmo natural

Os parâmetros fitossociológicos foram calculados utilizando-se programa Excel.

2.4.2 Estrato regenerante

As espécies presentes na regeneração foram identificadas e os dados coletados foram processados, realizando-se a estimativa dos seguintes parâmetros fitossociológicos em valores absolutos e relativos: densidade, frequência e dominância (este último sendo expresso pela altura) e índice de diversidade de Shannon (H'). Buscando-se verificar a influência das espécies plantadas no estrato regenerante, foi calculada, para cada área, a similaridade florística entre o estrato regenerante e o arbóreo, utilizando-se o índice de Jaccard por meio da fórmula:

$$C_j = \frac{c}{(a + b - c)}$$

em que:

a: número de espécies ocorrentes no estrato arbóreo;

b: número de espécies ocorrentes no estrato regenerante;

c: número de espécies comuns aos dois estratos.

Como variáveis estruturais, foram contabilizados o número de espécies regenerantes (riqueza), bem como foi estimada a densidade da regeneração.

2.4.3 Análise das correlações entre espécies e variáveis ambientais

Para a análise das correlações entre a distribuição das espécies regenerantes e as variáveis ambientais foi adotada a técnica de análise de correspondência canônica (Ter Braak, 1987) das abundâncias das espécies, em conjunto com as variáveis por meio do programa PC-ORD 5.1 (McCune & Melford, 1999). Para a análise do estrato regenerativo, utilizaram-se matrizes de número de indivíduos de 26 espécies presentes na amostra com 10 ou mais indivíduos. Segundo as recomendações de Ter Braak (1995) para a realização desta análise, os valores de abundâncias das espécies foram transformados pela expressão $\ln(x + 1)$, para compensar os desvios causados por alguns poucos valores muito elevados.

A matriz de variáveis ambientais continha, inicialmente, todas as variáveis químicas e texturais do solo obtidas (15 variáveis). Após a realização de CCA preliminar, foram eliminadas 9 variáveis com baixas correlações com os dois eixos de ordenação ($p < 0,5$) ou redundantes entre si: pH do solo, teores de K, Mg, Ca, P, saturação por alumínio (m), saturação por bases (V), matéria orgânica do solo (MO) e silte. Com isso, as 6 variáveis que compuseram a matriz final de variáveis ambientais foram: acidez potencial (H+Al), teor de Al,

soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e teores de Areia e Argila.

O teste de permutação de Monte Carlo (Ter Braak, 1995) foi aplicado para verificar a significância das correlações globais sumarizadas nos dois primeiros eixos de ordenação. Este teste consiste em permutar aleatoriamente as linhas da matriz de variáveis ambientais, no intuito de testar a significância da correlação entre as duas matrizes, identificando a probabilidade de acerto da relação encontrada entre as matrizes originais (Cunha et al., 2003).

As técnicas multivariadas de análise da vegetação geralmente produzem ordenações, em que as amostras são agrupadas de acordo com suas semelhanças em composição de espécies e as espécies são agrupadas por suas semelhanças na distribuição nas parcelas. A influência de fatores ambientais nos padrões encontrados é constatada posteriormente, confrontando-se os resultados com as variações ambientais levantadas nas amostras (Cunha et al., 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição florística do estrato arbóreo dos reflorestamentos

A relação das espécies observadas nos plantios encontra-se na Tabela 3. Foram encontradas 114 espécies florestais plantadas, pertencentes a 36 famílias e 97 gêneros, nos 15 plantios avaliados. Destas, 21 espécies (18,5%) pertencem ao grupo das pioneiras (P), 70 (61,5%) pertencem ao grupo das clímax exigentes de luz (CL) e 23 (20,0%), clímax tolerantes à sombra (CS).

As famílias com maior riqueza de espécies foram Leguminosae (39 espécies), Anacardiaceae (8), Euphorbiaceae (7), Malvaceae (4), Meliaceae (4) e Myrtaceae (4), as quais representam 65,8% das espécies amostradas. Observou-se que 15,8% das famílias são representadas por uma única espécie (Tabela 3).

Vilela et al. (1999), em levantamento florístico de floresta semidecidual ripária do baixo rio Grande, no município de Conquista, MG, encontraram, como famílias mais importantes, Leguminosae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Rubiaceae, Lauraceae, Meliaceae e Anacardiaceae, as quais representaram 47,97% das espécies. Considerando-se estas 7 famílias de maior importância, 5 (Leguminosae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Meliaceae e Myrtaceae) são comuns às famílias encontradas nos reflorestamentos, destacando a adaptabilidade destas à região de estudo.

Ao se analisar as espécies classificadas como pioneiras (P), poucas, como a calabura (*Muntingia calabura*), a trema (*Trema micrantha*), as aroeiras (*Schinus terebinthifolius*, *Lithraea molleoides*), a embaúba (*Cecropia pachystachia*), o pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) e o pombeiro (*Tapirira guianensis*) possuem dispersão zoocórica (ornitocoria e quiropterocoria), que são importantes agentes dispersores de sementes a longas distâncias. Esta característica é de relevada importância para a região em estudo, onde as

distâncias entre os fragmentos de florestas nativas e os reflorestamentos são muito grandes.

Destas pioneiras citadas apenas trema, pau-de-balsa e calabura apresentam grande capacidade de recobrimento do solo, característica muito importante para a região, onde é muito grande a matocompetição.

O grupo das CL está representado por um grande número de espécies (70), que correspondem a 61,5% do total das espécies avaliadas. Foram encontradas 9 espécies exóticas (7,9%), tais como *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium*, *Clitoria fairchildiana*, *Delonix regia*, *Leucaena leucocephala*, *Mangifera indica*, *Melia azedarach*, *Syzygium jambolanum* e *Tipuana tipu* que, na medida do possível, não deveriam ser utilizadas nos plantios de restauração de ecossistemas, pelo desconhecimento de seu comportamento frente às diversas situações encontradas, podendo, por exemplo, tornar-se uma espécie invasora.

A principal limitação existente para a realização de reflorestamentos nos moldes da sucessão florestal secundária está relacionada à falta de incentivos à estruturação de programas de coleta de sementes, que poderiam representar maior diversidade na produção de mudas dos diferentes grupos ecológicos, bem como devido às condições complexas apresentadas pelo ambiente ciliar, o que restringe o número de espécies a serem empregadas no plantio.

TABELA 3 – Espécies arbóreas encontradas nos plantios de recomposição de mata ciliar no entorno do reservatório de Volta Grande e em tributários do rio Grande.

	Famílias (negrito) e espécies	Área														
		GS	15A	14A	14B	13A	12A	10A	8A	8B	7A	6A	5A	4A	3A	2A
69	Anacardiaceae															
	<i>Astronium fraxinifolium</i>	CL														
	<i>Lithrea molleoides</i>	P		x		x			x	x	x		x			x
	<i>Mangifera indica</i>	nc			x								x			
	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	CL	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x
	<i>Schinus mollis</i>	CL												x		
	<i>Schinus terebinthifolia</i>	P	x	x	x		x	x	x					x	x	
	<i>Tapirira guianensis</i>	P													x	
	<i>Tapirira obtusa</i>	P												x		
	Annonaceae															
	<i>Annona muricata L.</i>			x												
	<i>Xylopia aromatica</i>	CS			x											
	Apocynaceae															
	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>								x				x			
	<i>Aspidosperma parvifolium</i>	CL						x								
Bignoniaceae																
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	CL		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x		
<i>Jacaranda puberula</i>	CS		x				x									
<i>Paratecoma peroba</i>	CL		x													

...Continua...

Tabela 3 ...Cont...

<i>Stenolobium stans</i>	CL										X
<i>Tabebuia alba</i>	CS	X		X		X	X		X		X
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	CL		X	X	X				X		X
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL	X		X	X	X		X			
<i>Tabebuia roseo alba</i>	CL		X	X				X	X		X
<i>Tabebuia serratifolia</i>	CS					X					
<i>Zeyhera tuberculosa</i>	CL									X	X
Bixaceae											
<i>Bixa orellana</i>	CL									X	
Boraginaceae											
<i>Cordia sellowiana</i>	CL				X	X					X
Cecropiaceae											
<i>Cecropia pachystachia</i>	P			X					X		X
Elaeocarpaceae											
<i>Sloanea monosperma</i>	P					X					
Euphorbiaceae											
<i>Croton floribundus</i>	P		X		X			X	X		X
<i>Croton urucurana</i>	P		X				X	X	X	X	X
<i>Hevea brasiliensis</i>		X									
<i>Joannesia princeps</i>	CL				X						
<i>Riccinus communis</i>									X	X	
<i>Sapium glandulatum</i>	CL			X	X						
<i>Sebastiania schottiana</i>	P							X			
Guttiferae											
<i>Calophyllum brasiliense</i>	CS		X		X						

...Continua...

Tabela 3 ...Cont...

Lauraceae

Cryptocaria aschersoniana CS

Lecythidaceae

Cariniana estrellensis CL x

Leguminosae - Caesalpinioideae

Apuleia leiocarpa CL x x x x

Bauhinia longifolia CL x

Caesalpinia ferrea CL x

Cassia grandis CL x

Copaifera langsdorffii CL x x x x

Delonix regia CL x

Hymenaea courbaril CL x x x x x x x x

Hymenaea stignocarpa CL x x

Pterogyne nitens CL x

Schizolobium parahyba CL x x x x x

Senna multijuga CL x x

Tamarindus indica CL x

Leguminosae - Faboideae

Clitoria fairchildiana CL x x x x x x x x x x

Dipteryx alata CL

Eryitrina falcata CL x

Lonchocarpus muehlbergianus P x

...Continua...

Tabela 3 ...Cont...

<i>Machaerium aculeatum</i>	CL			x	x		x			x				
<i>Machaerium opacum</i>	CL		x											
<i>Machaerium villosum</i>	CL					x								
<i>Myrocarpus frondosus</i>	CS													
<i>Myroxylon peruiferum</i>	CS	x	x	x	x		x					x		x
<i>Platypodium elegans</i>	CL		x	x	x									x
<i>Tipuana tipu</i>	CL				x				x			x		
Leguminosae - Mimosoideae														
<i>Acacia auriculiformis</i>	P		x			x	x	x						
<i>Acacia mangium</i>	P		x	x			x	x						
<i>Acacia polyphylla</i>	CL							x	x					x
<i>Albizia arleri</i>									x					
<i>Albizia lebbeck</i>	CL		x											x
<i>Albizia niopoides</i>	CL											x	x	x
<i>Anadenanthera peregrina</i>	CL		x	x	x	x	x	x	x	x			x	
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL		x			x	x							
<i>Inga marginata</i>	CS		x	x	x	x	x	x		x	x		x	
<i>Leucaena leucocephala</i>	CL	x	x											
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	P								x	x				
<i>Mimosa sp</i>	CL						x							

...Continua...

Tabela 3 ...Cont...

<i>Parapiptadenia rigida</i>	CL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	CL							x					x
<i>Platymenia reticulata</i>	CL				x				x				
<i>Prosopis juliflora</i>	CL												x
Magnoliaceae													
<i>Talauma ovata</i>	CS												
Malvaceae													
<i>Ceiba speciosa</i>	CL		x		x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Ochroma pyramidale</i>	P							x		x	x		
<i>Pachira aquatica</i>	CL		x	x			x			x			
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	CL		x										
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P	x			x	x	x	x		x	x		x
<i>Pterigota brasiliensis</i>	CL											x	x
<i>Apeiba tiborbou</i>	CL		x										
Meliaceae													
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	x	x		x	x	x	x			x		
<i>Guarea guidonea</i>	CS				x								
<i>Melia azedarach</i>	CL		x			x		x					x
<i>Swietenia macrophylla</i>	CL										x		x
Moraceae													
<i>Ficus gomelleira</i>	CS		x	x		x	x	x	x	x	x		x
<i>Maclura tinctoria</i>	CL	x	x		x	x	x	x			x		x
Moringaceae													
<i>Moringa oleifera</i>												x	

...Continua...

Tabela 3 ...Cont...

Myrsinaceae*Myrsine umbellata*

CL x x x x x x

Stylogine ambigua

x

Myrtaceae*Eugenia uniflora*

CL x x

Myrcia tomentosa

CL x

Psidium guajava

CL x x x x x x x x x x x x x x

Syzygium

CS x x x x x x x x x x x x x x

*jambolanum***Palmae***Syagrus*

CL

*romanzoffiana***Polygonaceae***Triplaris brasiliiana*

CL x x x x x x x x

Rhamnaceae*Rhamnidium*

CL x x x x x x

*elaecarpus***Rosaceae***Prunus salicina*

CL x x

Rubiaceae*Genipa americana*

CL x x x x x x x x

Rutaceae*Dictyoloma*

P x

*vandellianum**Zanthoxylum*

CL x

*hasslerianum***Sapindaceae***Dilodendron*

CL x

bipinnatum

...Continua...

Tabela 3 ...Cont...

<i>Matayba juglandifolia</i>	CS		x							x	
<i>Sapindus saponaria</i>	CS	x			x					x	
Solanaceae											
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	P										
Thymelaeaceae											
<i>Daphnopsis brasiliensis</i>	CL									x	
Tiliaceae											
<i>Luehea paniculata</i>	CL				x					x	
<i>Muntingia calabura</i>	P										x
Ulmaceae											
<i>Celtis iguanea</i>	P									x	
<i>Trema micrantha</i>	P										x
Verbenaceae											
<i>Aloysia virgata</i>	P										x

3.2 Estrutura do estrato arbóreo dos reflorestamentos

Na Tabela 4 estão sumarizados os valores médios das variáveis de crescimento encontradas para as 15 áreas avaliadas.

A riqueza de espécies nos plantios variou de 13 a 38. Melo (2004), trabalhando com reflorestamentos ciliares de diferente idades (1, 3, 9 e 13 anos), encontrou riqueza de espécies variando de 11 a 41. Souza (2000) verificou a riqueza de espécies em reflorestamentos com 10, 9 e 5 anos, no entorno de reservatório da antiga Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP), registrando 37, 32 e 27 espécies, respectivamente.

O número de espécies verificadas nos reflorestamentos estudados situa-se entre os valores encontrados nos outros trabalhos. Dentre os fatores que determinam a riqueza de espécies a serem empregadas nos reflorestamentos estão o tamanho da área a ser reflorestada, o modelo de plantio a ser adotado, o conhecimento das espécies de ocorrência regional, a disponibilidade de mudas das espécies pré-selecionadas e o custo de implantação.

Das 114 espécies plantadas, 37 (32,4%) são nativas da região, de acordo com levantamento florístico realizado por Oliveira-Filho et al. (1995), em um remanescente ripário no município de Conquista, próximo à região de estudo. A resolução SMA-8 de 2008 (aplicada ao estado de São Paulo) estabelece que o número de espécies que deve apresentar uma área em recuperação até o final do projeto seja de 80 espécies nativas de ocorrência regional. O baixo número de espécies nativas encontradas nos reflorestamentos pode ser justificado pelas restrições relatadas no parágrafo anterior.

De acordo com Souza (2000), embora o baixo número de espécies nas áreas reflorestadas seja justificável pelas dificuldades operacionais, comuns em reflorestamentos de grande escala, ele pode ser um fator de comprometimento da diversidade da floresta daqui a alguns anos, se a colonização das áreas por outras

espécies não estiver ocorrendo de maneira razoável. Para a manutenção ou o aumento da diversidade nessas áreas, é de extrema importância que novas espécies estejam chegando e se estabelecendo, e que as espécies presentes consigam se regenerar, formando um banco de plântulas que será responsável pela perpetuação dessas florestas.

Finegan (1996), em artigo de revisão sobre a sucessão secundária em florestas tropicais, relata que, independente da riqueza de espécies que uma floresta secundária atinja, sua composição se mantém muito diferente das florestas maduras em sítios comparados por muitas décadas.

A discussão da riqueza de espécies em reflorestamentos de restauração parece estéril sem que estejam, em cada caso, definidos: o conjunto de espécies a ser eleita para plantio em função da flora local e das restrições da área a restaurar; a expectativa da evolução da comunidade – principalmente pela regeneração natural e a agregação de benefícios ambientais à restauração, tais como conservação de solo e água e conservação biológica, por meio do plantio de espécies raras ou ameaçadas de extinção (Melo, 2004).

Os valores de densidade de indivíduos plantados avaliados variaram de 816 a 1.602 ind/ha (Tabela 4). Os menores valores de densidade apresentados pelas áreas “15 A” (1.050 ind/ha), “13 A” (917 ind/ha), “12 A” (816 ind/ha) e “10 A” (894 ind/ha), quando comparados aos das áreas “14 A” (1.149 ind/ha), “14 B” (1.169 ind/ha) e “8 A”(1.247 ind/ha) (Tabelas 4 e 5), podem ser explicados pelos menores espaçamentos adotados nas áreas “14 A” e “12 A” (3×1,5) (Tabela 2), além de significarem indícios do progresso da sucessão florestal nas áreas, com o autodesbaste das espécies iniciais, criando condições para que as espécies dos grupos tardios se estabeleçam.

TABELA 4 - Parâmetros de estrutura do estrato arbóreo em diferentes reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande e em tributários do rio Grande.

Área	15A	14A	14B	13A	12A	10A	8A	8B	7A	6A	5A	4A	3A	2A	1A	
Riqueza ¹	18	33	29	33	24	38	33	26	17	21	31	27	32	17	13	
Densidade (ind/ha) ²	1.050 bc	1.149a bc	1.169 abc	917 bc	816 bc	894 bc	1.247 abc	898 bc	824c	974 bc	1.264 abc	1.602a	1.388 bc	1.422 abc	1.471 ab	
Altura (m) ³	7,8a	8,9a	8,0a	9,0a	9,4a	8,4a	6,0 abc	9,1a	7,4 ab	4,2 bcd	3,5 cde	3,9 cde	2,1 de	1,9 de	0,5e	
AB (m ² /ha) ⁴	23,24 abc	43,35a	24,00 abc	14,63 bcde	31,63 ab	21,7 bcd	10,45 cde	13,28 bcde	9,00 cde	9,30 cde	5,18 cde	6,48 cde	0,31e	0,84e	**	
DAP médio (cm)	12,4	18,7	13,7	12,8	20,2	14,5	9,1	11,7	12,4	8,2	5,1	6,2	2,7	3,2	**	
Área copa (m ² /ha)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	3.854,6	3.674,2	154,4
Mortalidade (%)	58,0	48,3	29,8	44,5	50,1	42,2	25,2	64,1	50,5	41,6	24,2	23,4	16,7	16,9	11,7	
Diversidade (H')	2,45	2,82	2,90	2,81	2,68	3,03	3,20	2,71	2,45	2,67	3,08	3,60	3,47	2,93	3,01	

¹ – Número de espécies arbóreas encontradas na avaliação dos reflorestamentos;

^{2,3} e ⁴ - Teste de médias (t) para os reflorestamentos estudados, nos quais os valores seguidos por letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas a 1%.

** - Reflorestamento no qual não foi mensurado o diâmetro à altura do peito (DAP) e, portanto, não foram obtidos valores de área basal dos indivíduos; *** - Áreas em que não foi avaliada a área de copa.

No estudo da estrutura de reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório da CESP, Souza (2000) encontrou valores de densidade de 1.519, 1.661 e 1.426 indivíduos/ha, para plantios com as idades de 10, 9 e 5 anos, nos espaçamentos de 3×1,5; 2×2 e 2×2,3, para as idades acima consideradas, respectivamente. Quando comparados aos reflorestamentos do presente estudo, os menores valores de densidade observados podem ser atribuídos aos variáveis espaçamentos adotados, que foram, majoritariamente, de 3×2m, com exceção das áreas “15A”, “14A”, “14B” e “3A”, com espaçamentos de 2×2; 3×1,5; 3×1,5; e 3×3, respectivamente.

Ferreira (2006), na avaliação do estrato arbóreo de reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório de Camargos (Itutinga), observou, aos treze anos de plantio, redução de 59% da densidade (variando de 2.222 a 902 indivíduos/ha). O autor sugere, como principal fator limitante ao estabelecimento das espécies, a compactação do solo.

Além dos fatores inerentes ao plantio e à qualidade do sítio, é importante enfatizar a ocorrência do processo de sucessão nesses reflorestamentos, com o autodesbaste da floresta e senescência das espécies dos grupos iniciais, o que exerce influência sobre as variáveis estruturais, tais como densidade, altura e área basal dos indivíduos desses reflorestamentos.

A área basal dos reflorestamentos ciliares avaliados variou de 0,31 m²/ha (Área “3A”) a 24,01 m²/ha (Área “14B”) (Tabela 4). Nas áreas “14A” e “12A”, os maiores valores de área basal observados (43,27 e 32,11m²/ha, respectivamente) devem-se à existência de indivíduos de grande porte (altos valores de DAP) das espécies *Anadenanthera peregrina*, *Clitoria fairchildiana*, *Ficus gomelleira*, *Joannesia princeps* e *Syzygium jambolanum*.

Dentre estas espécies, apenas *Anadenanthera peregrina* é encontrada em remanescentes ciliares estudados na região (Oliveira-Filho et al., 1995; Vilela et al., 1999). O desenvolvimento satisfatório das espécies *Clitoria fairchildiana*,

Ficus gomelleira, *Joannesia princeps* e *Syzygium jambolanum*, apesar de não serem nativas da área de estudo, demonstra a adaptabilidade destas aos reflorestamentos considerados.

Na área “13A”, o reduzido valor da área basal (14,63 m²/ha), quando comparado às áreas “14B” (24,00 m²/ha) e “12A” (31,63m²/ha), é justificado pelo grande número de indivíduos em senescência observados na área, refletindo o processo de autodesbaste da floresta e também pelo elevado número de indivíduos com reduzidos valores de DAP, como um reflexo da competição entre espécies.

Os valores de área basal em áreas de matas ciliares restauradas no médio vale do Paranapanema, encontrados por Melo & Durigan (2007), foram de 23,32 e 17,25 m²/há, para plantios com 13 e 7 anos de idade, respectivamente. Souza (2000) encontrou, para reflorestamentos ciliares no entorno de reservatórios da CESP, valores de área basal de 22,38; 24,92 e 14,76 m²/há, para áreas com idades de 10, 9 e 5 anos, respectivamente.

As áreas “5A”, “4A” e “3A” apresentaram valores de área basal de 5,18; 6,48 e 0,31 m²/ha, respectivamente. Quando comparados a três distintas áreas de restauração de mata ciliar com 3 anos de idade (com valores de área basal de 15,12; 15,36 e 16,23 m²/ha) (Melo, 2004), observam-se os reduzidos valores nas presentes áreas estudadas.

Em uma interpretação geral, somente os reflorestamentos “15A” (23,24 m²/ha), “14A” (43,35 m²/ha), “14B”(24,00 m²/ha) e “12A” (31,63 m²/ha), com idades de 15, 14, 14 e 12 anos, respectivamente, apresentam valores de área basal comparáveis aos de outros trabalhos. Os valores observados para o restante dos reflorestamentos foram menores, na análise de outros estudos.

Moran et al. (2000), estudando a sucessão secundária em diferentes áreas na região amazônica, encontraram, em estágio intermediário de sucessão (5 a 15

anos), a área basal da maioria dos indivíduos situando-se entre os valores de 10 a 25m²/ha.

Além dos fatores abióticos (luminosidade, precipitação, qualidade do sítio), as espécies utilizadas nos reflorestamentos (nativas ou não naturais da região), o modelo de plantio, a idade e o estágio de sucessão em que se encontram tais reflorestamentos explicam os distintos valores de área basal encontrados.

Como se observa nos dados da Tabela 4, a mortalidade (interpretada no presente estudo como o percentual de indivíduos mortos encontrados nas linhas de plantio) apresentou valores de 11,7% a 64,1%.

Apesar de a mortalidade de espécies ser, no processo sucessional, consequência do autodesbaste da floresta, esta pode também ser interpretada sob uma ótica favorável, em virtude dos processos ecológicos resultantes desta, tais como o surgimento de clareiras, que permitem que novos indivíduos presentes no banco de sementes do solo se estabeleçam e que também haja o ingresso de espécies alóctones ao reflorestamento considerado.

Observou-se o fechamento do dossel nos reflorestamentos estudados a partir da idade de 4 anos (Área “4A”). Esta característica é muito importante para o restabelecimento da floresta, pela diminuição da luminosidade direta e da temperatura do solo, criando condições propícias ao estabelecimento da regeneração natural e reduzindo a ação do impacto direto da chuva sobre o solo. A área de copa foi mensurada nos reflorestamentos “3A”, “2A” e “1A (Tabela 4). Observa-se, pelo gráfico da Figura 7, a tendência à estabilização dos valores de área de copa entre o segundo e o terceiro ano do reflorestamento, demonstrando o direcionamento das espécies para o fechamento do dossel.

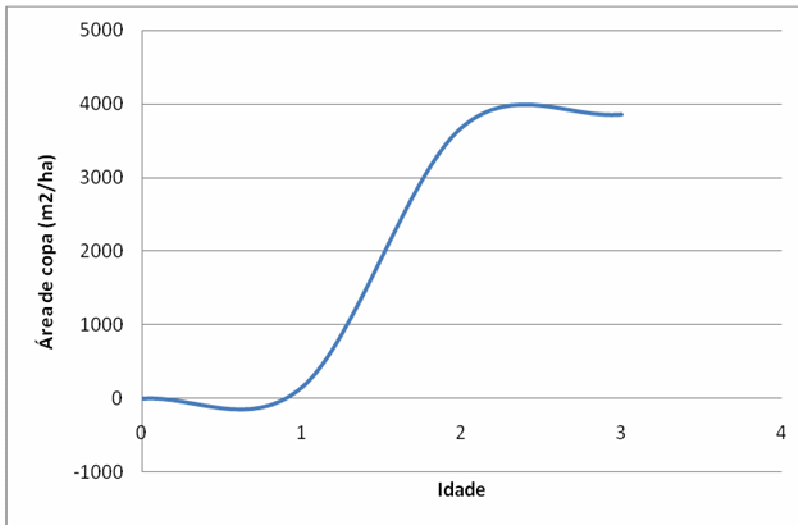


FIGURA 7 – Valores de área de copa avaliada de diferentes idades em reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande e em tributários do rio Grande.

Os valores de altura das espécies nos reflorestamentos de “15A” a “8B” não apresentaram diferenças significativas, pelo teste de Tukey (Tabela 5). No entanto, os maiores valores foram verificados para as áreas “12A” e “13A”, com 9,4 e 9,0 m, respectivamente (Tabela 4). Melo (2004), avaliando plantios de restauração de mata ciliar no médio vale do Paranapanema, observou a altura média de 7,18 m para área com idade de 13 anos. A idade, a densidade variável dos plantios, a proporção dos grupos sucessionais diferenciadas e a influência de fatores, tais como doenças, ataques de insetos e mesmo a qualidade dos sítios, podem justificar as oscilações nos valores das variáveis estudadas.

Os valores do índice de diversidade de Shannon (H') para os reflorestamentos avaliados foram de 2,41 a 3,47 nats/indivíduo. Oliveira-Filho et al. (1995), no estudo florístico e fitossociológico de remanescentes ciliares na região do alto e médio rio Grande, encontraram, para o município de Conquista, área próxima aos reflorestamentos avaliados, índice de diversidade de Shannon de 3,85. Nas áreas “10A”, “5A” e “3A”, foram observados índices de 3,05; 3,08

e 3,47. A riqueza de espécies nessas áreas foi de 38, 31 e 32, respectivamente (Tabela 4).

Além de considerar a riqueza de espécies, o índice de Shannon considera também a equabilidade, isto é, o número de indivíduos de cada espécie considerada. Em se tratando de reflorestamentos, nos quais a riqueza de espécies é baixa, a adequada distribuição de indivíduos das espécies tende a elevar o valor deste índice.

A área “8B” apresentou a diversidade (H') de 2,71. Quando se analisa a mortalidade de espécies nesta área, observa-se que ela tem a maior percentagem dentre os reflorestamentos estudados, com 64,1%. Estes valores retratam o progresso da sucessão, com a mortalidade de espécies de grupos iniciais e favorecendo o futuro estabelecimento de novas espécies (pela abertura de clareiras) no reflorestamento em questão.

Os valores de diversidade para as áreas “1A”, “3A” e “13A” são de 3,01; 3,47 e 2,81, respectivamente (Tabela 4). Quando comparados estes valores com o trabalho de Melo & Durigan (2007), para reflorestamentos com as mesmas idades (1, 3 e 13 anos), observam-se os valores de diversidade de 2,73; 2,91 e 2,55, demonstrando os valores superiores de diversidade do primeiro.

Souza (2000), trabalhando com reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório da CESP, verificou, para os plantios de 10, 9 e 5 anos, valores de diversidade de 3,03; 2,45 e 2,18, respectivamente, inferiores aos encontrados em outros trabalhos realizados em Floresta Estacional Semidecidual no estado de São Paulo.

No presente estudo, os valores do índice de diversidade de Shannon para os reflorestamentos avaliados são maiores do que os valores apresentados pelos outros trabalhos relatados.

Além de questões que interferem na produção de mudas, tais como a coleta de sementes e a fenologia das espécies consideradas e, conseqüentemente,

na diversidade de espécies plantadas, a ausência de fragmentos próximos aos plantios atuando como fonte de sementes, as espécies usadas nos reflorestamentos (com baixa atratividade a agentes dispersores) também influenciam os valores de diversidade de espécies.

Ao se considerar a proporção dos grupos sucessionais por plantio, observa-se a predominância de clímax exigentes de luz, na qual, na maioria dos plantios, esses grupos correspondem a pelo menos 47,7%, chegando a 69,2% (Tabela 6). A composição de espécies proposta por Botelho & Davide (2002) é de 50% do número total de mudas plantadas se constituírem de indivíduos de espécies pioneiras, 40% do número total de mudas plantadas se constituírem de indivíduos das espécies clímax exigentes de luz e 10% do número total de mudas plantadas se constituírem de indivíduos das espécies clímax tolerantes à sombra. Mesmo considerando-se as diferentes idades dos reflorestamentos avaliados observam-se as menores quantidades de espécies pioneiras nos reflorestamentos.

Clitoria fairchildiana, presente nas áreas “15A”, “14B”, “12A”, “10A”, “8A”, “3A”, “13A”, “8A”, “7A”, “6A” e “4A”, apresentou um comportamento particular nos reflorestamentos avaliados. Além de possuir atributos silviculturais satisfatórios, como elevados incrementos em diâmetro e altura, a arquitetura da espécie, com a presença de vários fustes, colaboram para uma grande área sombreada e também para a alta deposição de serapilheira em sua sombra. No entanto, não foi observado, nos reflorestamentos estudados, o estabelecimento de espécies regenerantes sob sua copa.

Lopes et al. (2006), analisando o banco de sementes em povoamentos florestais puros com idade de 15 anos, das espécies sombreiro (*Clitoria fairchildiana*), sábiá (*Mimosa caesalpinifolia*), pinus (*Pinus* sp.) e em uma capoeira em estágio inicial de sucessão, observaram a maior densidade de sementes sob a copa do sombreiro (1.012 sementes germinadas/m²). No entanto,

a forma de vida predominante do banco de sementes foi de espécies arbustivas, seguida por herbáceas e arbóreas.

Apesar da vantagem de rápido recobrimento do solo, função almejada em plantios de recuperação de áreas degradadas, a falta de informações sobre o comportamento da espécie com relação ao estabelecimento da regeneração natural ou uma possível ação alelopática desta sobre o meio exige certa cautela no seu emprego em reflorestamentos que objetivam a restauração estrutural e funcional dos ecossistemas.

TABELA 6 – Porcentagem dos indivíduos sobreviventes dos diferentes grupos sucessionais em 15 reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande e em tributários do rio Grande.

Grupo sucessional	15A	14A	14B	13A	12A	10A	8A	8B	7A	6A	5A	4A	3A	2A	1A	14A
Pioneiras (%)	42,5	12,1	12,9	5,6	15,5	22,2	15,2	20,9	41,8	28,6	17,8	16,5	25,0	42,0	11,2	12,1
Clímax exigentes de luz (%)	46,2	61,8	60,3	77,1	61,5	61,7	68,9	66,9	43,3	61,2	62,2	64,2	66,1	57,0	72,0	61,8
Clímax tolerante à sombra (%)	11,3	26,1	26,8	17,3	23,0	16,1	16,0	12,2	14,9	10,2	20,0	19,3	8,9	0,0	6,8	26,1
Exóticas ¹ (%)	16,2	28,5	10,1	3,3	28,3	8,1	12,9	20,2	8,9	2,0	14,4	7,3	0,0	0,1	16,8	28,5

¹ - Dentro dos grupos sucessionais considerados, o número total de indivíduos exóticos.

3.2.1 Fitossociologia do estrato arbóreo dos reflorestamentos

Os valores dos atributos fitossociológicos para os reflorestamentos com as idades de 1 a 15 anos são apresentados nas Tabelas A1 a A15 (em anexo)

Considerando-se a faixa de idade dos reflorestamentos em termos de sucessão florestal, pode-se afirmar que estes se encontram nos estádios iniciais (1-5) e intermediários (5-20) (Guariguata & Ostertag, 2001), com a ocupação do dossel pelas espécies pioneiras e secundárias iniciais, que apresentam os maiores valores de cobertura nos reflorestamentos. A ocupação do dossel por tais espécies indica que a sucessão está em curso, com estas espécies criando condições de luminosidade e microclima requeridas pelas espécies dos grupos sucessionais tardios se estabelecerem.

Finegan (1996), em revisão sobre a sucessão secundária a longo prazo em florestas neotropicais (naturais), afirma que as espécies de rápido crescimento e ciclo de vida curto são predominantes nos 10 primeiros anos da sucessão.

A sucessão não pode ser caracterizada como um processo uniforme, mesmo ao se considerar reflorestamentos equiâneos, pois a ocorrência de casualidades tais, como senescência de árvores, a formação de clareiras, fogo, presença de patógenos, fenômenos climáticos, dentre outros, podem interromper o desenvolvimento do plantio e alterar o caminho da sucessão. Com isso podem ser encontrados diferentes estágios sucessionais mesmo em pequenas áreas, evento comum em florestas tropicais.

Guariguata & Ostertag (2001) relatam que, na sucessão secundária em florestas tropicais, os principais processos que caracterizam esse estágio (5-20 anos) são: fechamento do dossel, altas taxas de deposição de serapilheira e ciclagem de nutrientes, rápido acúmulo de biomassa aérea e incremento na riqueza de espécies, podendo ser similar ao bosque primário (considerando-se a sucessão natural).

As espécies encontradas com maior frequência nos reflorestamentos foram: *Myracrodruon urundeuva*, presente em 81,25% dos plantios, seguida por *Anadenanthera peregrina*, *Ceiba speciosa*, *Clitoria fairchildiana*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga marginata*, *Parapiptadenia rígida*, *Psidium guajava* e *Syzygium jambolanum*, presentes em 68,25% dos plantios.

De maneira geral, nos reflorestamentos estudados, a densidade de espécies plantadas (Tabelas A1 a A15), tais como *Parapiptadenia rígida* (Área “A”), *Syzygium jambolanum* (Área “B”), *Anadenanthera peregrina* (Área “C”) e *Clitoria fairchildiana* (Área “D”), entre outras, foi a responsável pelos maiores valores de cobertura encontrados. Para Melo (2004), o plantio em altas densidades, que implica em altos valores de importância – de espécies pioneiras e secundárias iniciais -, mostra a tendência para a reprodução do processo natural de sucessão em clareiras florestais.

O desenvolvimento das espécies de ocorrência natural na região de estudo, tais como *Anadenanthera peregrina* (Área “E”), *Ceiba speciosa* (Áreas “B” e “M”) e *Cecropia pachystachia* (Área “O”), que apresentaram elevados valores de altura (m) e DAP (cm), sugere a recomendação destas na implantação de reflorestamentos ciliares, cujos objetivos sejam o restabelecimento das funções e da estrutura do ecossistema (Tabelas A1 a A14).

Dentre as espécies não nativas aos reflorestamentos, merecem destaque *Clitoria fairchildiana* (Áreas “A” e “N”), *Ficus gomelleira* (Área “D”), *Ochroma pyramidale* (Área “F” e “G”) e *Schizolobium parahyba* (Áreas “I”, “J” e “L”), pelos elevados incrementos em altura (m) e DAP (cm).

Assim como acontece na sucessão secundária, a influência de fatores abióticos é de extrema importância no processo de restauração. As condições climáticas, o regime de luz, a estrutura física e química dos solos, o histórico do uso da terra e a qualidade do sítio são fundamentais para o adequado crescimento e estabelecimento dos plantios.

3.3 Caracterização do estrato regenerante

Foram encontradas, sob o dossel dos reflorestamentos, 80 espécies, pertencentes a 32 famílias (Tabela 7). Destas, 64 espécies (80,0%) coincidem com as espécies plantadas, o que indica que a grande parte da regeneração é originada da dispersão das sementes das espécies presentes nos reflorestamentos.

A família Leguminosae apresentou o maior número de espécies (17 espécies), seguida por Anacardiaceae (7 espécies), Myrtaceae e Euphorbiaceae (5 espécies cada). As famílias citadas representam 42,5% do total de espécies regenerantes. Quinze das 32 famílias amostradas, ou seja, 46,8%, foram representadas por apenas uma espécie.

Como se pode observar na Figura 2, os reflorestamentos “15A” e “10A” são áreas contíguas no entorno do reservatório de Volta Grande. Este fator é de grande relevância nos processos de dispersão e regeneração, pois cada reflorestamento pode funcionar como fonte de sementes ou como “remanescente” em relação a outro. Isso pode ser exemplificado pela análise da regeneração natural na área “15A”, em que se observa a presença das espécies *Anadenathera peregina* e *Inga marginata*, que não estão presentes no estrato arbóreo e estão plantadas na área “10A”.

Já quanto a *Rhamnidium elaeocarpus*, observa-se sua presença no estrato regenerante da área “10A” (inexistente no plantio desta área) e no estrato arbóreo da área “15A”, enfatizando novamente a importância da fonte de sementes próximas no processo regenerativo.

TABELA 7 – Espécies regenerantes encontradas nos reflorestamentos ciliares no entorno do reservatório de Volta Grande e em tributários do rio Grande.

Família (negrito) e espécies	GE	15A	14A	14B	13A	12A	10A	8A	8B	7A	5A	4A
Anacardiaceae												
<i>Astronium fraxinifolium</i>	CL			x			x	x				
<i>Astronium graveolens</i>	CS					x						
<i>Lithrea molleoides</i>	P							x				
<i>Mangifera indica</i>							x					
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	CL			x		x						
<i>Schinus terebinthifolia</i>	P	x			x	x	x					
<i>Tapirira guianensis</i>	P					x						
Annonaceae												
<i>Annona muricata</i>			x				x			x		
<i>Rollinea laurifolia</i>	CL			x								
<i>Rollinea sericea</i>	CL					x						
<i>Xylopia aromatica</i>	CS			x								
Asteraceae												
<i>Vernonia polyanthes</i>	P		x	x	x	x		x			x	
Bignoniaceae												
<i>Stenolobium stans</i>	CL											x
<i>Tabebuia crysotricha</i>	CL			x	x		x	x				
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	CL					x	x	x				
<i>Tabebuia roseo alba</i>	CL		x									
Bixaceae												
<i>Bixa orellana</i>	CL					x						
Boraginaceae												
<i>Cordia sellowiana</i>	CL				x					x		

...Continua..

TABELA 7 ...Cont...

Cecropiaceae

<i>Cecropia pachystachia</i>	P	x	x	x	x		x	x
------------------------------	---	---	---	---	---	--	---	---

Elaeocarpaceae

<i>Sloania monosperma</i>	P		x					
---------------------------	---	--	---	--	--	--	--	--

Euphorbiaceae

<i>Croton floribundus</i>	P		x				x	
---------------------------	---	--	---	--	--	--	---	--

<i>Croton urucurana</i>	P							x
-------------------------	---	--	--	--	--	--	--	---

<i>Hevea brasiliensis</i>			x					
---------------------------	--	--	---	--	--	--	--	--

<i>Ricinus comunis</i>								x
------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---

<i>Sapium glandulatum</i>	CL				x		x	
---------------------------	----	--	--	--	---	--	---	--

Flacourtiaceae

<i>Casearia gossypiosperma</i>	CL		x					
--------------------------------	----	--	---	--	--	--	--	--

<i>Casearia laseophyla</i>	CL		x				x	
----------------------------	----	--	---	--	--	--	---	--

<i>Casearia silvestris</i>	P		x	x	x	x		x
----------------------------	---	--	---	---	---	---	--	---

Lauraceae

<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	CS				x			
----------------------------------	----	--	--	--	---	--	--	--

<i>Nectandra nitidula</i>	CL						x	x
---------------------------	----	--	--	--	--	--	---	---

Leguminosae - Caesalpinoideae

<i>Copaifera langsdorfii</i>	CL		x					
------------------------------	----	--	---	--	--	--	--	--

<i>Senna macranthera</i>	P				x		x	
--------------------------	---	--	--	--	---	--	---	--

Leguminosae - Faboideae

<i>Clitoria fairchildiana</i>	CL		x	x		x		
-------------------------------	----	--	---	---	--	---	--	--

<i>Dipterix alata</i>	CL		x	x				
-----------------------	----	--	---	---	--	--	--	--

<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	P				x			
------------------------------------	---	--	--	--	---	--	--	--

<i>Machaerium aculeatum</i>	CL		x		x	x	x	
-----------------------------	----	--	---	--	---	---	---	--

...Continua..

TABELA 7 ...Cont...

<i>Myroxylom peruiferum</i>	CS		X	X					X	
<i>Platypodium elegans</i>	CL								X	
Leguminosae - Mimosoideae										
<i>Acacia auriculiformis</i>	CL		X						X	
<i>Acacia polyphylla</i>	CL	X				X	X	X		X
<i>Albizia lebbek</i>	CL			X						
<i>Albizia niopoides</i>	CL					X			X	
<i>Anadenanthera peregrina</i>	CL	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	CL		X							X
<i>Inga marginata</i>	CS	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leucaena leucocephala</i>		X	X							X
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	P									X
<i>Mimosa sp</i>	CL								X	
<i>Parapiptadenia rigida</i>	CL	X						X	X	
Lythraceae										
<i>Lafoensia pacari</i>	CL							X		
Malpighiaceae										
<i>Malpighia glabra</i>										X
Malvaceae										
<i>Apeiba tiborbou</i>	CL		X					X		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P			X				X		
<i>Pachira aquatica</i>	CL		X							
Meliaceae										
<i>Cedrella fissilis</i>	CL								X	
<i>Guarea guidonea</i>	CS		X			X	X	X	X	X

...Continua..

TABELA 7 ...Cont...

Melia azedarach

X

Moraceae*Ficus gomelleira*

CS

X

X

X

Maclura tinctoria

CL

X

X

X

Myrsinaceae*Myrsine umbellata*

CL

X

X

X

X

Stylogine ambigua

X

Myrtaceae*Eugenia uniflora*

CL

X

Myrcia fallax

CL

X

Myrcia tomentosa

CL

X

Psidium guajava

CL

X

X

X

X

X

X

93

Syzygium jambolanum

CS

X

X

X

X

X

Piperaceae*Piper aduncum L.*

P

X

X

Polygonaceae*Triplarias brasiliiana*

CL

X

X

Rhamnaceae*Rhamnidium elaeocarpus*

CL

X

X

X

X

X

X

X

Rosaceae*Prunus salicina*

CL

X

Rubiaceae*Genipa americana*

CL

X

Psychotria carthagenensis

CS

X

...Continua..

TABELA 7 ...Cont...

Rutaceae

Zanthoxylum hasslerianum

CL

x

x

Sapindaceae

Allophyllus edulis

x

Matayba elaeagnoides

CL

x

Matayba juglandifolia

CS

x

Solanaceae

Cestrum laevigatum

CS

Tiliaceae

Muntingia calabura

P

x

Ulmaceae

Celtis iguanea

P

x

x

x

x

x

Trema micrantha

P

x

A densidade de indivíduos regenerantes oscilou de 1.250 (Área 4A) a 16.214 (Área 8B) ind/ha. Nas áreas “14B” “8B” e “7A”, os valores de densidade de 13.192, 16.214 e 15.500 ind/ha, respectivamente, devem-se à presença, em grande número, de algumas espécies, como *Anadenanthera peregrina*, *Psidium guajava* (Área 14B), *Leucaena leucocephala* (8B) e *Mimosa caesalpinifolia* (7A) (Tabelas A18, A23 e A24, em anexo). Estas espécies representam, respectivamente, 42,25%, 20,27%, 25,63% e 36,59% do valor de cobertura de indivíduos regenerantes em cada reflorestamento considerado.

A densidade de espécies regenerantes em reflorestamentos ciliares encontrada por Souza (2002) foi, respectivamente, de 6.499 e 3.448 ind/há, para os plantios com 10 e 9 anos e, por Melo (2004), de 20.400, 7.500 e 4.015 ind/ha, em plantios com 7, 9 e 13 anos, respectivamente.

Sorreano (2002), na avaliação de reflorestamentos ciliares com idades de 46, 9 e 6 anos, verificou, para a densidade da regeneração, valores de 47.000, 30.500 e 17.500 ind/ha, respectivamente.

Na interpretação dos valores de regeneração, deve-se considerar não somente o número de indivíduos regenerantes, mas também a diversidade da regeneração. A existência de um elevado número de indivíduos de poucas espécies pode significar, em longo prazo, a dominância de tais espécies na área, o que não está entre os objetivos da restauração da função e estrutura de qualquer ecossistema considerado.

A ocorrência de *Acacia polyphylla* na regeneração deu-se em reflorestamentos nos quais foram verificadas a presença desta no estrato arbóreo (Áreas 10A e 8A, em densidades de 283 e 1.145 ind/ha, respectivamente) e, mesmo, em reflorestamentos nos quais não foi observada a sua existência no estrato arbóreo, como nas Áreas 15A (375 ind/ha) e 12A (283 ind/ha) (Tabelas A16, A20, A21 e A22, em anexo). Na área 15A, sua proximidade à área 10A e a existência desta espécie no estrato arbóreo desta área justificam a sua presença

no estrato regenerante. Já para a área 12A, a existência de remanescente no lado oposto do rio Grande pode ter atuado como fonte de sementes.

A elevada densidade no estrato arbóreo das espécies *Anadenanthera peregrina* (Áreas 13A e 8B, com 112 e 198 ind/ha) e *Leucena leucocephala* (Área 8B, com 125 ind/ha) (Tabelas A4 e A8) contribuiu para a elevada densidade de indivíduos regenerantes dessas espécies, com valores de 2695 ind/ha (Área 13A) e 611 ind/ha (Área 8B), para *Anadenanthera peregrina* e 4.472 ind/ha (Área 8B), para *Leucaena leucocephala* (Tabelas A19 e A23).

No estrato regenerante dos reflorestamentos das áreas 15A, 14A e 8B, há o predomínio de indivíduos da espécie exótica *Leucena leucocephala* (com densidades de 625, 500 e 4.472 ind/ha, respectivamente). Este fato demonstra o potencial de colonização desta espécie, impedindo o estabelecimento de outras espécies regenerantes, fator que compromete o desenvolvimento sucessional do reflorestamento em questão.

Para Parrota (1999), a elevada densidade de *Leucaena leucocephala* pode estar associada ao seu caráter agressivo e invasor, à alta produção de frutos e à possível ação alelopática.

A riqueza de espécies regenerantes apresentou valores variando de 14 a 35 (Tabela 6). Siqueira (2002) encontrou, para reflorestamentos de 10 e 14 anos, 2 e 15 espécies, em uma área amostral, por plantio, de 30m². Além do tamanho da área amostral, os distintos critérios de inclusão de indivíduos regenerantes podem dificultar as comparações entre diferentes áreas.

Os reduzidos valores de diversidade para as áreas 8B e 7A estão relacionados à ocorrência de poucas espécies regenerantes com elevado número de indivíduos (Tabela 8). O reduzido número de espécies e a baixa equabilidade significam a tendência à dominância do estrato regenerante por poucas espécies e, em algumas situações (alelopatia, por exemplo), o impedimento da entrada de novas espécies.

Melo & Durigan (2007) relatam que a predominância de poucas espécies no estrato regenerante não indica, por si só, que os reflorestamentos tenham a tendência de transformar-se em comunidades muito simplificadas. Com o passar do tempo, o crescimento diferenciado das árvores e a mortalidade daquelas de menor longevidade, espera-se que ocorra a formação de diferentes micro-habitats e a conseqüente diversificação da comunidade vegetal.

A similaridade entre os os estratos arbóreo e regenerante dos reflorestamentos estudados, calculados pelo índice de Jaccard, variou de 3% a 40% (Tabela 8). Os maiores valores de similaridade foram verificados para as áreas 13A (40% de similaridade), 14^a (35% de similaridade) e 14B (32% de similaridade), com as idades de 13, 14 e 14 anos, respectivamente. Siqueira (2002) encontrou valores de similaridade de 7,75% entre os estratos arbóreos e regenerantes dos plantios de restauração com 14 anos, inferiores aos valores do presente estudo.

Os valores de similaridade encontrados por Melo (2004), para reflorestamentos ciliares com idades de 7 , 9 e 13 anos, foram de 17,1%, 25,8% e 27,9%.

Na interpretação dos valores de similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante em reflorestamentos, deve-se atentar para a diversidade do estrato arbóreo, para a existência de remanescentes (fonte de sementes) próximos as áreas em estudo e também para os objetivos da restauração. Como exemplo, em reflorestamentos que objetivam a restauração da forma e função da floresta, em que há um número reduzido de espécies plantadas, porém, com a existência de remanescentes próximos, pode-se aceitar os baixos valores de similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante, desde que seja verificado o estabelecimento de espécies alóctones. Já no presente estudo, no qual se constata a ausência de remanescentes próximos aos reflorestamentos e a considerável riqueza de

espécies plantadas, o esperado seriam valores de similaridades elevados entre os estratos arbóreo e regenerante.

A presença de gramíneas na área também influenciou o estabelecimento da regeneração; áreas reflorestadas com espécies pioneiras com grande capacidade de recobrimento do solo e atrativas à fauna dificultam o estabelecimento das gramíneas e essa ausência permite a maior entrada de outras espécies, bem como possibilita o estabelecimento das espécies presentes nos bancos de plântulas e de sementes, em cada área considerada.

TABELA 8 - Caracterização da regeneração natural nos reflorestamentos ciliares avaliados.

Área	15A	14A	14B	13A	12A	10A	8A	8B	7A	6A	5A	4A	3A	2A	1A
Nº espécies recrutadas	8	18	35	33	20	39	19	17	14	**	3	1	**	**	**
Nº indivíduos recrutados	35	77	343	417	116	306	908	242	186	**	24	15	**	**	**
Densidade regeneração (ind/ha)	2.187	2.961	13.192	5.085	2.521	4.935	6.722	16.214	15.500	**	1.916	1.250	**	**	**
Diversidade (H')	1,79	2,38	2,32	1,95	2,47	2,6	1,38	0,95	0,77	**	0,36	0,39	**	**	**
Similaridade % (Jaccard)	18	35	32	40	31	29	27	16	12	**	10	3	**	**	**
Serapilheira (kg/ha)	13.460	9.358	10.514	8.375	8.011	10.272	9.890	7.767	10.139	7.044	3.863	5.083	**	**	**

** Áreas nas quais não foi verificada a ocorrência de regeneração

Pagano & Durigan (2001) consideram a produção de serapilheira o parâmetro mais estudado na ciclagem de nutrientes, uma vez que representa a principal via de retorno de nutrientes e de matéria orgânica à superfície do solo mineral que suporta a floresta.

Mesmo considerando-se que a avaliação da massa seca da serapilheira tenha sido realizada em apenas uma coleta, verifica-se que os valores (3.863 a 13.460 kg/ha) (Tabela 8) situam-se nas faixas dos valores obtidos em florestas ripárias. Esse fato pode ser justificado também pela época de coleta da serapilheira, correspondente aos meses finais da estação seca, época de maior deciduidade e, conseqüentemente, maior deposição de serapilheira.

Nunes & Pinto (2007), estudando a produção total de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestamentos ciliares na região do Alto São Francisco (Lagoa da Prata), observaram a produção de 15.100 kg/ha/ano⁻¹ e 11.400 kg/ha/ano⁻¹ na mata nativa e no reflorestamento, respectivamente. As maiores produções de serapilheira para a mata nativa foram observadas nos meses finais da estação seca, diferenciando-se dos reflorestamentos, que apresentaram altos valores totais de produção de serapilheira, tanto na estação seca como na chuvosa.

Vital et al. (2004) encontraram, para floresta estacional semidecidual, valores de serapilheira acumulada de 6.227,25 kg/ha, em coletas bimestrais, no período de um ano.

Pagano & Durigan (2001), trabalhando em cinco ambientes distintos de mata ciliar no oeste paulista, encontraram produções de serapilheira (kg/ha) de 6.398, 9.744 e 11.126, em solos secos e 5.348 e 8.827, em solos molhados, respectivamente.

Segundo Freire (2006), os valores para o aporte total de serapilheira para as florestas tropicais no mundo variam de 5.600 a 10.600 kg/ha.ano⁻¹. No Brasil, com a grande heterogeneidade das formações florestais, os valores de aporte

para as áreas reflorestadas variam de 3.000 a 10.300 kg/ha.ano⁻¹; as florestas fragmentadas, secundárias e ou em estágio de sucessão avançada, variam de 6.600 a 12.200 kg/ha.ano⁻¹; as semidecíduas e decíduas, de 5.900 a 25.000 kg/ha.ano⁻¹; a ombrófila mista com 10.300 kg/ha.ano⁻¹; as florestas ombrófilas alteradas de 4.900 a 9.500 kg/ha.ano⁻¹ e as florestas ombrófilas densas montanas, de 2.900 a 6.600 kg/ha.ano⁻¹.

De acordo com o mesmo autor, a quantidade de serapilheira depositada tende a variar de um ecossistema mais perturbado para aqueles que são menos perturbados. No primeiro ecossistema, a deposição tende a ser maior, pois há espécies de rápido crescimento (pioneiras e secundárias iniciais) que produzem muita biomassa, que resulta numa maior produção de serapilheira.

3.4 Análise das correlações espécie-ambiente para a regeneração natural

A análise de correspondência canônica (CCA) para a abundância de espécies regenerantes nas parcelas dos reflorestamentos de 1 a 15 anos apresentou autovalores (*eigenvalues*) de 0,728; 0,615 e 0,437, para os três primeiros eixos de ordenação. Isso significa que ocorre distribuição das espécies com um considerável número destas se concentrando em habitats específicos ($p > 0,5$).

A variação global dos dados explicados pela ordenação foi baixa, 17,5% (7,2% no eixo 1; 6,1% no eixo 2 e 4,3% no eixo 3), o que significa que a ordenação deixou uma considerável variância remanescente (ruído) sem explicação. Segundo Ter Braak (1988), valores como estes são normais em dados vegetacionais, não prejudicando a significância das relações espécie-ambiente. A CCA mostrou alta correlação entre espécies e variáveis ambientais para os três primeiros eixos da ordenação: 92,1%, 84,5% e 77,9%. O teste de permutação de Monte Carlo indicou correlação significativa entre a abundância de espécies e as variáveis ambientais, para o primeiro eixo ($p = 0,032$). As

correlações entre as variáveis ambientais utilizadas com os três primeiros eixos de ordenação estão apresentados na Tabela 9.

O primeiro eixo de ordenação apresentou forte correlação, em termos absolutos, com as variáveis texturais do solo areia e argila ($>0,80$) (Figura 8). Isso pode ser explicado por se tratarem de reflorestamentos que margeiam o reservatório e cursos d'água, nos quais há a predominância de solos argilosos. Além disso, em reflorestamentos que margeiam cursos d'água, verifica-se a contante deposição de sedimentos, que podem influir na textura dos solos.

Já para o segundo eixo de ordenação, a soma de bases (SB) e a CTC (t) apresentaram os maiores valores absolutos de correlações, seguidas por Al e acidez potencial (H+Al), que se distribuíram em direções opostas às duas primeiras variáveis. A importância dessas variáveis (soma de bases e CTC) está no fato de que a maioria dos atuais reflorestamentos era anteriormente ocupada por culturas, nas quais eram realizadas constantes adubações.

TABELA 9 Análise de correspondência canônica (CCA) para estrato regenerativo, considerando-se a abundância de espécies: correlações internas entre as variáveis ambientais e os três primeiros eixos de ordenação, para os reflorestamentos ciliares nos municípios de Agua Comprida (MG), Miguelópolis e Igarapava (SP).

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Al	-0,095	0,570	0,243
H+Al	0,168	0,532	-0,416
SB	-0,138	-0,799	0,155
CTC (t)	-0,146	-0,792	0,170
Areia	-0,885	-0,211	0,005
Argila	0,866	0,206	-0,045

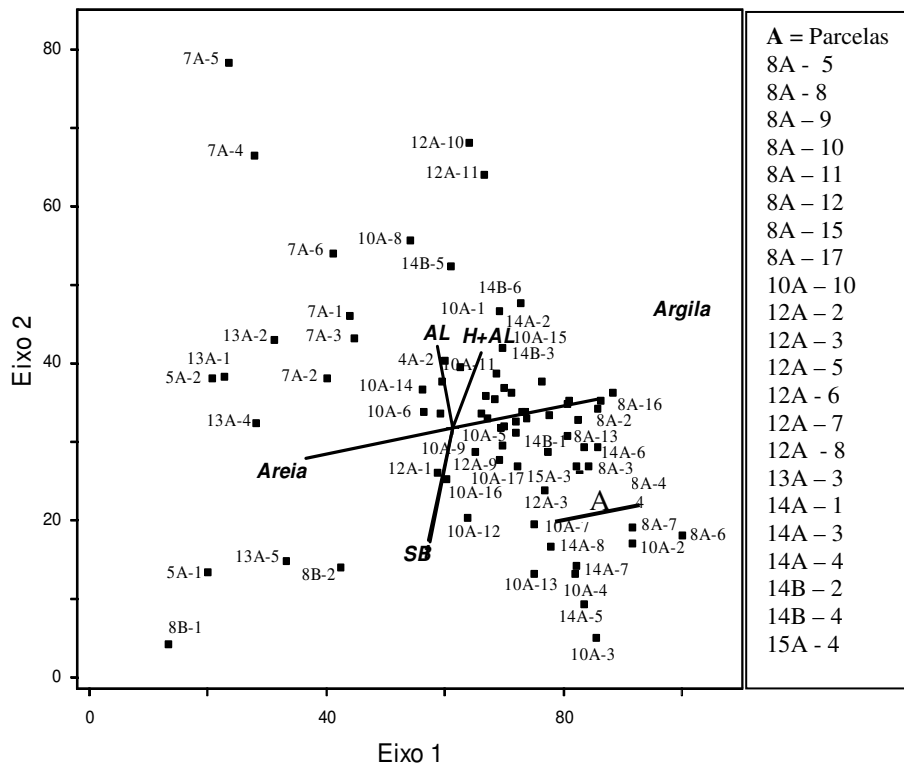


FIGURA 8 – Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA). Distribuição das parcelas e variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação.

As variáveis quantitativas são representadas por vetores e a sua importância em cada eixo é demonstrada pelo comprimento deste vetor no eixo considerado. Na interpretação da ordenação dos reflorestamentos pela CCA (Figura 8), o primeiro eixo, que representa a maior parte da variância esteve correlacionado, em termos absolutos, com as variáveis texturais dos solos. Houve maior concentração das parcelas correspondentes aos reflorestamentos sobre a variável textural argila, destacando-se grande parte das parcelas dos reflorestamentos “15A”, “14A”, “14B”, “12A”, “10A” e “8A”. Isso permite inferir que grande parte dos reflorestamentos é constituída por solos de textura

argilosa. A maioria das parcelas dos reflorestamentos “13A”, “8B”, “7A” e “5A” é caracterizada por solos mais arenosos, conforme sua correlação com a variável areia.

Em alguns trabalhos (Berg & Santos, 2003; Cunha et al., 2003; Souza et al., 2003; Budke et al., 2006), as variáveis edáficas são estudadas junto a variáveis topográficas, que interferem na fertilidade e na umidade do solo. Nestes estudos, é verificada a distribuição da vegetação, preferencialmente em função dos teores de água (encharcamento) do solo.

No segundo eixo de ordenação, as parcelas dos reflorestamentos “14A”, e “10A” e algumas parcelas das áreas “12A” e “8A” podem ser correlacionadas a solos mais férteis, devido à sua predominante distribuição sobre a variável soma de bases (SB), o mesmo ocorrendo para as parcelas “13A - 5”, “8B - 1”, “8B - 2” e “5A - 5” sobre a variável CTC do solo (t).

Na análise da distribuição das espécies em função das variáveis ambientais estudadas (Figura 9), observa-se, no primeiro eixo de ordenação, que as espécies *Acacia polyphylla*, *Rhamnidium elaeocarpus*, *Schinus terebinthifolia* e *Myrsine umbellata* ocorreram predominantemente sobre solos argilosos; *Anadenathera peregrina*, *Psidium guajava*, *Nectandra nitidula*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Leucaena leucocephala*, *Mutingia calabura* e *Myroxylon peruiferum*, preferencialmente sobre solos arenosos, enquanto *Stenolobium stans*, *Machaerium aculeatum*, *Matayba eleagnoides*, *Cecropia pachystachia*, *Annona muricata*, *Guarea guidonea*, *Inga marginata* e *Syzygium jambolanum* podem ser classificadas como ocorrentes em um gradiente intermediário entre as duas texturas já relatadas. Este fato ressalta a plasticidade e demonstra a abrangência de ambientes em que estas espécies podem ser empregadas em programas de restauração.

Em solos com altos valores de acidez potencial (H + Al) e alumínio (Al), as espécies mais adaptadas foram: *Mimosa caesalpinifolia*, *Stenolobium stans*,

Vernonia polyanthes, *Machaerium aculeatum* e *Matayba eleagnoides*. Em solos férteis, representados pelos valores de soma de bases (SB) e CTC (t), as espécies *Myroxylom peruiferum*, *Mutingia calabura*, *Nectandra nitidula*, *Leucaena leucocephala* e *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram-se mais correlacionadas.

A abundante distribuição da espécie *Mimosa caesalpinifolia* sob solos ácidos e arenosos (Figura 9), além de demonstrar a especificidade ambiental da espécie, pode ser explicada por sua região natural de distribuição, do Maranhão até a Bahia, na caatinga (Lorenzi, 2002).

Celtis iguanea não se correlacionou às variáveis de solo selecionadas.

A distribuição das espécies regenerantes sobre as diferentes variáveis químicas analisadas permite prever o seu comportamento e recomendá-las para as distintas condições encontradas em áreas a serem restauradas, o que pode contribuir para a efetividade desses projetos, pela seleção das espécies mais aptas.

Oliveira-Filho et al. (1994a) afirmam que as tendências observadas nas correlações entre distribuição das espécies e variáveis ambientais, em certa área, necessitam de repetições em outros locais, para assim caracterizarem as espécies com maior segurança quanto ao hábitat preferencial. No presente estudo, a abundância de espécies regenerantes sob os distintos ambientes estudados permite inferir sobre o comportamento e o padrão de distribuição delas.

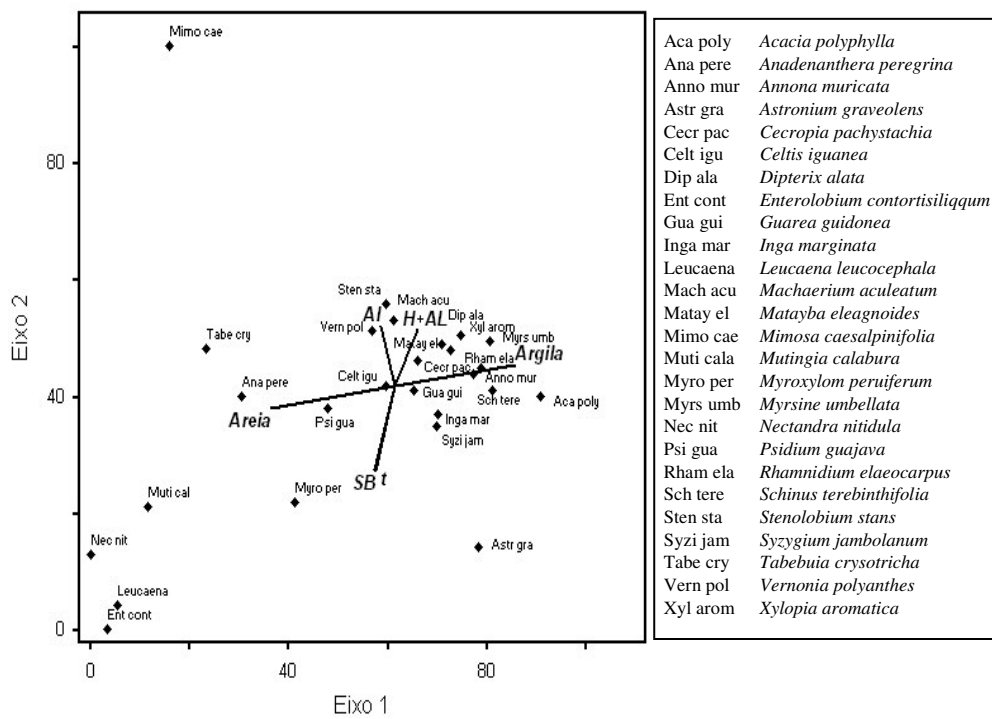


FIGURA 9 – Diagrama de ordenação produzido pela análise de correspondência canônica (CCA). Distribuição das espécies e variáveis ambientais nos dois primeiros eixos de ordenação.

4 CONCLUSÕES

Considerando-se as condições em que foram desenvolvidas o presente estudo, pode-se concluir que:

- os valores médios de altura, DAP e área basal dos reflorestamentos ciliares de 10 a 15 anos, comparáveis a outras áreas em restauração, demonstram o adequado desenvolvimento estrutural dessas comunidades. A mortalidade dos indivíduos plantados avaliados e o recrutamento de novas espécies são indicativos do processo de sucessão pelo autodesbaste das espécies dos grupos iniciais, o que permite inferir sobre a sustentabilidade de tais reflorestamentos;
- os elevados valores médios de altura e DAP das espécies nativas da região, *Anadenanthera peregrina*, *Ceiba speciosa* e *Cecropia pachystachia* e das espécies não nativas: *Clitoria fairchildiana*, *Ficus gomelleira*, *Joannesia princeps* e *Syzygium jambolanum*, demonstram a adaptabilidade destas e sugerem o seu emprego em futuros projetos de recuperação de áreas, para a região de estudo;
- a regeneração natural foi verificada em reflorestamentos a partir de 4 anos. A alta densidade de indivíduos regenerantes das espécies *Anadenanthera peregrina*, *Leucaena leucocephala* e *Mimosa caesalpinifolia*, observada nas áreas 14B, 8B e 7A, respectivamente e a baixa diversidade nestas áreas podem representar a tendência a dominância de poucas espécies no estrato regenerante, resultado não esperado quando se almeja a restauração estrutural e funcional dos ecossistemas;
- a similaridade entre os estratos arbóreo e regenerante atingiu valores de até 40%, mostrando que, mesmo com o plantio de poucas espécies (13 a 38 espécies), 60% da regeneração foi recrutada de áreas

remanescentes, embora eles sejam escassos na região, demonstrando a grande capacidade nucleadora desses plantios;

- o fechamento do dossel nos reflorestamentos deu-se a partir de 3 anos de idade, o que sugere a necessidade da utilização de maior densidade de mudas no plantio, o que diminuiria custos de manutenção, principalmente em áreas com alta ocorrência de capim-colonião (*Panicum maximum*).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTANASIO, C.M.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A.G. **Adequação ambiental de propriedades rurais**: recuperação de áreas degradadas: restauração de matas ciliares. Piracicaba: ESALQ, 2006. 65p.

BERG, E. van der; SANTOS, F.A.M. Aspectos da variação ambiental em uma floresta de galeria em Itutinga, MG, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.2, p.83-98, 2003.

BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPOSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: ÁGUA E BIODIVERSIDADE, 2002, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. CD-ROM.

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

BUDKE, J.C.; JARENKOW, J.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Relationships between tree component structure, topography and soils of a riverside forest, Rio Botucaraí, Southern Brazil. **Plant Ecology**, v.189, n.2, p.187-200, 2006.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. **INPE**. 2006. Disponível em:
<<http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitorbrasil.shtml>>. Acesso em: 23 jun. 2008.

CUNHA, L.O.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA, A.D.; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Análise multivariada da vegetação como ferramenta para avaliar a reabilitação de dunas litorâneas mineradas em Mataracá, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.4, p.503-515, 2003.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E.R. Recomposição de mata ciliar em domínio cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.56, p.135-144, dez. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

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

FINEGAN, B. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. **Tree**, v.11, n.3, p.119-123, 1996.

FREIRE, M. **Chuva de sementes, banco de sementes do solo e deposição de serrapilheira como bioindicadores ambientais**. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p.185-206, 2001.

LOPES, K.P.; SOUZA, V.C.; ANDRADE, L.A.; DORNELAS, G.V.; BRUNO, R.L.A. Estudo do banco de sementes em povoamentos florestais puros e em uma capoeira de Floresta Ombrófila Aberta, no município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v.20, n.1, p.105-113, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1, 368p.

McCUNE, B.; MELFORD, M.J. **Multivariate analysis of ecological data**. Version 5.10. Oregon Glaneden Beach: MjM Software Design, 1999.

MELO, A.C.G. **Reflorestamentos de restauração de matas ciliares: análise estrutural e método de monitoramento no médio vale do Paranapanema**. 2004. 151p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

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, 2007.

MORAN, E.F.; BRONDIZIO, E.S.; TUCKER, J.M.; SILVA-FORSBERG, M.C.; McCracken, S.; FALESI, I. Effects of soil fertility and land use on forest succession in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, n.139, p.93-108, 2000.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Willey & Sons, 1974. 547p.

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

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D.A. Effect of flooding regime and understory bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brasil. **Vegetatio**, Dordrecht, v.113, n.2, p.99-124, 1994a.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; GAVILANES, M.L.; CARVALHO, D.A. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in Southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v.51, n.4, p.524-558, 1994b.

OLIVEIRA FILHO, A.T.; VILELA, E.A.; GAVILANES, M.; CARVALHO, D.A. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande**. Lavras: UFLA, 1995. 27p.

PAGANO, S.N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.109-124.

PARROTA, J.A.; KNOWLES, O.H. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mine lands in the brasilian Amazon. **Restoration Ecology**, v.7, n.2, p.103-116, 1999.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2001. p.235-248.

SIQUEIRA, L.P. de. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116p. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SORREANO, M.C.M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas com diferentes idades**. 2002. 144p. Dissertação (Mestrado em

Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SOUZA, F.M.; BATISTA, J.L.F. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v.191, p.185-200, 2004.

SOUZA, J.S.; ESPÍRITO-SANTO, F.D.B.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; BOTEZELLI, L. Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.2, p.185-206, 2003.

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

TER BRAAK, C.J.F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio**, Dordrecht, n.69, p.69-77, 1987.

TER BRAAK, C.F.J. Ordination. In: JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; TOGEREN, O.F.R. van (Ed.). **Data analysis in community landscape ecology**. Cambridge: Cambridge University, 1995. p.91-173.

VILELA, E.A.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; CARVALHO, D.A. Fitossociologia de floresta ripária do baixo Rio Grande, Conquista, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n.4, p.423-433, 1999.

VITAL, A.R.T.; GUERRINI, I.A.; FRANKEN, W.K.; FONSECA, R.C.B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

6 ANEXOS

TABELA A1 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 15 anos (Área “A”), no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC(%)
<i>Cedrela fissilis</i>	9,80	16,29	5	66	1,981	3	15,08
<i>Clitoria fairchildiana</i>	16,60	25,55	6	79	4,097	3	26,09
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,30	17,32	7	92	2,921	4	21,80
<i>Hevea brasiliensis</i>	11,30	5,49	4	53	0,236	3	5,80
<i>Hymenaea coubaril</i>	1,50	1,59	1	13	0,003	1	1,19
<i>Leucaena leucocephala</i>	10,30	13,66	7	92	1,717	1	16,21
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	4,10	5,80	3	39	0,116	1	4,07
<i>Maclura tinctoria</i>	4,00	8,11	2	26	0,151	1	3,06
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	3,70	3,66	4	53	0,167	2	5,48
<i>Myrcia tomentosa</i>	7,00	9,23	1	13	0,088	1	1,59
<i>Myroxylon peruiferum</i>	4,70	6,94	5	66	0,344	1	7,48
<i>Myrsine umbellata</i>	9,00	9,87	1	13	0,101	1	1,64
<i>Parapiptadenia rigida</i>	8,80	23,50	9	118	7,247	4	44,25
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	6,00	12,73	1	13	0,167	1	1,95
<i>Sapindus saponaria</i>	7,50	8,28	2	26	0,177	1	3,17
<i>Schinus terebinthifolia</i>	6,10	8,34	24	316	1,918	4	37,14
<i>Tabebuia alba</i>	7,00	6,67	2	26	0,094	1	2,79
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1,50	2,23	1	13	0,005	1	1,20

TABELA A2 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 14 anos (Área “B”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC
<i>Acacia auriculiformis</i>	10,30	14,75	3	20	0,414	3	2,70
<i>Acacia Mangium</i>	14,70	26,52	8	54	3,416	3	12,55
<i>Albizia lebbek</i>	12,00	28,97	1	7	0,445	1	1,61
<i>Anadenanthera peregrina</i>	10,70	21,87	17	115	7,444	6	27,09
<i>Annona muricata</i>	8,00	13,83	7	47	0,976	4	6,33
<i>Apeiba tiborbou</i>	8,00	23,87	1	7	0,302	1	1,28
<i>Cassia grandis</i>	12,00	18,46	1	7	0,181	1	1,00
<i>Cedrela fissilis</i>	12,00	20,69	1	7	0,227	1	1,11
<i>Ceiba speciosa</i>	16,30	56,34	3	20	5,224	2	13,82
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	8,00	17,90	2	14	0,353	2	1,98
<i>Ficus gomelleira</i>	12,30	28,81	6	41	5,103	5	15,28
<i>Inga marginata</i>	8,50	15,92	2	14	0,304	2	1,86
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	4,00	6,68	2	14	0,058	2	1,30
<i>Jacaranda puberula</i>	4,20	8,28	2	14	0,077	2	1,34
<i>Leucaena leucocephala</i>	6,30	11,59	4	27	0,425	3	3,31
<i>Lithraea molleoides</i>	6,30	9,78	3	20	0,158	2	2,11
<i>Machaerium opacum</i>	4,50	6,58	3	20	0,070	3	1,91
<i>Maclura tinctoria</i>	4,00	7,35	2	14	0,057	2	1,30
<i>Matayba juglandifolia</i>	6,50	7,72	1	7	0,032	1	0,65
<i>Melia azedarach</i>	11,70	32,89	3	20	1,967	3	6,29
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	12,00	10,50	1	7	0,059	1	0,72
<i>Myroxilom peruiferum</i>	7,50	8,91	2	14	0,095	2	1,38
<i>Pachira aquatica</i>	2,50	6,37	1	7	0,022	1	0,63
<i>Parapiptadenia rigida</i>	11,00	33,42	3	20	1,494	3	5,20
<i>Paratecoma peroba</i>	9,00	16,34	9	61	1,574	5	8,87
<i>Platypodium elegans</i>	6,00	12,41	1	7	0,082	1	0,77
<i>Pseudobombax tomentosum</i>	4,80	6,01	8	54	0,189	4	5,09
<i>Psidium guajava</i>	4,00	5,09	2	14	0,033	1	1,24
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	6,00	8,59	1	7	0,039	1	0,67
<i>Schinus terebinthifolia</i>	6,50	10,50	5	34	0,306	4	3,61
<i>Syzygium jambolanum</i>	9,60	21,56	30	203	8,899	8	38,01
<i>Tabebuia roseo-alba</i>	7,00	11,02	36	243	2,920	7	27,68
<i>Trema micrantha</i>	12,00	24,83	1	7	0,327	1	1,34

TABELA A3 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 14 anos (Área “C”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC(%)
<i>Acacia mangium</i>	23,70	36,72	4	28	12,554	2	14,78
<i>Anadenanthera peregrina</i>	13,20	22,93	22	155	30,027	5	42,25
<i>Calophyllum brasiliense</i>	10,00	20,05	1	7	0,929	1	1,48
<i>Clitoria fairchildiana</i>	10,60	18,77	6	42	7,418	4	10,75
<i>Copaifera langsdorffii</i>	3,70	3,74	2	14	0,093	2	1,20
<i>Croton floribundus</i>	14,40	19,44	8	56	7,903	3	12,35
<i>Croton urucurana</i>	2,50	3,18	1	7	0,023	1	0,58
<i>Ficus gomelleira</i>	11,00	18,29	9	64	9,714	4	14,71
<i>Genipa americana</i>	8,40	9,79	4	28	1,034	3	3,26
<i>Hymenaea courbaril</i>	1,10	1,59	1	7	0,006	1	0,56
<i>Inga marginata</i>	4,80	7,44	15	106	2,488	6	10,82
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	8,00	5,41	1	7	0,068	1	0,62
<i>Machaerium aculeatum</i>	11,00	12,73	1	7	0,708	1	1,26
<i>Mangifera indica</i>	8,00	23,08	1	7	1,230	1	1,79
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	6,30	6,49	8	56	0,980	4	5,42
<i>Myroxylon peruiferum</i>	7,90	5,69	8	56	0,636	4	5,08
<i>Myrsine umbellata</i>	8,70	16,39	2	14	1,256	1	2,37
<i>Pachira aquatica</i>	4,70	6,37	2	14	0,225	2	1,34
<i>Parapiptadenia rigida</i>	13,20	23,08	5	35	1,815	3	4,59
<i>Platypodium elegans</i>	11,00	12,73	1	7	0,374	1	0,93
<i>Psidium guajava</i>	5,60	6,86	30	212	3,602	6	20,27
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	4,70	8,28	2	14	0,373	2	1,48
<i>Schinus terebinthifolia</i>	4,80	6,39	10	71	0,977	5	6,53
<i>Syzygium jambolanum</i>	10,50	22,13	8	56	10,668	2	15,11
<i>Tabebuia crysotricha</i>	2,80	3,50	10	71	0,314	4	5,87
<i>Tabebuia roseo alba</i>	4,00	6,68	1	7	0,103	1	0,66
<i>Tipuana tipu</i>	8,00	8,12	1	7	0,152	1	0,71
<i>Triplaris brasiliana</i>	5,00	5,31	9	64	0,667	3	5,67
<i>Xylopia aromatica</i>	11,00	14,39	7	49	3,663	4	7,55

TABELA A4 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 13 anos (Área “H”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC(%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	17,00	27,31	4	8	0,543	3	4,58
<i>Anadenanthera peregrina</i>	15,00	24,08	55	112	6,173	5	54,19
<i>Cecropia pachystachia</i>	6,10	8,72	5	10	0,076	2	1,63
<i>Cedrela fissilis</i>	5,90	9,27	26	53	0,398	5	8,48
<i>Ceiba speciosa</i>	9,30	20,90	3	6	0,382	2	3,26
<i>Celtis iguanea</i>	3,50	3,18	1	2	0,002	1	0,23
<i>Clitoria fairchildiana</i>	17,50	18,10	2	4	0,108	2	1,18
<i>Copaifera langsdorffii</i>	7,70	7,32	2	4	0,018	1	0,56
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	8,00	15,60	1	2	0,039	1	0,49
<i>Guarea guidonea</i>	5,50	6,84	2	4	0,016	1	0,55
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,00	15,60	1	2	0,039	1	0,49
<i>Hymenaea courbaril</i>	9,60	9,83	39	79	0,700	5	13,43
<i>Inga marginata</i>	6,80	9,59	48	97	0,937	5	17,04
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	5,00	4,46	2	4	0,007	2	0,49
<i>Lithrea molleoides</i>	4,60	4,96	14	28	0,063	5	3,54
<i>Luehea paniculata</i>	11,00	11,67	1	2	0,022	1	0,37
<i>Machaerium aculeatum</i>	12,00	19,26	2	4	0,119	2	1,25
<i>Machaerium villosum</i>	8,00	7,96	1	2	0,010	1	0,29
<i>Maclura tinctoria</i>	4,50	6,49	14	28	0,106	4	3,83
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	7,30	9,30	53	108	1,999	5	25,37
<i>Myroxylon peruiferum</i>	8,10	9,63	15	30	0,323	5	5,53
<i>Myrsine umbellata</i>	4,30	3,50	3	6	0,007	2	0,71
<i>Parapiptadenia rigida</i>	14,40	24,22	5	10	0,533	3	4,74
<i>Platymenia reticulata</i>	5,10	8,12	15	30	0,180	5	4,56
<i>Platypodium elegans</i>	12,90	15,25	18	34	0,726	5	8,71
<i>Psidium guajava</i>	6,50	6,75	59	120	0,482	5	16,39
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	3,00	3,82	1	2	0,002	1	0,24
<i>Sapindus saponaria</i>	7,50	4,88	3	6	0,012	3	0,75
<i>Sapium glandulatum</i>	3,30	5,52	3	6	0,020	3	0,81
<i>Syzygium jambolanum</i>	8,00	12,71	9	18	0,286	4	3,95
<i>Tabebuia alba</i>	6,50	5,57	1	2	0,003	1	0,24
<i>Tabebuia crysotricha</i>	5,60	4,55	22	45	0,078	5	5,42
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6,90	8,67	21	43	0,299	4	6,70

TABELA A5 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 12 anos (Área “D”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC(%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	18,50	25,39	2	9	0,542	1	2,76
<i>Acacia mangium</i>	15,50	49,02	2	9	1,832	2	6,77
<i>Anadenanthera peregrina</i>	12,30	22,61	12	53	2,526	7	14,28
<i>Caesalpineia ferrea</i>	3,00	4,14	1	4	0,006	1	0,55
<i>Cedrela fissilis</i>	7,00	11,25	3	13	0,132	3	2,01
<i>Ceiba speciosa</i>	9,00	33,37	3	13	1,364	2	5,85
<i>Clitoria fairchildiana</i>	10,20	19,60	42	184	6,482	9	42,64
<i>Cordia sellowiana</i>	7,50	9,23	4	18	0,152	2	2,61
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	5,00	3,50	1	4	0,004	1	0,55
<i>Ficus gomelleira</i>	13,60	37,08	15	66	9,651	6	38,07
<i>Guazuma ulmifolia</i>	10,00	17,98	4	18	0,559	3	3,88
<i>Hymenaea coubaril</i>	3,90	5,73	5	22	0,075	3	2,91
<i>Inga marginata</i>	4,70	7,34	21	92	0,562	9	12,98
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	5,00	6,05	2	9	0,028	2	1,16
<i>Joannesia princeps</i>	15,40	34,72	8	35	3,869	5	16,32
<i>Maclura tinctoria</i>	6,20	11,49	4	18	0,190	2	2,73
<i>Melia azedarach</i>	11,40	23,53	10	44	2,013	7	11,62
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5,90	7,36	4	18	0,078	4	2,38
<i>Parapiptadenia rigida</i>	9,80	12,12	8	35	0,511	5	5,87
<i>Psidium guajava</i>	4,20	4,80	6	26	0,057	5	3,38
<i>Sapium glandulatum</i>	6,00	12,41	1	4	0,053	1	0,70
<i>Schinus terebinthifolia</i>	5,60	8,41	21	92	0,558	8	12,97
<i>Syzygium jambolanum</i>	7,40	17,14	7	31	0,866	3	6,44
<i>Triplaris brasiliana</i>	5,00	5,41	1	4	0,010	1	0,57

TABELA A6 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 10 anos (Área “E”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Nome científico	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Acacia auriculiformis</i>	14,00	18,14	1	4	0,097	1	0,95
<i>Acacia mangium</i>	11,50	22,28	1	4	0,147	1	1,23
<i>Acacia polyphylla</i>	12,50	13,89	2	8	0,116	2	1,45
<i>Anadenanthera peregrina</i>	15,30	28,71	6	23	1,525	3	11,03
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	3,20	3,48	9	34	0,045	7	3,84
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6,00	6,68	1	4	0,013	1	0,47
<i>Cedrela fissilis</i>	10,30	18,99	3	11	0,344	2	3,14
<i>Ceiba speciosa</i>	3,00	4,46	1	4	0,006	1	0,43
<i>Clitoria fairchildiana</i>	11,70	23,1	35	132	6,349	17	49,90
<i>Copaifera langsdorffii</i>	4,30	5,59	11	41	0,142	7	5,18
<i>Cordia sellowiana</i>	4,00	8,59	1	4	0,022	1	0,52
<i>Croton floribundus</i>	12,00	25,78	1	4	0,197	1	1,51
<i>Daphnopsis brasiliensis</i>	6,00	12,57	1	4	0,047	1	0,66
<i>Delonix regia</i>	13,00	25,78	1	4	0,197	1	1,51
<i>Dilodendron bipinnatum</i>	3,00	4,77	1	4	0,007	1	0,44
<i>Eugenia uniflora</i>	1,30	0,95	1	4	0,001	1	0,40
<i>Ficus gomelleira</i>	11,00	21,94	9	34	1,544	6	12,33
<i>Genipa americana</i>	6,20	8,61	19	72	0,519	10	10,51
<i>Guazuma ulmifolia</i>	11,60	19,34	19	72	2,221	11	20,14
<i>Hymenaea courbaril</i>	5,90	7,12	4	15	0,071	2	2,00
<i>Inga marginata</i>	5,70	9,39	13	49	0,484	8	7,92
<i>Jacaranda puberula</i>	10,00	21,01	1	4	0,131	1	1,14
<i>Machaerium aculeatum</i>	10,00	18,14	1	4	0,097	1	0,95
<i>Maclura tinctoria</i>	4,00	4,12	21	79	0,120	8	9,05
<i>Mimosa sp.</i>	7,10	7,02	3	11	0,053	1	1,49
<i>Mutingia calabura</i>	6,50	8,59	2	8	0,049	2	1,07
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	8,40	12,51	8	30	0,417	5	5,55
<i>Myroxylon peruiferum</i>	5,50	8,63	9	34	0,326	8	5,43
<i>Myrsine umbellata</i>	7,00	7,96	1	4	0,019	1	0,50
<i>Paquiria aquatica</i>	5,00	2,55	1	4	0,002	1	0,41
<i>Parapiptadenia rigida</i>	10,90	21,61	5	19	0,729	4	6,12
<i>Prunus salicina</i>	2,90	3,18	3	11	0,009	3	1,25
<i>Psidium guajava</i>	4,70	6,67	4	15	0,064	4	1,96
<i>Schinus terebinthifolia</i>	5,80	8,12	31	117	0,705	12	16,34

...Continua...

TABELA A6 ...Cont...

<i>Sizygium jambolanum</i>	8,00	15	8	30	0,686	5	7,07
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	1,90	1,8	3	11	0,003	2	1,21
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	5,30	6,2	9	34	0,113	7	4,23
<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	8,20	11,96	1	4	0,042	1	0,64

TABELA A7 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 8 anos (Área “F”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Acacia polyphylla</i>	9,70	12,74	18	64	0,930	12	14,58
<i>Albizia arleri</i>	3,30	4,24	3	11	0,020	1	1,17
<i>Anadenanthera peregrina</i>	10,00	21,11	16	57	2,222	11	25,94
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	2,80	1,91	3	11	0,003	2	1,02
<i>Astronium fraxinifolium</i>	8,00	11,14	13	46	0,472	10	8,66
<i>Cedrela fissilis</i>	5,00	8,28	4	14	0,088	4	2,14
<i>Ceiba speciosa</i>	2,70	10,82	5	18	0,381	5	5,19
<i>Clitoria fairchildiana</i>	8,10	12,65	6	21	0,282	4	4,60
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	4,90	6,07	4	14	0,043	3	1,72
<i>Ficus gomelleira</i>	6,40	9,96	22	78	0,836	13	15,02
<i>Genipa americana</i>	4,40	6,15	9	32	0,148	8	4,34
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,00	15,44	13	46	0,985	9	13,44
<i>Hymenaea courbaril</i>	3,90	4,22	4	14	0,023	4	1,53
<i>Hymenaea stignocarpa</i>	4,40	5,98	14	50	0,169	9	6,18
<i>Inga marginata</i>	4,20	6,02	20	71	0,264	14	9,04
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	4,10	5,64	18	64	0,225	10	8,01
<i>Lafoensia pacari</i>	4,50	4,36	6	21	0,033	5	2,28
<i>Maclura tinctoria</i>	3,00	2,47	4	14	0,007	3	1,38
<i>Melia azedarach</i>	7,00	10,60	3	11	0,107	3	1,98
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5,90	8,46	34	121	0,807	16	18,69
<i>Ochroma pyramidale</i>	10,80	32,68	3	11	0,913	2	9,48
<i>Parapiptadenia rigida</i>	8,90	10,98	7	25	0,245	4	4,58
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	6,40	7,76	4	14	0,080	4	2,06
<i>Psidium guajava</i>	4,60	6,31	9	32	0,116	7	4,04
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	4,00	4,90	13	46	0,107	9	5,27
<i>Schinus terebinthifolia</i>	6,30	10,51	20	71	0,699	12	13,08
<i>Sloanea monosperma</i>	2,70	2,44	2	7	0,003	2	0,69
<i>Solanaceae 1</i>	3,20	4,20	8	29	0,046	6	3,06

...Continua...

TABELA A7 ...Cont...

<i>Syzygium jambolanum</i>	5,50	12,25	4	14	0,296	4	4,07
<i>Tabebuia alba</i>	4,00	4,77	1	4	0,006	1	0,39
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	4,50	3,92	10	36	0,050	6	3,75
<i>Tabebuia serratifolia</i>	2,50	3,18	1	4	0,003	1	0,36
<i>Tipuana tipu</i>	7,00	13,05	1	4	0,048	1	0,77
<i>Trema micrantha</i>	6,7	12,57	2	7	0,091	1	1,50

TABELA A8 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 8 anos (Área "I") em tributário do Rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Anadenanthera peregrina</i>	10,80	17,19	38	198	5,907	2	67,35
<i>Cedrela fissilis</i>	5,30	7,16	2	10	0,042	2	1,52
<i>Clitoria fairchildiana</i>	12,40	14,27	7	36	0,646	2	9,08
<i>Copaifera langsdorffii</i>	3,80	3,08	3	16	0,012	1	1,90
<i>Ficus sp.</i>	4,70	5,01	3	16	0,036	1	2,08
<i>Ficus gomelleira</i>	4,70	5,81	2	10	0,034	1	1,46
<i>Guazuma ulmifolia</i>	11,50	13,84	12	63	1,015	2	14,87
<i>Hymenaea courbaril</i>	13,30	2,53	6	31	0,040	1	3,92
<i>Hymenaea stignocarpa</i>	4,50	4,24	3	16	0,025	1	1,99
<i>Inga marginata</i>	3,80	5,94	3	16	0,074	2	2,37
<i>Leucaena leucocephala</i>	10,30	11,49	24	125	1,484	1	25,63
<i>Lithrea molleoides</i>	18,50	4,61	2	10	0,022	1	1,37
<i>Luehea paniculata</i>	6,00	7,32	1	5	0,022	1	0,77
<i>Machaerium aculeatum</i>	3,00	2,55	1	5	0,003	1	0,62
<i>Maclura tinctoria</i>	5,80	8,01	7	36	0,177	2	5,55
<i>Matayba juglandifolia</i>	4,00	5,21	2	10	0,026	1	1,40
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	8,30	12,14	3	16	0,186	1	3,21
<i>Mutingia calabura</i>	7,40	8,78	17	89	0,707	1	15,57
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	11,20	12,02	9	47	0,815	2	11,55
<i>Myroxylon peruiferum</i>	4,60	5,16	9	47	0,114	2	6,28
<i>Parapiptadenia rigida</i>	6,00	13,05	1	5	0,070	1	1,13
<i>Platymenia reticulata</i>	12,00	11,62	1	5	0,055	1	1,02
<i>Platypodium elegans</i>	6,50	9,55	2	10	0,101	1	1,97
<i>Sapindus saponaria</i>	5,00	5,09	1	5	0,011	1	0,68
<i>Schizolobium parahyba</i>	22,70	35,92	3	16	1,618	1	13,98
<i>Senna multijuga</i>	5,00	5,52	1	5	0,012	1	0,70
<i>Syzygium jambolanum</i>	5,00	5,52	2	10	0,028	1	1,42
<i>Tabebuia alba</i>	2,50	2,86	1	5	0,003	1	0,63

TABELA A9 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 7 anos (Área “J”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Anadenanthera peregrina</i>	9,00	19,74	1	12	0,378	1	6,11
<i>Ceiba speciosa</i>	3,10	7,88	4	49	0,272	2	9,22
<i>Clitoria fairchildiana</i>	8,50	11,27	2	25	0,249	2	6,00
<i>Croton urucurana</i>	9,50	14,13	8	99	1,611	6	31,55
<i>Enterolobium contotisiliquum</i>	6,40	12,57	5	62	0,956	3	19,09
<i>Ficus gomelleira</i>	11,30	14,45	5	62	1,091	3	20,75
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	4,00	5,25	1	12	0,027	1	1,80
<i>Lithrea molleoides</i>	4,30	6,61	5	62	0,260	2	10,55
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	10,30	10,48	13	160	1,423	4	36,59
<i>Mutingia calabura</i>	7,00	16,63	2	25	0,667	2	11,13
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	4,20	3,66	2	25	0,026	2	3,26
<i>Pachira aquatica</i>	3,50	3,13	2	25	0,009	2	3,05
<i>Psidium guajava</i>	4,90	4,81	10	123	0,269	3	18,01
<i>Sapindus saponaria</i>	3,50	2,97	1	12	0,009	1	1,58
<i>Schizolobium parahyba</i>	11,00	23,24	1	12	0,524	1	7,90
<i>Solanaceae 1</i>	4,00	6,82	1	12	0,045	1	2,02
<i>Syzygium jambolanum</i>	4,00	7,32	4	49	0,327	2	9,90
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1,50	1,27	1	12	0,002	1	1,49

TABELA A10 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 6 anos (Área “L”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Anadenanthera peregrina</i>	5,00	8,12	2	33	0,171	1	5,90
<i>Apuleia leiocarpa</i>	2,80	1,59	2	33	0,008	1	4,16
<i>Cecropia pachystachia</i>	2,50	3,50	2	33	0,038	2	4,49
<i>Ceiba speciosa</i>	7,00	33,26	2	33	3,641	2	42,81
<i>Clitoria fairchildiana</i>	4,00	4,27	1	16	0,023	1	2,29
<i>Croton floribundus</i>	5,30	9,99	5	82	0,770	3	18,39
<i>Croton urucurana</i>	2,10	1,75	1	16	0,004	1	2,08
<i>Ficus gomelleira</i>	1,80	1,67	2	33	0,008	1	4,17
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7,50	21,65	2	33	1,378	2	18,74
<i>Inga marginata</i>	2,00	0,95	1	16	0,001	1	2,05
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	4,00	6,37	2	33	0,105	2	5,20
<i>Lithrea molleoides</i>	2,50	0,95	1	16	0,001	1	2,05
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5,00	4,46	1	16	0,025	1	2,31
<i>Ochroma pyramidale</i>	9,00	26,26	1	16	0,885	1	11,45
<i>Parapiptadenia rigida</i>	6,00	11,22	2	33	0,353	1	7,84
<i>Psidium guajava</i>	2,90	2,45	5	82	0,044	3	10,68
<i>Schizolobium parahyba</i>	4,30	10,28	11	180	1,741	3	40,97
<i>Sebastiania schottiana</i>	5,10	3,57	2	33	0,033	2	4,43
<i>Tabebuia alba</i>	4,50	5,57	2	33	0,080	1	4,93
<i>Tabebuia roseo alba</i>	1,60	1,59	1	16	0,003	1	2,08
<i>Triplaris brasiliana</i>	5,00	8,28	1	16	0,088	1	2,98

TABELA A11 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 5 anos (Área “M”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Albizia niopoides</i>	2,50	2,71	2	30	0,027	2	2,64
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1,90	1,27	2	30	0,004	1	2,24
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	1,90	1,43	6	89	0,022	3	6,89
<i>Cedrela fissilis</i>	1,50	2,39	2	30	0,016	1	2,45
<i>Ceiba speciosa</i>	5,00	23,55	2	30	1,316	2	24,74
<i>Croton floribundus</i>	6,50	8,10	2	30	0,161	1	4,94
<i>Croton urucurana</i>	2,50	2,74	1	15	0,009	1	1,24
<i>Eugenia uniflora</i>	1,40	0,80	2	30	0,002	1	2,20
<i>Ficus gomelleira</i>	2,10	1,03	1	15	0,001	1	1,11
<i>Ficus 1</i>	4,00	5,41	1	15	0,034	1	1,67
<i>Genipa americana</i>	2,50	4,38	4	60	0,139	1	6,73
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2,40	4,14	1	15	0,020	1	1,43
<i>Hymenaea courbaril</i>	1,50	0,95	1	15	0,001	1	1,11
<i>Inga marginata</i>	2,30	2,27	4	60	0,026	2	4,79
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	2,90	4,27	5	74	0,124	2	7,55
<i>Lafoensia pacari</i>	2,20	1,74	4	60	0,015	2	4,61
<i>Lithrea molleoides</i>	2,50	2,55	1	15	0,008	1	1,22
<i>Maclura tinctoria</i>	4,50	2,83	1	15	0,009	1	1,25
<i>Mutingia calabura</i>	5,60	9,06	5	74	0,568	2	15,17
<i>Myrsine umbellata</i>	2,00	2,55	1	15	0,008	1	1,22
<i>Ochroma pyramidale</i>	6,50	21,33	2	30	1,236	2	23,37
<i>Psidium guajava</i>	3,50	2,11	4	60	0,021	2	4,71
<i>Pterogyne nitens</i>	3,00	2,03	3	45	0,016	2	3,54
<i>Schizolobium parahyba</i>	6,70	14,96	2	30	0,524	1	11,16
<i>Solanaceae 1</i>	5,00	5,67	1	15	0,038	1	1,73
<i>Swietenia macrophylla</i>	3,50	4,14	1	15	0,020	1	1,43
<i>Syzygium jambolanum</i>	3,60	2,33	13	193	0,101	3	15,86
<i>Tabebuia crysotricha</i>	0,50	0,95	1	15	0,001	1	1,11
<i>Tabebuia roseo alba</i>	1,60	0,95	1	15	0,001	1	1,11
<i>Trema micrantha</i>	4,50	5,16	4	60	0,125	1	6,48
<i>Triplaris brasiliana</i>	5,60	9,01	12	179	1,241	2	34,32

TABELA A12 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 4 anos anos (Área “N”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Albizia miopoides</i>	3,10	4,45	7	85	0,143	3	8,04
<i>Anadenanthera peregrina</i>	3,40	5,22	5	60	0,154	2	6,53
<i>Apuleia leiocarpa</i>	12,00	2,23	1	12	0,005	1	0,91
<i>Bixa orellana</i>	3,20	4,30	3	36	0,066	1	3,52
<i>Ceiba speciosa</i>	4,20	15,52	4	48	1,027	1	18,92
<i>Clitoria fairchildiana</i>	9,00	23,55	1	12	0,526	1	8,82
<i>Croton urucurana</i>	2,50	5,57	1	12	0,029	1	1,29
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	3,50	4,68	4	48	0,086	2	4,67
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	3,80	5,40	8	97	0,232	3	10,24
<i>Lithrea molleoides</i>	3,80	5,06	7	85	0,173	3	8,51
<i>Mangifera indica</i>	1,50	0,95	1	12	0,001	1	0,85
<i>Moringa oleifera</i>	6,00	8,45	2	24	0,138	1	3,78
<i>Myroxylon peruiferum</i>	2,80	3,19	7	85	0,078	2	7,07
<i>Parapiptadenia rigida</i>	3,30	3,87	3	36	0,047	1	3,24
<i>Psidium guajava</i>	2,00	4,77	1	12	0,022	1	1,17
<i>Ricinus communis</i>	3,40	3,68	7	85	0,099	3	7,38
<i>Sapindus saponaria</i>	4,40	4,65	6	72	0,140	3	7,16
<i>Schinus mollis</i>	2,50	3,90	2	24	0,049	2	2,42
<i>Schinus terebinthifolia</i>	4,00	4,84	2	24	0,046	1	2,38
<i>Schizolobium parahyba</i>	5,10	14,28	12	145	2,648	1	50,22
<i>Stenolobium stans</i>	3,40	3,58	13	157	0,212	3	14,13
<i>Syzygium jambolanum</i>	3,70	5,81	6	72	0,193	1	7,97
<i>Tabebuia alba</i>	2,20	3,66	2	60	0,051	1	4,97
<i>Tabebuia cysotricha</i>	2,80	3,12	5	36	0,089	2	3,86
<i>Tapirira obtusa</i>	3,80	5,52	3	60	0,289	1	8,58
<i>Tipuana tipu</i>	6,20	7,66	5	12	0,029	3	1,29
<i>Trema micrantha</i>	3,50	5,57	1	12	0,029	1	1,29

TABELA A13 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 3 anos (Área “G”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Acacia polyphylla</i>	2,90	3,16	9	8	8,588	4	16,15
<i>Albizia lebbek</i>	2,30	2,36	2	2	0,839	1	2,52
<i>Albizia niopoides</i>	2,10	2,25	9	8	3,816	4	11,38
<i>Cariniana estrellensis</i>	2,20	1,66	4	3	0,939	1	4,30
<i>Ceiba speciosa</i>	2,50	4,28	3	3	2,124	1	4,64
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1,60	2,18	2	2	0,866	2	2,55
<i>Cordia sellowiana</i>	1,60	2,54	5	4	2,440	2	6,64
<i>Croton floribundus</i>	2,60	2,62	9	8	5,325	3	12,89
<i>Erytrina falcata</i>	1,80	1,43	3	3	0,738	1	3,26
<i>Ficus sp.</i>	2,80	2,34	4	3	2,105	2	5,47
<i>Ficus gomelleira</i>	1,70	0,85	1	1	0,053	1	0,89
<i>Genipa americana</i>	1,30	1,67	1	1	0,068	1	0,91
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,50	4,57	6	5	12,686	2	17,73
<i>Inga marginata</i>	1,50	1,86	8	7	2,694	2	9,42
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	1,50	2,69	3	3	4,773	2	7,29
<i>Luehea paniculata</i>	2,30	2,57	2	2	0,782	2	2,46
<i>Maclura tinctoria</i>	3,70	2,12	5	4	2,779	2	6,98
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1,50	1,27	1	1	0,188	1	1,03
<i>Myroxylon peruiferum</i>	1,00	0,95	1	1	0,068	1	0,91
<i>Ochroma pyramidale</i>	5,60	13,05	2	2	19,175	2	20,86
<i>Parapiptadenia rigida</i>	3,70	4,24	4	3	6,421	4	9,78
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	3,50	2,83	9	8	5,722	4	13,29
<i>Platypodium elegans</i>	2,80	2,50	2	2	1,376	2	3,06
<i>Pterigota brasiliensis</i>	2,90	3,55	5	4	4,614	1	8,82
<i>Riccinus communis</i>	1,60	1,60	1	1	0,188	1	1,03
<i>Schinus terebinthifolia</i>	2,30	3,10	2	2	1,625	1	3,31
<i>Senna multijuga</i>	2,70	2,84	1	1	0,152	1	0,99
<i>Stylogine ambigua</i>	1,80	1,59	2	2	0,337	1	2,02
<i>Tabebuia roseo alba</i>	0,90	0,95	2	2	0,436	1	2,12
<i>Tapirira guianensis</i>	2,30	1,66	6	5	1,641	4	6,68
<i>Trema micrantha</i>	3,70	4,46	3	3	5,163	2	7,68
<i>Zeyhera tuberculosa</i>	2,60	2,76	2	2	1,278	2	2,96

TABELA A14 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 2 anos (Área “O”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **DAP**: diâmetro à altura do peito médio (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m²/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **VC**: valor de cobertura da espécie (%).

Espécie	H	DAP	Ni	D	Do	p	VC (%)
<i>Aloysia virgata</i>	3,00	2,23	1	7	0,003	1	1,45
<i>Anadenanthera peregrina</i>	0,90	0,36	1	7	0,005	1	1,66
<i>Bauhinia longifolia</i>	1,90	1,08	3	22	0,006	1	4,08
<i>Cecropia pachystachia</i>	4,20	5,50	10	72	0,228	4	37,25
<i>Ceiba speciosa</i>	1,50	4,43	6	43	0,111	2	19,44
<i>Cordia sellowiana</i>	3,20	3,35	6	43	0,119	1	20,37
<i>Croton urucurana</i>	2,70	3,47	5	36	0,036	4	9,68
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2,80	3,85	10	72	0,134	4	26,54
<i>Lithrea molleoides</i>	2,50	1,63	7	51	0,011	1	9,13
<i>Melia azedarach</i>	2,50	3,00	9	65	0,065	3	17,58
<i>Mutingia calabura</i>	5,10	5,70	4	29	0,081	1	13,75
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	1,70	2,70	2	14	0,011	2	3,47
NI (não identificada) 1			1	7	0,001	1	1,29
<i>Prosopis juliflora</i>	1,20	0,64	1	7	0,000	1	1,15
<i>Pterigota brasiliensis</i>	1,10	0,80	1	7	0,001	1	1,29
<i>Syzygium jambolanum</i>	1,60	1,06	12	87	0,009	3	14,46
<i>Triplaris brasiliana</i>	2,40	1,69	9	65	0,053	4	16,14
<i>Zeyhera tuberculosa</i>	2,00	2,90	1	7	0,001	1	1,29

TABELA A15 - Parâmetros estruturais e florísticos para reflorestamento ciliar com 1 ano (Área “P”) em tributário do rio Grande. **H**: altura média (cm); **Ni**: número de indivíduos encontrados; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie.

Espécie	H	Ni	D	p
<i>Apuleia leiocarpa</i>	-	2	29	1
<i>Aspidosperma parvifolium</i>	0,20	1	14	1
<i>Genipa americana</i>	0,30	2	29	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0,30	1	14	1
<i>Hymenea courbaril</i>	0,40	5	72	1
<i>Inga marginata</i>	1,00	6	87	2
<i>Lithrea molleoides</i>	0,80	9	130	2
<i>Luehea paniculata</i>	0,10	1	14	1
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,30	4	58	1
<i>Psidium guajava</i>	0,40	17	246	3
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,50	23	333	3
<i>Syzygium jambolanum</i>	0,70	9	130	1
<i>Tamarindus indica</i>	0,40	9	130	3

TABELA A16 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 15 anos (Área “A”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia polyphylla</i>	6	1	375	40,63
<i>Anadenanthera peregrina</i>	6	2	375	181,25
<i>Anonaceae 1</i>	1	1	63	93,75
<i>Inga marginata</i>	1	1	63	25,00
<i>Leucaena leucocephala</i>	10	2	625	71,87
<i>Parapiptadenia rigida</i>	4	2	250	131,25
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	6	4	375	143,75
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	1	63	37,50

TABELA A17 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 14 anos (Área “B”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia auriculiformis</i>	1	1	38	38,46
<i>Anadenanthera peregrina</i>	7	2	269	50,00
<i>Annona muricata</i> L.	22	5	846	144,23
<i>Apeiba tiborbou</i>	1	1	38	3,85
<i>Cecropia pachystachia</i>	1	1	38	134,62
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1	1	38	23,08
<i>Guarea guidonea</i>	3	1	115	30,77
<i>Inga marginata</i>	1	1	38	15,38
<i>Leucaena leucocephala</i>	13	1	500	426,92
<i>Myroxylon peruiferum</i>	4	2	154	15,38
NI (não identificada) 2	2	1	77	7,69
<i>Pachira aquatica</i>	1	1	38	38,46
<i>Psidium guajava</i>	2	1	77	11,54
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	3	3	115	36,54
<i>Syzygium jambolanum</i>	4	2	154	19,23
<i>Tabebuia roseo alba</i>	2	2	77	19,23
<i>Triplaris brasiliana</i>	3	2	115	26,92
<i>Vernonia polyanthes</i>	6	2	231	57,69

TABELA A18 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 14 anos (Área “C”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Albizia lebeck</i>	2	1	77	19,23
<i>Allophyllus edulis</i>	1	1	38	15,38
<i>Anadenanthera peregrina</i>	9	4	346	226,92
<i>Astronium fraxinifolium</i>	1	1	38	96,15
<i>Casearia gossypiosperma</i>	2	2	77	130,77
<i>Casearia laseophyla</i>	4	3	154	146,15
<i>Casearia sylvestris</i>	2	1	77	76,92
<i>Cecropia pachystachia</i>	1	1	38	115,38
<i>Celtis iguanea</i>	4	2	154	319,23
<i>Clitoria fairchildiana</i>	6	2	231	153,85
<i>Copaifera langsdorfii</i>	3	3	115	61,54
<i>Croton floribundus</i>	1	1	38	15,38
<i>Dipterix alata</i>	27	4	1038	796,15
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	1	38	211,54
<i>Gyminanthus conculeum</i>	4	1	154	303,85
<i>Hevea brasiliensis</i>	1	1	38	76,92
<i>Inga marginata</i>	4	4	154	46,15
<i>Machaerium aculeatum</i>	6	3	231	100,00
<i>Matayba elaeagnoides</i>	29	4	1115	436,54
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	3	192	50,00
<i>Myroxylon peruiferum</i>	1	1	38	57,69
<i>Myrsine umbellata</i>	1	1	38	11,54
NI (não identificada) 3	1	1	38	23,08
NI (não identificada) 4	1	1	38	115,38
NI (não identificada) 5	1	1	38	134,62
<i>Piperaceae 1</i>	3	3	115	69,23
<i>Psidium guajava</i>	2	2	77	250,00
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	85	6	3269	2791,92
<i>Rollinea laurifolia</i>	5	3	192	207,69
<i>Sloania monosperma</i>	1	1	38	38,46
<i>Tabebuia crysotricha</i>	3	3	115	57,69
<i>Triplarias brasiliana</i>	1	1	38	57,69
<i>Vernonia polyanthes</i>	14	5	538	269,23
<i>Xylopia aromatica</i>	108	6	4154	7584,62
<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	3	2	115	123,08

TABELA A19 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 13 anos (Área “H”) em tributário do rio Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia auriculiformis</i>	1	1	12	30,49
<i>Albizia niopoides</i>	1	1	12	24,39
<i>Anadenanthera peregrina</i>	221	25	2695	2501,22
<i>Astronium fraxinifolium</i>	1	1	12	14,63
<i>Casearia laseophylla</i>	2	2	24	48,78
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	12	6,10
<i>Cecropia pachystachia</i>	1	1	12	18,29
<i>Cedrela fissilis</i>	1	1	12	21,95
<i>Celtis iguanea</i>	4	3	49	90,24
<i>Croton floribundus</i>	1	1	12	1,22
<i>Eugenia uniflora</i>	3	3	37	48,78
<i>Ficus gomelleira</i>	1	1	12	10,98
<i>Guarea guidonea</i>	13	9	159	342,07
<i>Inga marginata</i>	6	2	73	14,63
<i>Lithrea molleoides</i>	7	2	85	147,56
<i>Machaerium aculeatum</i>	6	4	73	214,02
<i>Mimosa sp.</i>	1	1	12	42,68
<i>Mircia falax</i>	1	1	12	13,41
<i>Myroxilom peruiferum</i>	17	3	207	89,02
<i>Myrsine umbellata</i>	2	2	24	5,61
NI (não identificada) 6	1	1	12	18,29
NI (não identificada) 7	11	8	134	23,78
<i>Nectandra nitidula</i>	1	1	12	36,59
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1	1	12	6,10
<i>Platypodium elegans</i>	3	3	37	14,63
<i>Psicotria sp.</i>	5	3	61	97,56
<i>Psidium guajava</i>	16	10	195	178,66
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	13	7	159	133,54
<i>Sapium gladulatum</i>	2	2	24	50,61
<i>Senna macranthera</i>	1	1	12	25,61
<i>Tabebuia crysotricha</i>	55	10	671	517,44
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1	1	12	24,39
<i>Trema micrantha</i>	1	1	12	30,49
<i>Vernonia polyanthes</i>	15	8	183	112,80

TABELA A20 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 12 anos (Área “D”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia polyphylla</i>	13	1	283	611,96
<i>Albizia niopoides</i>	2	1	43	173,91
<i>Anadenanthera peregrina</i>	2	2	43	15,22
<i>Casearia silvestris</i>	1	1	22	13,04
<i>Cecropia pachystachia</i>	3	1	65	163,04
<i>Celtis iguanea</i>	1	1	22	36,96
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	1	22	3,26
<i>Cordia sellowiana</i>	3	2	65	56,52
<i>Dipterix alata</i>	18	4	391	217,39
<i>Ficus gomelleira</i>	2	2	43	6,52
<i>Guarea guidonea</i>	23	9	500	572,83
<i>Inga marginata</i>	13	4	283	59,78
<i>Lauraceae 1</i>	1	1	22	21,74
<i>Maclura tinctoria</i>	6	1	130	43,48
<i>Melia azedarach</i>	1	1	22	10,87
<i>Psidium guajava</i>	1	1	22	8,70
<i>Schinus terebinthifolia</i>	3	1	65	123,91
<i>Syzygium jambolanum</i>	10	1	217	44,57
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	1	1	22	23,91
<i>Vernonia polyanthes</i>	11	4	239	154,35

TABELA A21 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 10 anos (Área “E”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia polyphylla</i>	71	5	1145	720,16
<i>Anadenanthera peregrina</i>	4	2	65	12,10
<i>Apeiba tiborbou</i>	2	2	32	143,55
<i>Astronium graveolens</i>	45	2	726	709,68
<i>Bixa orellana</i>	1	1	16	19,35
<i>Casearia silvestris</i>	1	1	16	9,68
<i>Cecropia pachystachia</i>	3	1	48	117,74
<i>Celtis iguanea</i>	4	1	65	230,65
<i>Cryptocaria aschersoniana</i>	1	1	16	8,06
<i>Ficus gomelleira</i>	1	1	16	6,45
<i>Genipa americana</i>	2	1	32	15,32
<i>Guarea guidonea</i>	12	4	194	197,58
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	2	32	4,52
<i>Inga marginata</i>	13	7	210	256,45
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	2	2	32	4,84
<i>Cordia sp.</i>	1	1	16	5,65
<i>Machaerium aculeatum</i>	7	2	113	64,52
<i>Maclura tinctoria</i>	1	1	16	3,23
<i>Mircia tomentosa</i>	1	1	16	3,23
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2	2	32	20,97
NI(não identificada) 6	1	1	16	2,42
NI (não identificada) 8	5	2	81	77,42
NI (não identificada) 9	1	1	16	19,35
NI (não identificada) 10	1	1	16	12,90
<i>Prunus salicina</i>	1	1	16	2,42
<i>Psidium guajava</i>	13	6	210	145,16
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	4	1	65	45,16
<i>Rollinea sericea</i>	2	1	32	21,77
<i>Rubiaceae 1</i>	2	2	32	19,35
<i>Sapium glandulatum</i>	2	2	32	11,29
<i>Schinus terebinthifolia</i>	11	6	177	262,90
<i>Senna macranthera</i>	1	1	16	2,42
<i>Solanacea 1</i>	6	1	97	141,94
<i>Syzygium jambolanum</i>	61	6	984	261,29

...Continua...

TABELA A21 ...Cont...

<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1	1	16	8,06
<i>Tapirira guianensis</i>	1	1	16	4,84
<i>Vernonia polyanthes</i>	16	7	258	123,39
<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	1	1	16	9,68

TABELA A22 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 8 anos (Área “F”) no entorno do reservatório da UHE de Volta Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia polyphylla</i>	716	14	12786	2669,11
<i>Anadenanthera peregrina</i>	12	1	214	32,14
<i>Annona muricata</i>	1	1	18	10,71
<i>Astronium fraxinifolium</i>	1	1	18	3,57
<i>Casearia sylvestris</i>	1	1	18	1,79
<i>Clitoria fairchildiana</i>	2	1	36	14,29
<i>Guarea guidonea</i>	17	5	304	123,21
<i>Inga marginata</i>	14	5	250	151,79
<i>Lafoensia pacari</i>	4	2	71	42,86
<i>Machaerium aculeatum</i>	7	1	125	57,14
<i>Mangifera indica</i>	2	1	36	16,07
<i>Myrsine umbellata</i>	17	2	304	210,71
NI (não identificada) 6	6	1	107	32,14
<i>Parapiptadenia rigida</i>	1	1	18	35,71
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	84	12	1500	355,71
<i>Schinus terebinthifolia</i>	11	5	196	88,39
<i>Syzygium jambolanum</i>	9	4	161	21,43
<i>Tabebuia crysotricha</i>	2	1	36	4,46
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	1	1	18	8,04

TABELA A23 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 8 anos (Área “T”) em tributário do rio Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Acacia polyphylla</i>	1	1	28	50,00
<i>Anadenanthera peregrina</i>	22	2	611	188,89
<i>Annona muricata</i>	1	1	28	13,89
<i>Casearia silvestris</i>	1	1	28	41,67
<i>Cecropia pachystachia</i>	1	1	28	361,11
<i>Cordia sellowiana</i>	1	1	28	11,11
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	11	1	306	411,11
<i>Guarea guidonea</i>	5	1	139	158,33
<i>Inga marginata</i>	1	1	28	2,78
<i>Leucaena leucocephala</i>	161	2	4472	3894,44
<i>Matayba juglandifolia</i>	1	1	28	69,44
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	3	1	83	80,56
<i>Mutingia calabura</i>	6	1	167	330,56
NI (não identificada) 12	14	1	389	41,67
NI (não identificada) 13	3	1	83	22,22
<i>Nectandra nitidula</i>	9	1	250	291,67
<i>Psidium guajava</i>	1	1	28	33,33

TABELA A24 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 7 anos (Área “J”) em tributário do rio Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Celtis iguanea</i>	1	1	83	41,67
<i>Cestrum laevigatum</i>	1	1	83	91,67
<i>Croton urucurana</i>	2	1	167	20,83
<i>Guarea guidonea</i>	2	2	167	16,67
<i>Maclura tinctoria</i>	2	2	167	41,67
<i>Malpighia emarginata</i>	1	1	83	50,00
<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	158	5	13167	5829,17
<i>Myrsine umbellata</i>	1	1	83	66,67
<i>Nectandra nitidula</i>	2	2	167	91,67
<i>Piperaceae 1</i>	2	1	167	75,00
<i>Rhamnidium elaeocarpus</i>	2	2	167	75,00
<i>Stylogine ambigua</i>	1	1	83	41,67
<i>Syzygium jambolanum</i>	2	1	167	20,83
<i>Vernonia polyanthes</i>	9	2	750	441,67

TABELA A25 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 5 anos (Área “M”) em tributário do rio Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Croton floribundus</i>	1	1	83	108,33
<i>Mutingia calabura</i>	21	2	1750	3112,50
<i>Triplaris brasiliana</i>	1	1	83	8,33

TABELA A26 - Parâmetros estruturais e florísticos para regeneração natural sob reflorestamento ciliar com 4 anos (Área “N”) em tributário do rio Grande. **Ni**: número de indivíduos encontrados; **p**: número de parcelas em que ocorre a espécie; **D**: densidade absoluta dos indivíduos (Ni/ha); **Do**: dominância absoluta dos indivíduos (m/ha).

Espécie	Ni	p	D	Do
<i>Ricinus comunis</i>	2	1	167	16,67
<i>Stenolobium stans</i>	13	1	1083	383,33

TABELAS A28 e A29 – Resultados das análises química e textural do solo na área 15A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P-REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	5,4	2,0	62	4,2	1,0	0,0	3,6	5,4	5,4	9,0	59,8	0	3,1	17,4
P2	5,7	2,8	131	4,6	1,2	0,0	2,6	6,1	6,1	8,7	70,3	0	2,1	15,1
P3	5,7	4,6	190	5,3	1,5	0,0	3,6	7,3	7,3	10,9	66,9	0	3,8	16,4
P4	5,5	5,8	36	4,7	1,3	0,0	4,5	6,1	6,1	10,6	57,5	0	2,9	16,4

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	19	16	65	Muito Argilosa
P2	15	16	69	Muito Argilosa
P3	16	17	67	Muito Argilosa
P4	21	18	61	Muito Argilosa

TABELAS A30 e A31 – Resultados das análises química e textural do solo na área 14A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P-REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	5,6	4,9	133	4,6	2,0	0,0	4,0	6,9	6,9	10,9	63,4	0	4,0	12,9
P2	5,7	1,4	101	2,8	1,6	0,0	4,5	4,7	4,7	9,2	50,9	0	3,1	8,8
P3	5,9	2,3	119	4,8	2,0	0,0	4,5	7,1	7,1	11,6	61,2	0	4,4	13,6
P4	6,3	2,5	137	5,4	2,1	0,0	2,9	7,8	7,8	10,8	73,0	0	3,7	14,0
P5	6,2	2,8	175	8,4	2,1	0,0	3,6	10,9	10,9	14,6	75,3	0	4,9	12,5
P6	6,0	2,0	72	5,4	2,1	0,0	4,0	7,7	7,7	11,7	65,8	0	4,6	13,6
P7	6,3	1,2	64	8,1	2,0	0,0	2,9	10,3	10,3	13,2	78,0	0	4,8	9,9
P8	6,0	1,2	41	8,4	1,8	0,0	4,0	10,3	10,3	14,3	72,0	0	4,4	10,2

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	16	24	60	Argilosa
P2	18	18	64	Muito Argilosa
P3	17	23	60	Argilosa
P4	16	27	57	Argilosa
P5	16	24	60	Argilosa
P6	14	22	64	Muito Argilosa
P7	16	24	60	Argilosa
P8	15	29	56	Argilosa

TABELAS A32 e A33 – Resultados das análises química e textural do solo na área 14B.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	5,9	1,2	101	5,6	1,8	0,0	4,0	7,7	7,7	11,7	65,7	0	4,3	12,2
P2	5,7	1,4	75	4,9	1,7	0,0	5,0	6,8	6,8	11,8	57,6	0	3,8	9,4
P3	5,9	1,2	120	4,2	1,4	0,0	2,9	5,9	5,9	8,8	67,1	0	2,6	4,9
P4	5,9	0,6	106	5,1	1,6	0,0	4,5	7,0	7,0	11,5	60,8	0	4,3	9,4
P5	5,7	0,4	36	4,5	1,3	0,2	4,5	5,9	6,1	10,4	56,7	3	3,8	11,8
P6	5,4	0,9	48	4,2	1,3	0,2	5,6	5,6	5,8	11,2	50,1	3	3,8	10,2

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	15	24	61	Muito Argilosa
P2	16	27	57	Argilosa
P3	19	20	61	Muito Argilosa
P4	18	23	59	Argilosa
P5	16	29	55	Argilosa
P6	13	24	63	Muito Argilosa

TABELAS A34 e A35– Resultados das análises química e textural do solo na área 13A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	5,9	2,3	56	4,6	1,3	0,0	4,0	6,0	6,0	10,0	60,2	0	3,3	18,8
P2	5,9	2,8	80	4,8	1,0	0,0	3,2	6,0	6,0	9,2	65,2	0	3,0	21,1
P3	6,0	3,4	133	5,6	1,5	0,0	3,2	7,4	7,4	10,6	69,9	0	2,9	11,5
P4	6,1	2,0	44	5,9	1,5	0,0	3,2	7,5	7,5	10,7	70,1	0	3,0	21,1
P5	6,1	2,8	48	8,7	1,6	0,0	2,9	10,4	10,4	13,3	78,2	0	3,4	21,7

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	39	19	42	Argilosa
P2	33	24	43	Argilosa
P3	22	25	53	Argilosa
P4	37	22	41	Argilosa
P5	38	22	40	Argilosa

TABELAS A36 e A37 – Resultados das análises química e textural do solo na área 12A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol/dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	6,2	3,7	50	5,6	2,0	0,0	2,9	7,7	7,7	10,6	72,7	0	4,0	11,8
P2	5,8	2,5	37	5,8	2,1	0,0	4,0	8,0	8,0	12,0	66,6	0	4,9	9,7
P3	6,0	2,5	45	7,5	2,1	0,0	2,9	9,7	9,7	12,6	77,0	0	5,3	12,2
P4	6,0	2,5	44	5,0	2,2	0,0	4,0	7,3	7,3	11,3	64,6	0	4,9	11,5
P5	5,8	2,5	64	5,3	1,8	0,0	4,5	7,3	7,3	11,8	61,7	0	4,8	14,0
P6	5,8	1,2	51	5,0	1,6	0,0	4,0	6,7	6,7	10,7	62,7	0	4,0	14,3
P7	6,0	0,9	51	4,9	1,5	0,0	3,2	6,5	6,5	9,7	67,1	0	4,1	15,1
P8	5,5	1,7	72	4,4	1,6	0,0	5,0	6,2	6,2	11,2	55,3	0	4,4	16,4
P9	6,3	3,4	203	4,8	3,3	0,0	2,3	8,6	8,6	10,9	78,9	0	4,4	16,0
P10	5,4	2,3	75	2,4	1,0	0,5	6,3	3,6	4,1	9,9	36,3	12	4,1	9,7
P11	5,1	4,3	70	2,4	1,2	0,5	7,0	3,8	4,3	10,8	35,1	12	4,1	9,7

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	22	21	57	Argilosa
P2	16	31	53	Argilosa
P3	14	31	55	Argilosa
P4	14	30	56	Argilosa
P5	14	28	58	Argilosa
P6	16	26	58	Argilosa
P7	14	21	65	Muito Argilosa
P8	13	20	67	Muito Argilosa
P9	18	25	57	Argilosa
P10	15	19	66	Muito Argilosa
P11	15	17	68	Muito Argilosa

TABELAS A38 e A39 – Resultados das análises química e textural do solo na área 10A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol/dm ³						%	dag/kg		mg/L	
P1	5,5	2,8	159	4,9	1,3	0,2	3,6	6,6	6,8	10,2	64,7	3	2,7	17,4
P2	5,6	1,7	83	7,5	1,7	0,0	3,2	9,4	9,4	12,6	74,6	0	2,9	15,1
P3	5,7	0,9	75	9,3	2,9	0,0	4,0	12,4	12,4	16,4	75,6	0	3,6	15,1
P4	5,5	1,4	55	8,7	1,6	0,0	5,6	10,4	10,4	16,0	65,1	0	4,1	16,0
P5	5,5	3,1	31	5,4	1,6	0,0	4,5	7,1	7,1	11,6	61,1	0	3,4	13,6
P6	5,7	10,8	27	4,7	2,0	0,0	4,0	6,8	6,8	10,8	62,9	0	3,1	16,0
P7	5,6	12,4	27	5,9	2,4	0,0	5,6	8,4	8,4	14,0	59,9	0	3,6	16,4
P8	5,4	6,5	28	3,3	1,3	0,3	5,0	4,7	5,0	9,7	48,3	6	2,7	15,1
P9	5,7	4,9	33	5,5	1,7	0,0	4,5	7,3	7,3	11,8	61,8	0	3,1	13,6
P10	5,6	4,0	31	5,5	1,7	0,2	4,5	7,3	7,5	11,8	61,8	3	3,4	15,1
P11	5,6	2,8	27	5,0	1,9	0,2	4,5	7,0	7,2	11,5	60,8	3	3,0	16,9
P12	5,6	5,2	33	5,6	1,9	0,0	5,6	7,6	7,6	13,2	57,5	0	4,6	17,4
P13	5,8	5,8	115	7,2	1,8	0,0	3,6	9,3	9,3	12,9	72,1	0	3,1	18,3
P14	5,6	3,4	144	5,3	1,6	0,2	5,6	7,3	7,5	12,9	56,5	3	3,8	20,5
P15	5,2	8,5	69	5,8	1,5	0,3	7,0	7,5	7,8	14,5	51,7	4	4,6	17,8
P16	6,1	9,6	246	5,8	2,0	0,0	2,6	8,4	8,4	11,0	76,4	0	4,0	20,5
P17	5,9	320,0	206	8,1	1,2	0,2	5,0	9,8	10,0	14,8	66,3	2	3,6	23,7

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	15	26	59	Argilosa
P2	12	22	66	Muito Argilosa
P3	13	31	56	Argilosa
P4	13	29	58	Argilosa
P5	19	21	60	Argilosa
P6	24	22	54	Argilosa
P7	18	21	61	Muito Argilosa
P8	22	19	59	Argilosa
P9	20	20	60	Argilosa
P10	21	15	64	Muito Argilosa
P11	23	19	58	Argilosa
P12	25	15	60	Argilosa
P13	22	16	62	Muito Argilosa
P14	23	22	55	Argilosa
P15	18	25	57	Argilosa
P16	25	22	53	Argilosa
P17	22	26	52	Argilosa

TABELAS A40 e A41 – Resultados das análises química e textural do solo na área 8A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
		mg/dm ³				cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L
P1	6,2	29,3	324	4,7	2,0	0,0	2,9	7,5	7,5	10,4	72,2	0	2,7	22,3
P2	6,0	8,5	126	5,0	1,5	0,0	4,5	6,8	6,8	11,3	60,2	0	2,9	15,6
P3	5,8	6,8	168	5,2	1,9	0,0	3,6	7,5	7,5	11,1	67,7	0	2,9	16,9
P4	5,9	5,8	168	5,5	1,9	0,0	3,6	7,8	7,8	11,4	68,5	0	3,1	17,8
P5	5,3	5,2	59	4,8	1,8	0,3	5,0	6,8	7,0	11,8	57,4	4	2,5	12,5
P6	5,9	7,1	306	5,0	2,7	0,0	3,2	8,5	8,5	11,7	72,6	0	3,3	14,3
P7	6,1	13,2	303	6,0	2,6	0,0	2,9	9,4	9,4	12,3	76,4	0	3,1	14,0
P8	5,6	5,8	172	5,6	1,9	0,2	5,0	7,9	8,1	12,9	61,4	2	3,7	16,4
P9	6,1	7,8	222	5,3	1,7	0,0	2,6	7,6	7,6	10,2	74,4	0	3,0	13,2
P10	5,9	5,8	209	5,3	1,8	0,2	3,6	7,6	7,8	11,2	67,9	3	2,0	13,6
P11	5,4	10,4	129	5,1	2,0	0,2	4,5	7,4	7,6	11,9	62,3	3	3,1	15,1
P12	6,1	9,6	240	5,7	2,0	0,0	3,2	8,3	8,3	11,5	72,2	0	3,1	16,9
P13	5,9	14,5	300	4,8	2,0	0,0	3,2	7,6	7,6	10,8	70,3	0	3,1	18,8
P14	6,0	14,1	212	5,9	2,7	0,0	2,9	9,1	9,1	12,0	75,9	0	3,3	21,7
P15	5,9	8,5	178	4,6	1,6	0,0	3,2	6,7	6,7	9,9	67,5	0	2,4	16,0
P16	6,2	10,8	197	5,6	2,0	0,0	2,9	8,1	8,1	11,0	73,6	0	2,9	15,6
P17	6,1	12,4	144	5,1	1,7	0,0	3,2	7,2	7,2	10,4	69,1	0	2,4	14,7

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	17	17	66	Muito Argilosa
P2	14	21	65	Muito Argilosa
P3	14	20	66	Muito Argilosa
P4	12	20	68	Muito Argilosa
P5	10	13	77	Muito Argilosa
P6	10	17	73	Muito Argilosa
P7	11	24	65	Muito Argilosa
P8	12	28	60	Argilosa
P9	11	29	60	Argilosa
P10	10	22	68	Muito Argilosa
P11	11	21	68	Muito Argilosa
P12	11	33	56	Argilosa
P13	12	23	65	Muito Argilosa
P14	13	25	62	Muito Argilosa
P15	19	23	58	Argilosa
P16	12	26	62	Muito Argilosa
P17	10	26	64	Muito Argilosa

TABELAS A42 e A43 – Resultados das análises química e textural do solo na área 8B.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	6,7	85,5	343	10,2	1,9	0,0	1,7	13,0	13,0	14,7	88,4	0	4,1	16,0
P2	6,5	22,3	94	9,3	1,8	0,0	2,6	11,3	11,3	13,9	81,3	0	3,1	16,4

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	48	25	27	Textura Média
P2	32	28	40	Argilosa

TABELAS A44 e A45 – Resultados das análises química e textural do solo na área 7A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	6,0	5,5	112	4,1	1,8	0,0	3,6	6,2	6,2	9,8	63,2	0	3,0	13,2
P2	6,7	4,6	206	4,7	1,9	0,0	2,3	7,1	7,1	9,4	75,6	0	3,3	13,2
P3	6,5	2,5	125	4,2	1,8	0,0	2,9	6,3	6,3	9,2	68,5	0	3,3	10,5
P4	5,6	1,4	66	2,3	1,0	0,2	4,5	3,5	3,7	8,0	43,5	5	2,6	6,5
P5	5,4	2,3	48	1,5	0,6	0,4	5,6	2,2	2,6	7,8	28,4	15	2,2	3,5
P6	5,4	3,4	225	2,9	1,4	0,2	4,5	4,9	5,1	9,4	52,0	4	3,0	7,5

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	24	31	45	Argilosa
P2	30	25	45	Argilosa
P3	26	27	47	Argilosa
P4	29	26	45	Argilosa
P5	30	22	48	Argilosa
P6	27	22	51	Argilosa

TABELAS A46 e A47 – Resultados das análises química e textural do solo na área 6A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³							%	dag/kg	mg/L	
P1	5,9	23,6	98	8,4	1,7	0,0	5,6	10,3	10,3	15,9	64,9	0	3,3	12,9
P2	5,9	27,7	218	4,5	1,6	0,0	4,0	6,7	6,7	10,7	62,5	0	2,6	23,7
P3	6,1	21,1	181	4,6	1,5	0,0	3,2	6,6	6,6	9,8	67,2	0	2,1	23,7

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação	
	%				
P1		42	24	34	Textura Média
P2		38	24	38	Argilosa
P3		44	16	40	Argilosa

TABELAS A48 e A49 – Resultados das análises química e textural do solo na área 5A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³							%	dag/kg	mg/L	
P1	6,5	10,0	162	9,6	3,1	0,0	2,6	13,1	13,1	15,7	83,5	0	3,6	14,3
P2	6,7	16,9	343	11,1	3,6	0,0	2,9	15,6	15,6	18,5	84,3	0	3,4	12,9
P3	6,6	16,9	418	5,4	2,1	0,0	2,6	8,6	8,6	11,2	76,7	0	3,3	13,6

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação	
	%				
P1		24	31	45	Argilosa
P2		20	33	47	Argilosa
P3		14	36	50	Argilosa

TABELAS A50 e A51 – Resultados das análises química e textural do solo na área 4A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³							%	dag/kg	mg/L	
P1	6,5	22,9	331	5,8	2,0	0,0	3,6	8,7	8,7	12,3	70,6	0	3,7	14,3
P2	6,6	5,2	123	5,0	1,4	0,0	2,6	6,7	6,7	9,3	72,1	0	3,4	12,5
P3	6,5	13,2	209	10,5	2,6	0,0	2,9	13,6	13,6	16,5	82,5	0	3,7	12,5

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	21	29	50	Argilosa
P2	20	27	53	Argilosa
P3	20	33	47	Argilosa

Tabela A52 e A53 – Resultados das análises química e textural do solo na área 3A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	6,1	3,4	178	2,4	0,9	0,0	3,2	3,8	3,8	7,0	54,0	0	2,5	9,7
P2	6,0	4,9	101	2,2	0,7	0,0	3,2	3,2	3,2	6,4	49,7	0	2,2	9,4
P3	5,8	0,9	22	1,9	0,4	0,0	3,2	2,4	2,4	5,6	42,4	0	2,4	6,0
P4	5,8	1,2	17	2,5	0,7	0,0	3,2	3,2	3,2	6,4	50,3	0	2,5	8,0
P5	6,2	1,7	64	3,1	0,8	0,0	2,3	4,1	4,1	6,4	63,8	0	2,6	12,5

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	17	33	50	Argilosa
P2	25	35	40	Argilosa
P3	25	25	50	Argilosa
P4	25	34	41	Argilosa
P5	35	27	38	Argilosa

TABELAS A54 e A55 – Resultados das análises química e textural do solo na área 2A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
	mg/dm ³			cmol _c /dm ³						%	dag/kg	mg/L		
P1	6,6	37,7	399	10,5	2,1	0,0	2,3	13,6	13,6	15,9	85,6	0	3,4	14,3
P2	6,1	63,4	268	11,4	2,7	0,0	2,9	14,8	14,8	17,7	83,6	0	4,1	18,3
P3	6,4	49,8	362	10,8	2,1	0,0	2,6	13,8	13,8	16,4	84,2	0	3,7	16,9
P4	6,4	50,6	259	10,2	3,0	0,0	2,9	13,9	13,9	16,8	82,7	0	3,8	17,8
P5	6,5	19,4	306	10,8	3,1	0,0	2,9	14,7	14,7	17,6	83,5	0	3,7	14,7
P6	6,5	28,5	228	10,5	2,1	0,0	2,1	13,2	13,2	15,3	86,3	0	3,4	13,6

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	23	29	48	Argilosa
P2	25	35	40	Argilosa
P3	24	33	43	Argilosa
P4	26	33	41	Argilosa
P5	22	29	49	Argilosa
P6	20	32	48	Argilosa

TABELAS A56 e A57 – Resultados das análises química e textural do solo na área 1A.

	PH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+ AL	SB	(t)	(T)	V	M	MO	P_REM
		mg/dm ³			cmol/dm ³						%		dag/kg	mg/L
P1	6,5	19,4	203	4,7	1,7	0,0	2,9	6,9	6,9	9,8	70,5	0	2,9	14,0
P2	6,2	10,0	246	5,5	1,9	0,0	3,2	8,0	8,0	11,2	71,5	0	3,1	11,8
P3	6,9	22,3	356	11,7	3,8	0,0	2,1	16,4	16,4	18,5	88,7	0	4,1	11,8

	Areia fina	Silte	Argila	Classificação
	%			
P1	29	27	44	Argilosa
P2	18	29	53	Argilosa
P3	18	38	44	Argilosa

CAPÍTULO 3

REIS, Daniele Nogueira dos Reis. seleção de variáveis para o desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares. In: _____ **Desenvolvimento de um índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares**. 2008. Cap. 3, p. 145-179. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

RESUMO*

Em reflorestamentos ciliares, tão importante quanto o plantio de espécies, é o monitoramento posterior destas áreas, atividade que representa o progresso do objetivo estabelecido, porém, pouco executada atualmente. Considerando-se a complexidade de interações dentro e entre tais ecossistemas, surge o questionamento sobre os atributos a serem utilizados no monitoramento. O presente estudo foi realizado com o objetivo de selecionar variáveis em reflorestamentos ciliares que possam ser adotadas como indicadores em programas de monitoramento pós-plantio. Os reflorestamentos estudados estão localizados no entorno do reservatório de Volta Grande e em tributários do rio Grande, nos municípios de Água Comprida (MG), Igarapava e Miguelópolis (SP) e apresentam idades variando de 1 a 15 anos. A avaliação consistiu da mensuração de variáveis estruturais (número de espécies e indivíduos plantados encontrados na avaliação, altura, área basal, número de espécies e indivíduos regenerantes) e atributos do solo (serrapilheira, variáveis químicas e texturais). Para a seleção de variáveis com o uso da análise multivariada (função discriminante), foi realizada a pré-classificação das parcelas nas áreas (em recuperadas ou não recuperadas), atribuindo-se “notas” às variáveis mensuradas, adotando-se um dos reflorestamentos ciliares avaliados como valor de referência. As seis variáveis selecionadas pela função discriminante gerada foram: número de espécies plantadas encontradas na avaliação, área basal dos indivíduos plantados avaliados, número de espécies e número de indivíduos regenerantes, serrapilheira e CTC do solo. A função discriminante originada permitiu a classificação correta de 97,95% das parcelas, o que demonstra a precisão da classificação e permite inferir sobre a representatividade dos

¹ Comitê orientador: Antonio Claudio Davide, UFLA (orientador); Daniel Furtado Ferreira, UFLA; Marco Aurélio Leite Fontes, UFLA (co-orientadores).

atributos selecionados para a formação do índice para avaliação da recuperação de ecossistemas ciliares.

Palavras-chave: monitoramento, matas ciliares, função discriminante.

ABSTRACT*

REIS, Daniele Nogueira dos Reis. Selection of variables for the development of an index to evaluate recovery of riparian ecosystems. In: _____ **Development of an index to evaluate the recovery of riparian ecosystems.** 2008. Chap. 3, p. 145-179. Dissertation (Master's Degree in Forest Engineering)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

In reforested riparian areas as important as the planting is the later monitoring of these areas, activity that represents the objective's progress established, but little currently performed. Considering the complexity of interactions within and between such ecosystems, questioning about the attributes to be used in monitoring appears. This study aimed to select variables in reforested riparian areas that can be adopted as indicators in monitoring programs after planting. The reforested areas studied are located bordering the Volta Grande reservoir and at tributaries of Rio Grande, in counties of Agua Comprida (MG), Igarapava and Miguelópolis (SP) and ages ranging from 1 to 15 years. The evaluation consist of the measurement of structural variables (number of species and planted individuals found in the evaluation, height, basal area, number of species and individuals regenerated) and attributes of soil (litter, chemical and textural variables) For selecting variables with the use of multivariate analysis (discriminant function analysis) has been carried out the pre-classification of parcels in the areas (as recovery or not recovery), atributting “notes” to the variables measured, adopting one of the reforested riparian areas assessed as reference value. The variables selected by the discriminant function generated were: number of species found in evaluation, basal area of individuals planted assessed, number of species and number of individuals regenerated, litter and CTC of soil. The discriminant function classificated correctly 97, 95% of the parcels showing the accuracy of classification and allowing infer on the representativeness of selected attributes for the formation of the index for the evaluation of recovery of reforested riparian ecosystems.

Keywords: monitoring, index, discriminant function analysis

*Advisor committee: Antonio Claudio Davide, UFLA (advisor); Daniel Furtado Ferreira, UFLA; Marco Aurelio Leite Fontes, UFLA (co-advisors).

1 INTRODUÇÃO

O significativo acúmulo de conhecimento sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais (tanto preservadas, como em diferentes graus e tipos de degradação), nos últimos 15 anos, tem conduzido a uma mudança na orientação dos programas de recuperação. Esses programas deixam de ser a simples aplicação de práticas agrônômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes, objetivando apenas a reintrodução de espécies arbóreas numa dada área, para assumir a tarefa da reconstrução dos processos ecológicos e, portanto, das complexas interações da comunidade, de forma a garantir a perpetuação e a evolução da comunidade no espaço e no tempo (Rodrigues & Gandolfi, 2001).

No entanto, tão importante quanto a implantação é o monitoramento pós-plantio, atividade pouco executada na maioria dos reflorestamentos realizados.

A importância do monitoramento de áreas restauradas reside no conhecimento, por diferentes categorias de interessados (proprietários, órgãos ambientais, empresas privadas, sociedade), do progresso da prática implantada, representando uma resposta positiva aos recursos investidos na restauração e que pode servir como referencial para futuros projetos. No caso das áreas de preservação permanente (APPs), regulamentadas pela legislação e, atualmente, sob intensa fiscalização, adequada restauração e conservação além de legalmente correta, pode servir futuramente como um bem a ser valorado, principalmente em pequenas propriedades, nas quais as APPs representam as áreas mais produtivas e de subsistência do pequeno produtor.

A adequada trajetória da restauração representa o restabelecimento, em longo prazo, das funções vitais do ecossistema, bem como da sua estrutura. Dentre algumas características, pode-se citar o recobrimento do solo, a ciclagem de nutrientes na floresta, a presença da fauna, os agentes polinizadores, o curso

da dinâmica sucessional, o restabelecimento da regeneração natural, a eliminação de espécies invasoras (gramíneas, por exemplo), a atenuação de processos erosivos, a melhoria da qualidade da água (ecossistemas ciliares) e o incremento da biodiversidade, dentre outros fatores.

A presença de todos estes atributos em uma área em restauração é praticamente irreal. Sabe-se que as formações florestais se encontram em constante dinamismo e sob influência intensa de fatores abióticos. Neste caso, mesmo em um local de referência (floresta primária), um determinado atributo (indicador) pode não apresentar valores estáveis. Finegan (1996), em artigo de revisão sobre sucessão secundária em florestas tropicais, relata que, mesmo após 80 a 100 anos de sucessão, a diversidade de espécies e a composição não são as mesmas, quando comparadas à floresta primária.

Considerando-se que a maioria dos reflorestamentos ciliares foi implantada em meados das décadas de 1980 e 90, estes ainda podem ser considerados áreas-teste, o que não descarta a significância do monitoramento destes plantios.

No entanto, no estabelecimento de variáveis que funcionarão como indicadores para monitoramento, surgem os seguintes questionamentos:

- Qual o número mínimo e quais variáveis devem ser empregadas no monitoramento?

- Qual a periodicidade do monitoramento e por quanto tempo este deve ser realizado para que se possa afirmar que determinada área se encontra restaurada?

- As variáveis selecionadas podem ser aplicadas a todas as áreas que vêm sendo restauradas?

A complexidade dos ecossistemas e a diversidade de variáveis existentes, bem como a existência de poucos estudos sobre este tema influenciam a escolha destas variáveis, principalmente porque os objetivos da recuperação, no sentido

da restauração de ecossistemas, superam os ideais iniciais de aporte de biomassa, rápido recobrimento do solo, desenvolvimento em altura e diâmetro, “indicadores” comumente adotados em florestas comerciais.

Melo (2004), estudando o uso da cobertura de copas como indicador da avaliação estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares na região do médio vale do Paranapanema, com idades entre 1 e 3 anos, verificou a importância deste atributo para o restabelecimento da estrutura e dos processos da floresta original e sua alta correlação com variáveis estruturais (altura média, DAP e área basal).

O autor propõe um roteiro de monitoramento (durante um período de 3 anos após a implantação) de reflorestamentos de restauração que tem como indicadores atributos relacionados à adoção de medidas de isolamento e proteção da área a restaurar, proteção contra o ataque de formigas, controle da matocompetição e avaliação da estrutura da floresta em formação.

Em áreas pós-mineradas na Austrália, a análise da função da paisagem (*landscape function analysis*, ou LFA) foi proposta pelo estabelecimento de variáveis do solo que representem o estágio de recuperação de determinada área. Os atributos superficiais dos solos são divididos em três funções vitais: estabilidade, infiltração e ciclagem de nutrientes e, em cada função, são estabelecidos indicadores para monitoramento. Cada indicador é dividido em classes que podem variar, dependendo do indicador considerado, de 4 a 10 classes. O índice final é composto pelo somatório das classes determinadas para os indicadores nas três funções adotadas (Tongway & Hindley, 2004).

Os atributos facilmente mensuráveis, confiáveis cientificamente e rigorosamente definidos (Tongway et al., 1998), que representem as condições do ecossistema em sua totalidade, pode refletir a qualidade da restauração de uma área e funcionar como indicadores da qualidade da recuperação de áreas.

Considerando-se que, no estabelecimento de indicadores da restauração, é mensurado um grande número de variáveis (priorizando os processos estruturais e funcionais da floresta), cujas análises não podem ser realizadas individualmente, a estatística multivariada pode ser usada como uma ferramenta na interpretação e seleção de variáveis a serem adotadas no monitoramento. Isso porque, de posse de um grande número de atributos, pode-se reduzi-los aos mais representativos do processo de restauração de ecossistemas.

Basicamente, a Estatística Multivariada divide-se em dois grupos: um primeiro, que consiste de técnicas exploratórias de sintetização (ou simplificação) da estrutura de variabilidade dos dados e um segundo, que consiste em técnicas de inferência estatística. Fazem parte do primeiro grupo métodos como a análise de componentes principais, análise fatorial, análise de correlações canônicas, análise de agrupamentos, análise discriminante e análise de correspondência (Mingoti, 2007).

A técnica de análise discriminante trata de separar conjuntos distintos de objetos (observações) e fixar (alocar) novos objetos em conjuntos ou grupos previamente definidos. Esta técnica reduz o número de variáveis, que são funções discriminantes linearmente dependentes das variáveis originais (Scheeren et al., 2000).

Dentre alguns trabalhos na área florestal com a aplicação da análise discriminante estão: o agrupamento de unidades amostrais de *Araucaria angustifoliai*, em função de variáveis de solo, serapilheira e das acículas (Scheeren et al., 2000), a estratificação vertical de florestas inequidâneas (Souza et al., 2003), a discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gaspaes*) por características morfométricas (Martel et al., 2003), a distinção de grupos ecológicos de espécies florestais (Santos et al., 2004), a ocorrência de espécies do gênero *Cecropia*, em função da distância de florestas secundárias,

tamanho da clareira e tipo de solo (Grau, 2004) e a estratificação volumétrica em floresta ombrófila densa na Amazônia (Souza & Souza, 2006).

O presente estudo foi realizado com o objetivo de, com o uso da análise discriminante, propor uma função (índice) que permita classificar reflorestamentos ciliares de diferentes idades em recuperados ou não recuperados, pela seleção de distintas variáveis estruturais e de atributos do solo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Descrição das áreas

A descrição das regiões de localização das áreas, o número de áreas selecionadas e suas características, as parcelas estabelecidas, bem como os procedimentos adotados para a instalação do experimento e avaliação do plantio, está detalhada no Capítulo 2 (Itens 2.1 a 2.4).

2.2 Análise dos dados

Após a coleta e o processamento dos dados, foram realizados cálculos de estatística descritiva (média e desvio padrão) para todas as variáveis nos plantios avaliados. O número de variáveis (estruturais e de fertilidade do solo) obtidas na avaliação dos reflorestamentos (23) foi reduzido para 11, pela eliminação daquelas consideradas redundantes, com valores pouco expressivos quando comparados aos valores de referência e, mesmo, pela seleção de variáveis mais representativas, do ponto de vista silvicultural, na discussão com profissionais da área (Tabela A27, em anexo).

As variáveis eliminadas foram: teores de P, Ca, Mg, K e Al, saturação por alumínio (m), teores de silte, areia, argila, saturação por bases (V), acidez potencial e P-remanescente. As onze variáveis selecionadas para o emprego da função discriminante foram: número de espécies plantadas encontradas na avaliação (X_1), número de indivíduos plantados encontrados na avaliação (X_2), altura média dos indivíduos plantados (X_3), área basal dos indivíduos plantados (X_4), número de espécies regenerantes (X_5), número de indivíduos regenerantes

(X_6), peso seco da serrapilheira (X_7), pH do solo (X_8), soma de bases do solo (X_9), CTC do solo (X_{10}) e matéria orgânica do solo (X_{11}).

Para a aplicação da função discriminante, é necessário que os grupos para os quais cada elemento amostral pode ser classificado sejam predefinidos, ou seja, conhecido a priori, considerando-se suas características gerais (Mingoti, 2007; Ferreira, 2008).

A classificação preliminar das parcelas em restauradas ou não restauradas consistiu da seleção, dentre os 15 reflorestamentos avaliados, de uma área que pudesse ser considerada como referência em termos de restauração estrutural e funcional. O reflorestamento “14B” foi o que melhor representou estas características. Com isso, os valores médios das variáveis de estrutura e dos atributos de solo desta área constituíram-se nos valores de referência, possuindo, em um sistema de pontuação variando de 1 a 10, as maiores notas para os atributos estudados.

As notas atribuídas às variáveis das parcelas dos outros reflorestamentos foram calculadas pelo estabelecimento de proporcionalidade, com os valores de notas máximas da área de referência anteriormente citada.

Em seguida, a cada um dos atributos considerados foi atribuído um peso, que significasse a importância deste no processo de restauração de áreas. A valoração dos pesos foi adotada pela discussão entre profissionais da área de silvicultura e fertilidade do solo. Os pesos variaram de 1 a 3, em ordem crescente de importância.

Em cada parcela, a nota final para cada atributo foi formada pelo produto do seu valor calculado (em relação aos valores de referência) e o peso atribuído à variável considerada. O valor total, ou score, correspondeu ao somatório de todas as variáveis em uma parcela (Tabela A28, em anexo).

Buscando-se rigor na pré-classificação das áreas, uma parcela foi classificada como recuperada (Grupo 2) quando apresentou valor do score

superior a 80% do valor total máximo (somatório das variáveis com notas máximas multiplicadas pelo respectivo peso atribuído). Caso contrário, a parcela foi alocada no Grupo 1, representando as áreas não recuperadas.

A pré-classificação foi efetuada para as 99 parcelas que compõem as áreas avaliadas.

Em seguida, a análise discriminante foi realizada com os valores reais (valores obtidos em campo e ou valores processados após a avaliação no campo) das 11 variáveis pré-selecionadas.

Concordando com o objetivo do trabalho e da técnica, que seria de redução do número de variáveis, foi adotado como critério de inclusão da variável o que ocasionaria o aumento do erro de classificação a valores superiores a 5% com a retirada da variável avaliada (backward).

A análise discriminante foi realizada pelo programa computacional Statistical Analysis System (SAS) versão 8.10 (SAS Institute, 1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se as extensas áreas reflorestadas atualmente e buscando-se a praticidade no emprego de atributos para o monitoramento de ecossistemas, a situação ideal seria o uso de um menor número possível de variáveis facilmente mensuráveis e que explicassem o progresso da restauração.

Entre as 11 variáveis estudadas, 6 foram selecionadas pela análise para a criação da função discriminante final. Estas variáveis foram: número de espécies plantadas encontrados na avaliação (X_1), área basal dos indivíduos plantados encontrados na avaliação (m^2/ha) (X_4), número de espécies regenerantes (X_5), número de indivíduos regenerantes (ind/ha) (X_6), peso da matéria seca da serapilheira (kg/ha) (X_7) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo (X_{10}). As outras 5 variáveis (número de indivíduos plantados encontrados na avaliação, altura média, pH do solo, soma de bases e matéria orgânica do solo) apresentaram pouca ou nenhuma variação no erro de classificação e, devido a isso, foram excluídas da função discriminante.

A análise discriminante permitiu, além da classificação de elementos amostrais, a predição do erro de classificação. No presente trabalho, o erro de classificação foi de 2,05%, significando que, das 99 parcelas, apenas 2 foram classificadas incorretamente (Tabela 10). A função discriminante formada permite que novas unidades amostrais, de posse dos valores das variáveis selecionadas, sejam classificadas (ou alocadas) nos dois grupos estabelecidos. Os coeficientes que originaram a função discriminante estão representados na Tabela 11.

Pereira et al. (2006), utilizando métodos multivariados de análise fatorial e análise discriminante para a previsão do desempenho de empresas do setor energético, conseguiram a redução do número de variáveis iniciais pela análise fatorial (29 variáveis para 10) e a função discriminante originada classificou

corretamente 72,5% de 40 empresas estudadas. Pela plausibilidade dos resultados e pelo grau de acerto, o autor considera o modelo adequado e sugere o emprego por futuros investidores dessas empresas.

TABELA 10 – Avaliação da classificação das parcelas pela função discriminante de Fisher.

População classificada	População real	
	1	2
Grupo		
1	43	1
2	1	54
Total	44	55
Número de acertos	42	54
Proporção de acerto (%)	97,73	98,18

Grupo 1 – parcelas classificadas como não recuperadas

Grupo 2 – parcelas classificadas como recuperadas

TABELA 11 – Coeficientes gerados pela função discriminante.

Variável	C1	C2
Constante	-20,52314	-41,93040
X ₁	1,24551	1,65560
X ₄	0,37415	0,62270
X ₅	0,17833	0,45852
X ₆	0,0004153	0,0006812
X ₇	0,0009225	0,00126
X ₁₀	2,36860	3,30331

A função discriminante linear de Fisher gerada foi a seguinte:

$$f(\mathbf{x}): 21,40726 - 0,40999 X_1 - 0,24855 X_4 - 0,28019 X_5 - 0,00027 X_6 - 0,00034 X_7 - 0,93471 X_{10}$$

em que:

X₁: número médio de espécies encontradas avaliadas no plantio;

X₄: área basal média dos indivíduos com DAP>5cm;

X₅: número médio de espécies regenerantes avaliados no plantio;

X₆: número médio de indivíduos regenerantes, por plantio;

X₇: peso seco médio de serrapilheira, em kg/ha;

X₁₀: capacidade de troca catiônica (CTC), em cmolc/dm³

As variáveis que compõem a função discriminante podem ser adotadas como os principais atributos a serem avaliados no monitoramento do processo de restauração de uma área. De posse desses dados, pode-se realizar a classificação de amostras oriundas de diferentes reflorestamentos, com a possibilidade de acerto de 97,95%.

As parcelas 2A-5 e 10A- 12 foram aquelas classificadas erroneamente na pré-classificação. Na área “2A”, a inexistência das variáveis serapilheira, número de espécies e número de indivíduos regenerantes e os altos valores das variáveis soma de bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC) contribuíram para a classificação da parcela em recuperada. No entanto, pela função discriminante gerada, esta foi classificada com não recuperada. Para a parcela “10A”, o reduzido número de espécies e indivíduos regenerantes, quando comparados aos valores da área de referência, classificou-a como não recuperada. No entanto, com a função discriminante gerada, ela foi classificada como recuperada.

O número máximo de espécies plantadas encontradas, considerando-se todos os reflorestamentos avaliados, foi de 38. Mesmo sendo um número bastante inferior quando comparado à Resolução SMA 8-2008, que estabelece o mínimo, ao final do processo de recuperação, de 80 a 100 espécies nativas, este atributo mostrou-se fundamental para a classificação das áreas quanto ao progresso da restauração.

Em termos de função da floresta, tanto a diversidade quanto o número de indivíduos plantados influenciam a estrutura do povoamento, criando condições propícias para o estabelecimento da regeneração natural, pela cobertura do solo e fechamento do dossel e, dependendo das espécies plantadas, a atratividade a agentes dispersores, atores importantes no processo de restauração. As variáveis mencionadas também conferem estabilidade ao solo, evitando processos erosivos, sendo responsável pela formação da serapilheira importante na ciclagem de nutrientes. Além disso, controla a intensidade lumínica na área, evitando o desenvolvimento de gramíneas, dentre outros.

A regeneração natural como indicador de restauração já foi estudada por Siqueira (2002). Este autor, analisando variáveis que poderiam atuar como indicadores de áreas restauradas, tais como o banco de sementes, chuva de

sementes e a regeneração natural em duas áreas sob diferentes idades (10 e 14 anos), observou, dentre as variáveis selecionadas, que o estrato de regeneração foi mais confiável para o monitoramento de áreas.

A área basal, variável que pode ser considerada como a maior contribuinte para a classificação das parcelas na atual análise, está diretamente relacionada com a qualidade do sítio. Altos valores desta variável podem significar, no reflorestamento, a existência de um número reduzido de indivíduos com grandes valores de DAP ou, mesmo, um número médio de indivíduos com valores intermediários de DAP. São esperados, em sítios com adequadas condições climáticas, edáficas e bióticas, maiores valores de área basal das espécies.

A redução da temperatura do solo, o aumento da diversidade de organismos decompositores, a formação de hábitat propício ao estabelecimento da regeneração natural e o retorno de nutrientes ao solo pela ciclagem de nutrientes são algumas das funções encontradas no ecossistema com a presença da serrapilheira.

Freire (2006) relata que a quantidade de serrapilheira depositada tende a variar de um ecossistema mais perturbado para aqueles que são menos perturbados. No primeiro ecossistema, a deposição tende a ser maior, pois há espécies de rápido crescimento (pioneiras e secundárias iniciais) que produzem muita biomassa, que resulta numa maior produção de serrapilheira.

Nos reflorestamentos ciliares avaliados, a importância da serrapilheira esteve correlacionada aos modelos de plantio adotados e às espécies dos diferentes grupos sucessionais, favorecendo a deposição desta. Sua importância na restauração de ecossistemas florestais ciliares foi comprovada por sua seleção na função de classificação.

As características físicas e químicas do solo estão entre os principais fatores que condicionam o desenvolvimento da vegetação. Daí a ocorrência

natural de diferentes formações florestais, mesmo em regiões homogêneas quanto aos demais fatores de ambiente (Goodland & Ferri, 1979).

A propriedade química mais importante do solo é a capacidade de troca de cátions ($CTC = K + Ca + Mg + Al$), responsável pela magnitude da retenção e impedimento da lixiviação de cátions ao longo do perfil do solo, deixando-os próximos ao sistema radicular. A matéria orgânica da camada superficial dos solos (cerca de 20 cm) chega a representar cerca de 70% da CTC (Duarte & Casagrande, 2006).

A disponibilidade de Ca, Mg e K e, conseqüentemente, o pH do solo interferem nos processos de desenvolvimento das plantas. Com isso, pode-se afirmar que as condições químicas do solo estão correlacionadas às variáveis estruturais dos plantios, no presente caso, os valores médios de área basal. O estabelecimento da regeneração natural é também dependente das condições de fertilidade favoráveis e das exigências nutricionais particulares das espécies.

Em um estudo sobre o agrupamento de espécies arbóreas de floresta tropical pelas características do solo com a utilização da análise multivariada (análise de cluster e análise discriminante canônica), Lima et al. (2003) observaram a distribuição dos indivíduos de 32 espécies arbóreas em três grupos. As características de solos mais importantes na diferenciação destes grupos foram Ca, Mg, K e Al.

Moraes (2005), utilizando a análise de componentes principais para selecionar indicadores da recuperação de áreas restauradas na Reserva Biológica do Poço das Antas, em áreas de floresta madura, plantios mistos de espécies arbóreas nativas com 8 anos e pastagens abandonadas, sob condições de várzea e morrote, verificou que, dentre as variáveis estudadas (pH do solo; teores de Al, Ca+Mg, K, P, C, N e MOS; relação C:N do solo; teores de ácido fúlvico; ácido húmico e humina no solo; relação ácido fúlvico:ácido húmico; teores de C e N na biomassa microbiana; quociente metabólico e riqueza média de grupos de

organismos do solo), que as variáveis relacionadas a MOS foram os melhores indicadores para as áreas consideradas.

No estabelecimento de indicadores a serem utilizados no processo de avaliação da restauração de uma área, muitos entraves surgem em função da escolha de atributos de fácil interpretação e rápida mensuração e que representem funcionalmente as condições do ecossistema, nos aspectos abióticos e bióticos. Concomitante à dificuldade da escolha de parâmetros, está a adoção de valores considerados “padrões” para comparação. Geralmente, para esse fim, são adotadas áreas de remanescentes florestais próximas à área de estudo, que são consideradas áreas de referência.

Mesmo os fragmentos florestais usados como padrão para comparação devem ser analisados cuidadosamente, pelo fato de que as formações florestais encontrarem-se em constante dinamismo e sob influência de muitos fatores abióticos. Nesse caso, em um local de referência, os atributos podem não apresentar valores estáveis.

As variáveis estruturais e os atributos de diversidade da regeneração natural dos reflorestamentos se destacaram na classificação pela função discriminante, concordando com Guariguata & Ostertag (2001), ao afirmarem que a recuperação da estrutura florestal em florestas secundárias ocorre mais rapidamente do que a composição e riqueza de espécies.

Em uma análise ampla dos atributos selecionados pela função discriminante para a classificação das áreas, observa-se a grande correlação, em termos silviculturais, entre tais variáveis, confirmando a teoria de que a recuperação no sentido da restauração de áreas é um processo complexo e heterogêneo e inúmeros eventos estão ocorrendo simultaneamente para a restauração do ecossistema.

Esta função foi criada com base em valores médios das variáveis estruturais e solo em reflorestamentos ciliares localizados no entorno de

reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Volta Grande e em tributários do rio Grande. Esta função discriminante representa um índice que, de posse dos valores das variáveis selecionadas, obtêm-se valores menores ou maiores que 0, o que permite classificar as áreas em recuperadas ($fd(x)>0$) ou não recuperadas ($fd(x)<0$). O adequado desenvolvimento estrutural das espécies comparáveis a outras florestas em sucessão secundária (Capítulo 2) sugerem a sua aplicabilidade a outros ecossistemas em processo de recuperação, não restringindo a sua abrangência.

Com o intuito de abranger o maior número possível de reflorestamentos em suas diferentes formações florestais, para a criação de um índice de classificação “universal”, é recomendado o incremento da base de dados, com a utilização da presente função discriminante em novos reflorestamentos, sob diferentes usos prévios da terra e em condições distintas de recuperação (áreas mineradas, por exemplo).

Na interpretação da classificação das parcelas dos reflorestamentos em recuperadas ou não recuperadas pela função discriminante gerada (Figura 10), verifica-se, a partir dos 8 anos, a predominância de parcelas classificadas como recuperadas. Nas áreas 15A e 12A ocorrem várias parcelas classificadas como não recuperadas, possivelmente devido à ocorrência de clareiras. Essas clareiras podem ter sido ocupadas pelo capim-colonião, desde o início do processo de implantação, ou terem sido ocupadas por ele após a abertura de clareiras originadas da morte de árvores pioneiras.

Abaixo da idade de 7 anos, as parcelas dos reflorestamentos foram classificadas como não recuperadas. Isso permite concluir que um ecossistema florestal ripário encontra-se recuperado com idade igual ou superior a 8 anos.

Considerando-se o constante dinamismo em que se encontra a floresta, o monitoramento ideal dos reflorestamentos deveria ser por tempo ilimitado. No

entanto, os entraves com relação à disponibilidade de recursos e tempo, bem como o grande número de áreas reflorestadas, tornam esta prática inexecutável.

Quanto à periodicidade do monitoramento, Gandolfi (2006) sugere, com vistas à avaliação do sucesso do projeto de restauração, o monitoramento de reflorestamentos ciliares por dois anos, para fiscalização do órgão competente (em casos de áreas autuadas), realizado em intervalos semestrais. Mas, considerando-se a recuperação no sentido da restauração estrutural e funcional o autor sugere o monitoramento por quatro anos, em intervalos semestrais. No presente estudo, adotando-se a idade mínima para restauração de 7 anos, poderia se estabelecer esta idade como período de monitoramento, que poderia ser dividido em uma avaliação semestral no primeiro ano, seguida de avaliações anuais nos anos subsequentes.

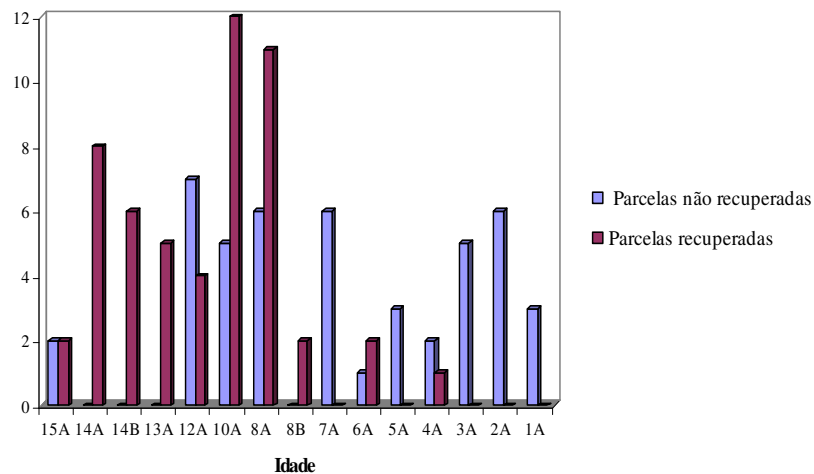


FIGURA 10 - Número de parcelas classificadas pela função discriminante gerada em recuperadas ou não recuperadas, em cada reflorestamento avaliado.

Considerando-se os objetivos silviculturais e conservacionistas da restauração, como a estabilidade em longo prazo dos ecossistemas e o restabelecimento de suas funções vitais resultando no êxito dos projetos de

reflorestamento, e mesmo a efetividade no estabelecimento de variáveis de monitoramento dos plantios, pode-se considerar a efetividade da classificação de áreas com o uso das variáveis selecionadas pela função discriminante originada.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu concluir que:

- a função discriminante gerado (índice) permitiu a classificação de reflorestamentos ciliares nos grupos previamente estabelecidos (recuperados e não recuperados);
- as variáveis que permitiram esta classificação foram: o número de espécies plantadas encontradas no plantio, a área basal dos indivíduos plantados, o número de espécies e indivíduos regenerantes, o peso da matéria seca da serrapilheira e a CTC do solo;
- o índice pode ser empregado em outras áreas reflorestadas, cujo objetivo seja de restauração do ecossistema florestal;
- o tempo mínimo para monitoramento dos ecossistemas ripários em processo de recuperação para os órgãos de fiscalização deverá ser de 3 anos, idade do fechamento das copas. Para as pesquisas, seria aconselhável o tempo mínimo para o monitoramento de 7 anos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUARTE, R.M.R.; CASAGRANDE, J.C. A interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. In: _____. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo com ênfase em matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. p.52-63, 129p.
- FERREIRA, D.F. **Estatística multivariada**. Lavras: UFLA, 2008. 672p.
- FINEGAN, B. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. **Tree**, v.11, n.3, p.119-123, 1996.
- FREIRE, M. **Chuva de sementes, banco de sementes do solo e deposição de serrapilheira como bioindicadores ambientais**. 2006. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- GANDOLFI, S. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM MATAS CILIARES, 2006, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. CD-ROM.
- GARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p.185-206, 2001.
- GOODLAND, R.; FERRI, M.G. **Ecologia do Cerrado**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979. 193p.
- GRAU, H.R. Landscape context and local-scale environmental influence regeneration of pioneer tree species in treefall gaps. **Biotropica**, Washington, v.36, n.1, p.52-59, 2004.
- LIMA, J.A.S.; MENEGUELLI, N.A.; GAZEL FILHO, A.B.; PÉREZ, D.V. Agrupamento de espécies arbóreas de uma floresta tropical por características de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.109-116, 2003.
- MARTEL, J.H.I.; FERRAUDO, A.S.; MÔRO, J.R.; PERECIN, D. Estatística multivariada na discriminação de raças amazônicas de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) em Manaus (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p.115-118, 2003.

MELO, A.C.G. **Reflorestamentos de restauração de matas ciliares**: análise estrutural e método de monitoramento no médio vale do Paranapanema. 2004. 151p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 297p.

MORAES, L.F.D. **Indicadores da restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, RJ**. 2005. 128p. Tese (Doutorado em Ciências em Agronomia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PEREIRA, A.F.A.O.; PEDROSA, C.; RAMOS, E.J.S. Modelo e análise de previsão de desempenho pela metodologia de análise multivariada de dados: um estudo empírico do setor de energia elétrica. **Revista Contemporânea em Contabilidade**, Florianópolis, v.1, n.5, p.59-74, jan./jun. 2006.

RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, 2001. p.235-248.

SANTOS, J.H.S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; SOUZA, A.L.; SANTOS, E.S.; MEUNIER, I.M.J. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.387-396, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS OnlineDoc**. Version 8. Cary, 1999. CD-ROM.

SCHEEREN, L.W.; GEHRARDT, E.J.; FINGER, C.A.G.; LONGHI, S.J.; SCHNEIDER, P.R. Agrupamento de unidades amostrais de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Em função de variáveis do solo, da serapilheira e das acículas, na região de Canela, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.39-57, 2000.

SIQUEIRA, L.P. de. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. 2002. 116p. Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais)-Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SOUZA, A.L.; SOUZA, D.R. Análise multivariada para estratificação volumétrica de uma floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.49-54, 2006.

SOUZA, D.R.; SOUZA, A.L.; GAMA, J.R.V.; LEITE, H.G. Emprego de análise multivariada para estratificação vertical de florestas inequiâneas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.59-63, 2003.

TONGWAY, D.; BARNETT, G.; KEARNS, A.; HINDLEY, N. Developing Success Indicators for Minesite Rehabilitation. **The Australian Coal Review**, Sidney, v.5, p.56-59, 1998.

TONGWAY, D.J.; HINDLEY, N.L. **Landscape function analysis**: procedures for monitoring and assessing landscapes. Sidney: CSIRO Sustainable Ecosystems, 2004. 80p.

6 ANEXOS

TABELA A27 – Valores médios das variáveis avaliadas nos reflorestamentos ciliares na UHE Volta Grande.

Área	Parcela	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
15A	1	8	1150	6,5	33,7	2	750	11628,8	5,4	5,4	5,4	3,1
15A	2	9	1050	7,0	12,4	3	1750	13248,0	5,7	6,1	6,1	2,1
15A	3	7	750	9,4	20,5	3	2000	20093,6	5,7	7,3	7,3	3,8
15A	4	10	1250	8,6	26,4	4	4500	8869,6	5,5	6,1	6,1	2,9
14A	1	6	1081	11,5	53,2	2	1750	12287,2	5,6	6,9	6,9	4,0
14A	2	13	1243	8,7	34,6	5	4333	7452,3	5,7	4,7	4,7	3,1
14A	3	12	1027	7,8	43,9	3	4750	6864,0	5,9	7,1	7,1	4,4
14A	4	14	1135	8,6	48,2	3	2500	11304,0	6,3	7,8	7,8	3,7
14A	5	9	811	12,2	43,5	4	1750	10995,2	6,2	10,9	10,9	4,9
14A	6	11	1189	8,0	35,8	6	4000	6198,4	6,0	7,7	7,7	4,6
14A	7	12	1135	6,6	31,6	3	2000	8969,6	6,3	10,3	10,3	4,8
14A	8	11	1568	8,2	56,1	2	1500	12531,2	6,0	10,3	10,3	4,4
14B	1	12	1208	6,7	21,2	11	10750	13394,4	5,9	7,7	7,7	4,3
14B	2	10	758	8,8	28,2	14	14200	5628,3	5,7	6,8	6,8	3,8
14B	3	13	833	6,2	15,5	15	13500	9567,2	5,9	5,9	5,9	2,6
14B	4	14	1000	8,4	26,6	11	12000	15886,4	5,9	7,0	7,0	4,3
14B	5	20	1593	9,7	34,0	9	10000	11509,6	5,7	5,9	6,1	3,8
14B	6	12	1625	8,1	18,9	15	13500	9541,6	5,4	5,6	5,8	3,8
13A	1	21	1146	8,3	15,9	8	4125	10417,8	5,9	6,0	6,0	3,3
13A	2	16	751	10,0	16,0	13	5688	7948,0	5,9	6,0	6,0	3,0
13A	3	20	903	8,3	13,3	11	3563	9817,2	6,0	7,4	7,4	2,9
13A	4	23	1014	8,5	14,2	15	7563	8029,4	6,1	7,5	7,5	3,0

...Continua...

Tabela A 27 ...Cont...

13A	5	17	771	9,8	13,9	13	4611	8242,5	6,1	10,4	10,4	3,4
12A	1	5	580	12,3	64,6	4	2250	8361,6	6,2	7,7	7,7	4,0
12A	2	8	676	8,6	33,6	6	6500	5079,2	5,8	8,0	8,0	4,9
12A	3	11	773	8,7	25,3	3	2500	16283,2	6,0	9,7	9,7	5,3
12A	4	8	918	10,6	38,9	5	6000	10428,8	6,0	7,3	7,3	4,9
12A	5	9	1063	8,3	17,1	2	750	7387,2	5,8	7,3	7,3	4,8
12A	6	13	1256	7,8	47,3	5	1833	4861,9	5,8	6,7	6,7	4,0
12A	7	12	1546	8,1	39,6	5	3750	6693,6	6,0	6,5	6,5	4,1
12A	8	11	1063	9,5	29,3	4	2833	10352,0	5,5	6,2	6,2	4,4
12A	9	4	290	7,8	8,7	2	3000	10248,0	6,3	8,6	8,6	4,4
12A	10	8	531	10,5	23,4	2	333	6764,8	5,4	3,6	4,1	4,1
12A	11	4	290	10,7	20,2	2	1250	6826,4	5,1	3,8	4,3	4,1
10A	1	10	667	6,5	10,4	11	5167	8040,0	5,5	6,6	6,8	2,7
10A	2	11	833	6,4	8,1	7	3250	5964,8	5,6	9,4	9,4	2,9
10A	3	11	952	6,6	10,3	5	1500	8022,4	5,7	12,4	12,4	3,6
10A	4	14	1190	5,9	13,6	10	6000	8058,4	5,5	10,4	10,4	4,1
10A	5	12	1042	7,0	16,5	4	3000	16863,2	5,5	7,1	7,1	3,4
10A	6	9	1000	7,2	17,3	9	7500	5954,4	5,7	6,8	6,8	3,1
10A	7	10	1133	7,1	14,2	4	1500	8194,4	5,6	8,4	8,4	3,6
10A	8	8	667	7,3	9,2	3	1250	9175,2	5,4	4,7	5,0	2,7
10A	9	9	1000	8,3	28,3	4	1750	16967,2	5,7	7,3	7,3	3,1
10A	10	7	667	7,9	12,2	5	11000	16036,8	5,6	7,3	7,5	3,4
10A	11	14	1000	7,5	28,6	5	9750	10630,4	5,6	7,0	7,2	3,0
10A	12	12	905	8,0	16,5	3	5750	8646,4	5,6	7,6	7,6	4,6
10A	13	9	733	9,1	17,2	4	13500	10411,2	5,8	9,3	9,3	3,1

...Continua...

Tabela A 27 ...Cont...

10A	14	5	1167	12,0	48,8	1	1500	18187,2	5,6	7,3	7,5	3,8
10A	15	3	667	13,3	44,7	3	1500	11950,4	5,2	7,5	7,8	4,6
10A	16	4	1000	14,7	48,5	3	2500	6656,0	6,1	8,4	8,4	4,0
10A	17	6	583	8,3	24,5	1	500	13566,4	5,9	9,8	10,0	3,6
8A	1	14	1000	5,1	11,5	0	500	13096,2	6,2	7,5	7,5	2,7
8A	2	15	1458	6,0	12,6	2	500	5881,6	6,0	6,8	6,8	2,9
8A	3	18	1400	6,4	14,6	3	24750	10711,2	5,8	7,5	7,5	2,9
8A	4	14	1667	5,5	6,9	4	5500	6697,6	5,9	7,8	7,8	3,1
8A	5	14	1333	5,1	7,3	3	2500	6097,6	5,3	6,8	7,0	2,5
8A	6	6	1111	6,6	13,3	3	14500	9116,8	5,9	8,5	8,5	3,3
8A	7	9	1111	6,3	9,4	1	47000	6729,6	6,1	9,4	9,4	3,1
8A	8	13	1417	6,8	9,9	4	8500	10203,2	5,6	7,9	8,1	3,7
8A	9	14	1133	5,6	7,1	6	23500	6617,6	6,1	7,6	7,6	3,0
8A	10	6	1167	6,4	7,3	5	25500	13528,0	5,9	7,6	7,8	2,0
8A	11	12	1133	6,5	12,4	9	27250	5692,0	5,4	7,4	7,6	3,1
8A	12	16	1467	7,3	15,8	8	35750	6332,8	6,1	8,3	8,3	3,1
8A	13	12	1200	6,7	11,2	4	18500	8440,0	5,9	7,6	7,6	3,1
8A	14	15	1333	5,8	9,1	4	7750	6285,6	6,0	9,1	9,1	3,3
8A	15	9	933	5,5	4,5	3	5500	7680,0	5,9	6,7	6,7	2,4
8A	16	6	1067	6,2	12,9	1	250	7180,0	6,2	8,1	8,1	2,9
8A	17	11	1267	4,8	11,9	3	33000	8762,4	6,1	7,2	7,2	2,4
8B	1	17	1065	10,3	16,8	11	11722	6917,6	6,7	13,0	13,0	4,1
8B	2	20	731	7,9	9,7	8	1938	8537,6	6,5	11,3	11,3	3,1
7A	1	4	833	8,0	8,8	6	5500	8001,6	6,0	6,2	6,2	3,0
7A	2	8	556	6,9	7,4	2	10500	16984,0	6,7	7,1	7,1	3,3

...Continua...

Tabela A 27 ...Cont...

173

7A	3	7	611	6,1	7,3	3	2500	9036,8	6,5	6,3	6,3	3,3
7A	4	7	944	7,1	7,3	5	20000	6956,8	5,6	3,5	3,7	2,6
7A	5	10	1333	7,0	7,9	6	19000	4265,6	5,4	2,2	2,6	2,2
7A	6	3	667	9,3	15,2	1	5500	15592,0	5,4	4,9	5,1	3,0
6A	1	15	1111	4,7	16,7	0	0	8940,8	6,5	13,1	13,1	3,6
6A	2	10	1200	4,4	7,6	0	0	8262,4	6,7	15,6	15,6	3,4
6A	3	8	611	3,6	3,6	0	0	3929,6	6,6	8,6	8,6	3,3
5A	1	9	708	2,8	1,6	1	4000	3021,6	5,9	10,3	10,3	3,3
5A	2	18	1625	4,2	8,4	3	2000	6440,0	5,9	6,7	6,7	2,6
5A	3	16	1458	3,5	5,6	0	500	2128,0	6,1	6,6	6,6	2,1
4A	1	18	1524	3,5	3,9	0	500	7344,0	6,5	8,7	8,7	3,7
4A	2	16	2000	3,6	3,1	2	2000	4014,4	6,6	6,7	6,7	3,4
4A	3	14	1583	4,6	12,5	0	500	3892,0	6,5	13,6	13,6	3,7
3A	1	29	1479	1,9	0,3	0	0	0,0	6,1	3,8	3,8	2,5
3A	2	22	1222	2,1	0,2	0	0	0,0	6,0	3,2	3,2	2,2
3A	3	15	1455	1,8	0,3	0	0	0,0	5,8	2,4	2,4	2,4
3A	4	17	1429	2,4	0,2	0	0	0,0	5,8	3,2	3,2	2,5
3A	5	24	1357	2,7	0,7	0	0	0,0	6,2	4,1	4,1	2,6
2A	1	10	1222	1,8	1,2	0	0	0,0	6,6	13,6	13,6	3,4
2A	2	8	1278	1,8	0,9	0	0	0,0	6,1	14,8	14,8	4,1
2A	3	12	1533	1,2	0,1	0	0	0,0	6,4	13,8	13,8	3,7
2A	4	12	1278	1,8	0,7	0	0	0,0	6,4	13,9	13,9	3,8
2A	5	15	1889	1,8	0,7	0	0	0,0	6,5	14,7	14,7	3,7
2A	6	7	1333	3,2	1,6	0	0	0,0	6,5	13,2	13,2	3,4
1A	1	7	1524	0,4	0,0	0	0	0,0	6,5	6,9	6,9	2,9
1A	2	8	1667	0,6	0,0	0	0	0,0	6,2	8,0	8,0	3,1
1A	3	7	1222	0,6	0,0	0	0	0,0	6,9	16,4	16,4	4,1

em que:

X₁: número médio de espécies encontradas avaliadas no plantio;

X₂: número médio de indivíduos avaliados no plantio, por hectare;

X₃: altura média das arvores com DAP >5cm;

X₄: area basal média dos indivíduos com DAP >5cm;

X₅: número médio de espécies regenerantes avaliados no plantio;

X₆: número médio de indivíduos regenerantes, por plantio;

X₇: peso seco médio de serrapilheira, em kg/ha;

X₈: potencial hidrogeniônico do solo;

X₉: soma de bases (SB= Ca+Mg+K+Na), em cmolc/dm³;

X₁₀: capacidade de troca catiônica (CTC), em cmolc/dm³;

X₁₁: matéria orgânica do solo, em dag/kg;

TABELA A28 – Notas atribuídas às variáveis, somatório das variáveis (escore), pré-classificação de cada parcela (C1) e classificação pela função discriminante final.

Área	Parcela	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	Escore	C1	C Final
15A	1	5,93	9,83	8,08	14,02	1,60	0,61	10,65	9,39	8,33	8,24	8,23	159,74	1	1
15A	2	6,67	8,98	8,82	5,15	2,40	1,42	12,13	9,91	9,41	9,31	5,58	142,81	1	1
15A	3	5,19	6,41	11,75	8,50	2,40	1,62	18,40	9,91	11,27	11,15	10,09	172,51	2	2
15A	4	7,41	10,69	10,75	10,96	3,20	3,65	8,12	9,57	9,41	9,31	7,70	167,69	2	2
14A	1	4,44	9,24	14,40	22,10	1,60	1,42	11,25	9,74	10,65	10,53	10,62	200,94	2	2
14A	2	9,63	10,63	10,88	14,39	4,00	3,52	6,82	9,91	7,25	7,18	8,23	174,26	2	2
14A	3	8,89	8,78	9,82	18,25	2,40	3,85	6,28	10,26	10,96	10,84	11,68	192,936	2	2
14A	4	10,37	9,71	10,72	20,02	2,40	2,03	10,35	10,96	12,04	11,91	9,82	211,56	2	2
14A	5	6,67	6,93	15,32	18,07	3,20	1,42	10,07	10,78	16,82	16,64	13,01	220,016	2	2
14A	6	8,15	10,17	9,99	14,87	4,80	3,25	5,68	10,43	11,88	11,76	12,21	193,39	2	2
14A	7	8,89	9,71	8,23	13,12	2,40	1,62	8,21	10,96	15,90	15,73	12,74	198,61	2	2
14A	8	8,15	13,40	10,21	23,32	1,60	1,22	11,47	10,43	15,90	15,73	11,68	238,80	2	2
14B	1	8,89	10,33	8,44	8,83	8,80	8,72	12,26	10,26	11,88	11,76	11,42	210,69	2	2
14B	2	7,41	6,48	10,97	11,71	11,20	11,52	5,15	9,91	10,49	10,38	10,09	202,57	2	2
14B	3	9,63	7,13	7,71	6,43	12,00	10,95	8,76	10,26	9,10	9,01	6,90	189,32	2	2
14B	4	10,37	8,55	10,54	11,05	8,80	9,74	14,55	10,26	10,80	10,69	11,42	221,17	2	2
14B	5	14,81	13,62	12,14	14,14	7,20	8,11	10,54	9,91	9,10	9,31	10,09	227,16	2	2
14B	6	8,89	13,90	10,20	7,84	12,00	10,95	8,74	9,39	8,64	8,85	10,09	209,15	2	2
13A	1	15,56	9,80	10,43	6,60	6,40	3,35	9,54	10,26	9,26	9,16	8,76	210,01	2	2
13A	2	11,85	6,42	12,49	6,64	10,40	4,62	7,28	10,26	9,26	9,16	7,96	43,67	2	2
13A	3	14,81	7,72	10,43	5,52	8,80	2,89	8,99	10,43	11,42	11,30	7,70	181,79	2	2
13A	4	17,04	8,67	10,67	5,88	12,00	6,14	7,35	10,61	11,57	11,45	7,96	179,00	2	2
13A	5	12,59	6,59	12,34	5,76	10,40	3,74	7,55	10,61	16,05	15,88	9,03	185,79	2	2

...Continua...

Tabela A 28 ...Cont...

176

12A	1	3,70	4,96	15,45	26,84	3,20	1,83	7,66	10,78	11,88	11,76	10,62	207,33	2	2
12A	2	5,93	5,78	10,83	13,96	4,80	5,27	4,65	10,09	12,35	12,21	13,01	205,25	2	2
12A	3	8,15	6,61	10,84	10,51	2,40	2,03	14,91	10,43	14,97	14,81	14,07	210,54	2	2
12A	4	5,93	7,85	13,32	16,16	4,00	4,87	9,55	10,43	11,27	11,15	13,01	182,60	2	2
12A	5	6,67	9,09	10,42	7,09	1,60	0,61	6,76	10,09	11,27	11,15	12,74	197,01	1	1
12A	6	9,63	10,74	9,76	19,67	4,00	1,49	4,45	10,09	10,34	10,23	10,62	198,45	2	2
12A	7	8,89	13,22	10,16	16,46	4,00	3,04	6,13	10,43	10,03	9,92	10,88	150,41	2	2
12A	8	8,15	9,09	11,96	12,18	3,20	2,30	9,48	9,57	9,57	9,47	11,68	195,23	2	2
12A	9	2,96	2,48	9,81	3,61	1,60	2,43	9,38	10,96	13,27	13,13	11,68	195,33	1	1
12A	10	5,93	4,54	13,09	9,74	1,60	0,27	6,19	9,39	5,56	6,26	10,88	175,43	1	1
12A	11	2,96	2,48	13,36	8,41	1,60	1,01	6,25	8,87	5,86	6,56	10,88	135,39	1	1
10A	1	7,41	5,70	8,20	4,31	8,80	4,19	7,36	9,57	10,19	10,38	7,17	124,89	1	1
10A	2	8,15	7,13	7,96	3,36	5,60	2,64	5,46	9,74	14,51	14,35	7,70	113,41	1	1
10A	3	8,15	8,14	8,27	4,26	4,00	1,22	7,35	9,91	19,14	18,93	9,56	154,71	2	2
10A	4	10,37	10,18	7,33	5,64	8,00	4,87	7,38	9,57	16,05	15,88	10,88	156,74	2	2
10A	5	8,89	8,91	8,73	6,85	3,20	2,43	15,44	9,57	10,96	10,84	9,03	178,37	2	2
10A	6	6,67	8,55	8,96	7,19	7,20	6,09	5,45	9,91	10,49	10,38	8,23	198,15	1	1
10A	7	7,41	9,69	8,94	5,88	3,20	1,22	7,50	9,74	12,96	12,82	9,56	172,41	1	1
10A	8	5,93	5,70	9,11	3,82	2,40	1,01	8,40	9,39	7,25	7,63	7,17	165,53	1	1
10A	9	6,67	8,55	10,44	11,76	3,20	1,42	15,54	9,91	11,27	11,15	8,23	158,69	2	2
10A	10	5,19	5,70	9,83	5,07	4,00	8,92	14,68	9,74	11,27	11,45	9,03	116,18	2	2
10A	11	10,37	8,55	9,37	11,88	4,00	7,91	9,73	9,74	10,80	10,99	7,96	182,63	2	2
10A	12	8,89	7,74	9,97	6,87	2,40	4,67	7,92	9,74	11,73	11,60	12,21	170,22	1	2
10A	13	6,67	6,27	11,39	7,16	3,20	10,95	9,53	10,09	14,35	14,20	8,23	191,43	2	2
10A	14	3,70	9,98	15,03	20,28	0,80	1,22	16,65	9,74	11,27	11,45	10,09	164,81	2	2

...Continua...

Tabela A 28 ...Cont...

10A	15	2,22	5,70	16,60	18,58	2,40	1,22	10,94	9,04	11,57	11,91	12,21	184,73	2	2
10A	16	2,96	8,55	18,37	20,15	2,40	2,03	6,09	10,61	12,96	12,82	10,62	206,62	2	2
10A	17	4,44	4,99	10,44	10,19	0,80	0,41	12,42	10,26	15,12	15,27	9,56	187,91	2	2
8A	1	10,37	8,55	6,44	4,77	0,00	0,41	11,99	10,78	11,57	11,45	7,17	237,73	1	1
8A	2	11,11	12,47	7,51	5,25	1,60	0,41	5,39	10,43	10,49	10,38	7,70	191,04	1	1
8A	3	13,33	11,97	7,99	6,08	2,40	20,08	9,81	10,09	11,57	11,45	7,70	147,39	2	2
8A	4	10,37	14,25	6,85	2,88	3,20	4,46	6,13	10,26	12,04	11,91	8,23	146,68	1	1
8A	5	10,37	11,40	6,36	3,02	2,40	2,03	5,58	9,22	10,49	10,69	6,64	207,64	1	1
8A	6	4,44	9,50	8,20	5,53	2,40	11,76	8,35	10,26	13,12	12,98	8,76	161,91	2	2
8A	7	6,67	9,50	7,89	3,92	0,80	38,13	6,16	10,61	14,51	14,35	8,23	139,61	2	2
8A	8	9,63	12,11	8,51	4,10	3,20	6,90	9,34	9,74	12,19	12,37	9,82	171,33	2	2
8A	9	10,37	9,69	7,00	2,94	4,80	19,07	6,06	10,61	11,73	11,60	7,96	219,54	2	2
8A	10	4,44	9,98	7,96	3,05	4,00	20,69	12,39	10,26	11,73	11,91	5,31	175,06	2	2
8A	11	8,89	9,69	8,10	5,15	7,20	22,11	5,21	9,39	11,42	11,60	8,23	185,83	2	2
8A	12	11,85	12,54	9,11	6,57	6,40	29,01	5,80	10,61	12,81	12,67	8,23	186,95	2	2
8A	13	8,89	10,26	8,42	4,63	3,20	15,01	7,73	10,26	11,73	11,60	8,23	200,62	2	2
8A	14	11,11	11,40	7,30	3,78	3,20	6,29	5,76	10,43	14,04	13,89	8,76	236,20	2	2
8A	15	6,67	7,98	6,89	1,85	2,40	4,46	7,03	10,26	10,34	10,23	6,37	180,85	1	1
8A	16	4,44	9,12	7,72	5,36	0,80	0,20	6,57	10,78	12,50	12,37	7,70	172,42	1	1
8A	17	8,15	10,83	5,99	4,95	2,40	26,77	8,02	10,61	11,11	10,99	6,37	129,70	2	2
8B	1	12,59	9,10	12,90	7,00	8,80	9,51	6,33	11,65	20,06	19,85	10,88	198,10	2	2
8B	2	14,81	6,25	9,90	4,04	6,40	1,57	7,82	11,30	17,44	17,25	8,23	168,54	2	2
7A	1	2,96	7,13	10,02	3,66	4,80	4,46	7,33	10,43	9,57	9,47	7,96	135,09	1	1
7A	2	5,93	4,75	8,64	3,08	1,60	8,52	15,55	11,65	10,96	10,84	8,76	196,79	1	1
7A	3	5,19	5,23	7,69	3,02	2,40	2,03	8,27	11,30	9,72	9,62	8,76	135,63	1	1

...Continua...

Tabela A 28 ...Cont...

7A	4	5,19	8,08	8,84	3,03	4,00	16,23	6,37	9,74	5,40	5,65	6,90	156,19	1	1
7A	5	7,41	11,40	8,71	3,30	4,80	15,42	3,91	9,39	3,40	3,97	5,84	124,11	1	1
7A	6	2,22	5,70	11,59	6,33	0,80	4,46	14,28	9,39	7,56	7,79	7,96	140,40	1	1
6A	1	11,11	9,50	5,89	6,92	0,00	0,00	8,19	11,30	20,22	20,00	9,56	139,23	2	2
6A	2	7,41	10,26	5,50	3,17	0,00	0,00	7,57	11,65	24,07	23,82	9,03	134,35	2	2
6A	3	5,93	5,23	4,48	1,50	0,00	0,00	3,60	11,48	13,27	13,13	8,76	185,56	1	1
5A	1	6,67	6,06	3,55	0,66	0,80	3,25	2,77	10,26	15,90	15,73	8,76	181,94	1	1
5A	2	13,33	13,90	5,22	3,47	2,40	1,62	5,90	10,26	10,34	10,23	6,90	111,52	1	1
5A	3	11,85	12,47	4,39	2,33	0,00	0,41	1,95	10,61	10,19	10,08	5,58	127,65	1	1
4A	1	13,33	13,03	4,41	1,62	0,00	0,41	6,72	11,30	13,43	13,28	9,82	150,64	1	1
4A	2	11,85	17,10	4,51	1,28	1,60	1,62	3,68	11,48	10,34	10,23	9,03	121,44	1	1
4A	3	10,37	13,54	5,76	5,18	0,00	0,41	3,56	11,30	20,99	20,76	9,82	150,80	2	2
3A	1	21,48	12,65	2,36	0,10	0,00	0,00	0,00	10,61	5,86	5,80	6,64	143,28	1	1
3A	2	16,30	10,45	2,58	0,07	0,00	0,00	0,00	10,43	4,94	4,89	5,84	181,69	1	1
3A	3	11,11	12,44	2,23	0,11	0,00	0,00	0,00	10,09	3,70	3,66	6,37	111,51	1	1
3A	4	12,59	12,22	3,04	0,08	0,00	0,00	0,00	10,09	4,94	4,89	6,64	92,22	1	1
3A	5	17,78	11,60	3,32	0,28	0,00	0,00	0,00	10,78	6,33	6,26	6,90	80,86	1	1
2A	1	7,41	10,45	2,23	0,48	0,00	0,00	0,00	11,48	20,99	20,76	9,03	89,27	1	1
2A	2	5,93	10,93	2,20	0,35	0,00	0,00	0,00	10,61	22,84	22,60	10,88	105,78	1	1
2A	3	8,89	13,11	1,49	0,05	0,00	0,00	0,00	11,13	21,30	21,07	9,82	143,40	1	1
2A	4	8,89	10,93	2,24	0,30	0,00	0,00	0,00	11,13	21,45	21,22	10,09	149,33	1	1
2A	5	11,11	16,15	2,23	0,28	0,00	0,00	0,00	11,30	22,69	22,44	9,82	151,32	2	1
2A	6	5,19	11,40	4,00	0,65	0,00	0,00	0,00	11,30	20,37	20,15	9,03	149,33	1	1
1A	1	5,19	13,03	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	11,30	10,65	10,53	7,70	168,97	1	1
1A	2	5,93	14,25	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	10,78	12,35	12,21	8,23	140,49	1	1
1A	3	5,19	10,45	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	25,31	25,04	10,88	98,29	1	1

em que:

X₁: nota atribuída ao número médio de espécies encontradas, avaliadas no plantio;

X₂: nota atribuída ao número médio de indivíduos avaliados no plantio, por hectare;

X₃: nota atribuída à altura média das árvores com DAP >5cm;

X₄: nota atribuída à área basal média dos indivíduos com DAP >5cm;

X₅: nota atribuída ao número médio de espécies regenerantes avaliadas no plantio;

X₆: nota atribuída ao número médio de indivíduos regenerantes, por plantio;

X₇: nota atribuída ao peso seco médio de serrapilheira, em kg/ha;

X₈: nota atribuída ao potencial hidrogeniônico do solo;

X₉: nota atribuída à soma de bases (SB= Ca+Mg+K+Na), em cmolc/dm³;

X₁₀: nota atribuída à capacidade de troca catiônica (CTC), em cmolc/dm³;

X₁₁: nota atribuída à matéria orgânica do solo, em dag/kg;

Escore: somatório do produto da nota de cada variável pelo respectivo peso;

C1: pré-classificação da parcela em restaurada (2) ou não restaurada (1);

C Final: classificação final das parcelas oriundas da função discriminante gerada.