



MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES
AMBIENTAIS

CARLOS HENRIQUE DA SILVA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE
RESTAURAÇÃO DE ECOSSISTEMA
FLORESTAL AOS QUATRO ANOS**

Lavras - MG

2014

CARLOS HENRIQUE DA SILVA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO DE
ECOSSISTEMA FLORESTAL AOS QUATRO ANOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, na área de concentração Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Lavras - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e Serviços
da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silva, Carlos Henrique da.

Análise do processo de restauração de ecossistema florestal aos
quatro anos / Carlos Henrique da Silva. – Lavras : UFLA, 2014.
110 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.
Orientador: Soraya Alvarenga Botelho.
Bibliografia.

1. Avaliação fitossociológica. 2. Restauração florestal. 3. Plantio
de mudas. 4. Regeneração natural. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD – 634.956

CARLOS HENRIQUE DA SILVA

**ANÁLISE DO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO DE
ECOSSISTEMA FLORESTAL AOS QUATRO ANOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, na área de concentração Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 15 de agosto de 2014.

Dra. Regiane Aparecida Vilas Bôas UFLA

Dr. Lucas Amaral de Melo UFLA

Dr. Israel Marinho Pereira UFVJM

Dra. Soraya Alvarenga Botelho

Orientadora

LAVRAS - MG

2014

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o processo de restauração em duas áreas em recuperação no *campus* universitário da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A área 1, de 0,4510 ha, é isolada de fragmentos, enquanto a área 2, de 0,6164 ha, tem um pequeno remanescente adjacente e algumas árvores isoladas no seu interior. O plantio de mudas de 43 espécies arbóreas foi realizado no período chuvoso de 2009-2010, no espaçamento de 2,5 m x 2,5 m. Para esta análise, em cada área foi realizada uma avaliação da resistência do solo à penetração e feitas coletas de amostras de solo para a análise textural e de fertilidade dos mesmos. Para a análise florística, foram demarcadas parcelas para o estrato arbóreo e subparcelas para o estrato regenerante, onde foram tomadas as medidas de altura e do diâmetro dos indivíduos presentes nesses limites. Observou-se que o solo da área 1 apresentou maiores teores de nutrientes e de matéria orgânica. A área 1 apresentou o maior índice de resistência do solo à penetração em todas as profundidades, quando comparado ao solo da área 2. No estrato arbóreo da área 1 foram registradas 24 espécies, 18 famílias e densidade absoluta de 1.507 ind.ha⁻¹. No estrato arbóreo proveniente do plantio da área 2 foram registradas 33 espécies, 22 famílias e densidade absoluta de 2.048 ind.ha⁻¹. Verificou-se o índice de sobrevivência de 97,10% e 87,07%, para as áreas 1 e 2, respectivamente. Na regeneração natural da área 1 foram registradas 19 espécies, 12 famílias e densidade absoluta de 26.400 ind.ha⁻¹ e, na área 2, foram registradas 21 espécies, 12 famílias e densidade absoluta de 18.857 ind.ha⁻¹. Verificou-se alto número de espécies pioneiras em todos os estratos estudados. O crescimento do estrato arbóreo proveniente do plantio foi superior na área 1 e o crescimento do estrato regenerante foi superior na área 2. O maior valor de diversidade foi registrado no estrato arbóreo da área 2 e o menor, na regeneração natural da área 1. O remanescente da área 2 apresentou o mais alto valor de índice de equabilidade, ao passo que a regeneração natural da área 1 apresentou o menor índice. A maior similaridade foi registrada entre o remanescente e a regeneração natural da área 2 e entre o remanescente e o estrato arbóreo proveniente do plantio da área 2. Pode-se concluir que os resultados encontrados neste trabalho estão em conformidade com outros estudos realizados no *campus* da UFLA, que os métodos utilizados na recuperação das áreas estudadas se mostraram eficazes e que os objetivos do projeto estão sendo atingidos.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação fitossociológica; restauração florestal; plantio de mudas; regeneração natural.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the restoration process in two in recovery at the Federal University of Lavras. The first site presents a surface of 0.4510 ha and is isolated from fragments while the second site has 0.6164 ha, presents a small remaining adjacent and some isolated trees inside. Forty-three tree species were planted during the rainy season between 2009 and 2010 with space planting of 2.5 m x 2.5 m. For this analysis, evaluation of soil resistance to penetration was carried out and soil samples were collected for textural analysis and soil fertility. For floristic analysis plots were demarcated for the tree layer while subplots were demarcated to the refined strata, where the measurements of height and diameter of the individuals located in these limits were recorded. It was observed that the soil of the site 1 presented the highest levels of nutrients and organic matter. Site 1 showed the highest resistance to penetration at all depths compared to the soil of the Site 2. In the tree stratum of the Site 1 it was found 24 species belonging to 18 families and the absolute density was of 1,507 ind.ha⁻¹. In the tree stratum of the Site 2 it was found 33 species from 22 families with absolute density of 2,048 ind.ha⁻¹. The survival rate was of 97.10% and 87.07% for the sites 1 and 2, respectively. Nineteen species belonging 12 families and absolute density of 26,400 ind.ha⁻¹ were recorded during the natural regeneration of the site 1 whereas in the site 2 there were 21 species from 12 families with absolute density of 18,857 ind.ha⁻¹. There was a high number of pioneer species in all strata investigated. The growth of the tree layer of the site 1 was higher while the growth of regenerating stratum was higher in the site 2. The highest diversity value was recorded in the tree stratum of the site 2 and the smallest value in the natural regeneration of the area 1. The remaining of the site 2 had the highest index value of evenness while the natural regeneration of the area 1 showed the lowest index. The greatest similarity was recorded between the remaining and the natural regeneration of the site 2 and between the remaining and the tree layer from the Site 2. It is possible to conclude that the findings of this study are in accordance with other studies on Campus UFLA and that the methods used in the recovery of the studied areas were efficient and that the project objectives are being met.

KEYWORDS: Phytosociological evaluation; forest restoration; planting seedlings; natural regeneration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Imagem da área 1, localizada abaixo da Incubadora de Empresas da UFLA.	40
Figura 2.	Equipamentos utilizados na coleta de solo para a análise da fertilidade, textura e resistência do solo à penetração: A) Trado holandês. B) Penetrômetro de impacto Modelo IAA/Planalsucar. C) Recipientes de alumínio. D) Balança analítica.	42
Figura 3.	Equipamentos utilizados na aferição das alturas e diâmetros das plantas do estrato arbóreo e da regeneração natural. A) Vara graduada. B) Suta. C) Paquímetro digital.	48
Figura 4.	Relação do número e de espécies comuns entre os estratos regenerante e arbóreo em duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG. Em que: A1PL = área 1 - plantio), A1RN = área 1 - regeneração natural, A2PL = área 2 - plantio, A2RN = área 2 - regeneração natural e A2R = área 2 - remanescente.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Valores médios das características químicas e granulométricas dos solos das áreas 1 e 2, na profundidade 0 a 40cm.	57
Tabela 2	Resistência média do solo à penetração (MPa) em duas áreas em processo de restauração no Campus da UFLA em Lavras-MG.	59
Tabela 3.	Número de plantas registradas em duas áreas em restauração no Campus da UFLA em Lavras-MG.	61
Tabela 4.	Sobrevivência de mudas aos 4 anos após o plantio na restauração de duas áreas no Campus da UFLA em Lavras-MG.	61
Tabela 5.	Distribuição do estrato arbóreo em número de indivíduos (ind.ha^{-1}), espécies e famílias em duas áreas em restauração no Campus da UFLA em Lavras-MG.	63
Tabela 6.	Distribuição do estrato arbóreo quanto ao número de indivíduos (Ni), número de espécies (Ns - ind.ha^{-1}) e em grupos ecológicos (GE): pioneira (P), clímax exigentes de luz (CL) e clímax tolerantes à sombra (CS) em duas áreas em restauração no Campus da UFLA em Lavras-MG.	63
Tabela 7.	Relação da porcentagem de distribuição de indivíduos do estrato arbóreo quanto aos grupos ecológicos (GE): pioneira (P), clímax exigentes de luz (CL) e clímax tolerantes à sombra (CS).	65
Tabela 8.	Altura e DAP médios das espécies registradas em duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG. Em que: P = pioneiras, CL = clímax exigentes de luz e CL = clímax tolerantes à sombra.	69
Tabela 9.	Número de plantas do estrato regenerante registradas em duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG.	70
Tabela 10.	Densidade (ind.ha^{-1}), número de espécies e famílias do estrato regenerante em duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG.	71
Tabela 11.	Distribuição do estrato regenerante, por grupo ecológico (GE), quanto ao número de indivíduos (NI) e indivíduos por hectare (ind.ha^{-1}), em duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG. Em que: P = Pioneira, CL = clímax exigentes de luz e CS = clímax tolerantes à sombra.	73

Tabela 12.	Relação das espécies provenientes da regeneração natural que obtiveram os melhores desempenhos em DAS e altura na área 1.	75
Tabela 13.	Relação das espécies provenientes da regeneração natural que obtiveram os melhores desempenhos em DAS e altura na área 2.	76
Tabela 14.	Valores do Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG. Em que: NE = número de espécies; N = número de indivíduos por hectare; H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver; J' = Índice de equabilidade de Pielou PL = Plantio e RN = regeneração natural; PR = Plantas remanescentes.	82
Tabela 15	Similaridade florística entre os estratos de duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras-MG. Em que: A1PL = área 1 plantio; A1RN = área 1 regeneração natural; A2PL = área 2 plantio; A2RN = área 2 regeneração natural; A2R = área 2 remanescente, mostrando o número de espécies em comum entre as situações e seus respectivos índices de similaridade de Jaccard (%).	85

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos	15
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Funções das florestas	16
3.2	Causas e consequências da perda das florestas.....	17
3.3	Restauração florestal.....	19
3.4	Modelo de recuperação florestal.....	20
3.5	Métodos de regeneração.....	22
3.5.1	Condução da regeneração natural.....	23
3.5.2	Regeneração artificial	25
3.5.2.1	Semeadura direta	25
3.5.2.2	Plantio de enriquecimento.....	26
3.5.2.3	Plantio de mudas em área total.....	26
3.5.3	Sucessão vegetal.....	29
3.5.4	Composição e arranjo das espécies no plantio	30
3.6	Tatos culturais	31
3.6.1	Preparo do solo.....	31
3.6.2	Coroamento e controle de plantas daninhas	33
3.6.3	Controle de formigas.....	34
3.6.4	Fertilidade do solo	34
3.6.5	Adubação	36
3.6.5.1	Adubação de plantio	36
3.6.5.2	Adubação de cobertura.....	37
3.7	Avaliação e monitoramento de áreas em restauração	37
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1	Localização e caracterização das áreas de estudo.....	39
4.2	Caracterização da área de estudo	40
4.2.1	Clima da região do estudo.....	41
4.2.2	A vegetação do entorno das áreas de estudo	41
4.3	Caracterização do solo	42
4.3.1	Fertilidade e textura do solo	42
4.3.2	Resistência do solo à penetração	43
4.3.3	Umidade do solo.....	43
4.4	Implantação do projeto.....	44
4.5	Amostragem dos estratos arbóreo e regenerante	47
4.6	Análise da vegetação.....	49
4.6.1	Área basal.....	49
4.6.2	Densidade absoluta e relativa	50
4.6.3	Frequência absoluta e relativa	50

4.6.4	Dominância absoluta e relativa.....	51
4.6.5	Índice de valor de importância (IVI).....	52
4.6.6	Índice de diversidade Shannon-Weaver (H')	53
4.6.7	Índice de equabilidade de Pielou (J')	54
4.6.8	Índice de similaridade de Jaccard (SJ).....	54
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
5.1	Caracterização das áreas	56
5.1.1	Fertilidade do solo	56
5.1.2	Resistência do solo à penetração	59
5.2	Caracterização florística do estrato arbóreo	60
5.2.1	Número de indivíduos e índice de sobrevivência	61
5.2.2	Diversidade florística do estrato arbóreo	62
5.2.3	Crescimento das espécies do estrato arbóreo	66
5.3	Caracterização florística do estrato regenerante	69
5.3.1	Número de indivíduos	70
5.3.2	Densidade e riqueza do estrato regenerante	71
5.3.3	Crescimento das espécies do estrato regenerante	74
5.4	Parâmetros fitossociológicos	77
5.4.1	Parâmetros fitossociológicos do estrato arbóreo	77
5.4.2	Parâmetros fitossociológicos do estrato regenerante	80
5.5	Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e índice equabilidade de Pielou (J').....	82
5.6	Índice de similaridade de Jaccard (SJ).....	84
6.	CONCLUSÕES.....	86
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
	REFERÊNCIAS.....	88

ANEXOS

Anexo I.	Relação das espécies registradas no levantamento do estrato arbóreo na área 1 e na área 2 (ind.ha ⁻¹) e seus respectivos grupos ecológico (GE) e número de indivíduos (Ni).	99
Anexo II.	Crescimento médio em altura e diâmetro das espécies do estrato arbóreo, na área 1 e na área 2 (plantio e plantas remanescentes).	102
Anexo III.	Relação das espécies registradas no levantamento do estrato regenerante na área 1 e na área 2 (ind.ha ⁻¹) e seus respectivos grupos ecológico (GE) e número de indivíduos (Ni).	104
Anexo IV.	Crescimento médio em altura e diâmetro das espécies regenerantes amostrados na área 1 e na área 2.	106
Anexo V.	Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência relativa (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato arbóreo encontrados na área 1.	107
Anexo VI.	Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência, (FRi), e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato arbóreo encontrados na área 2.	108
Anexo VII.	Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência, (FRi), e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato regenerante encontrados na área 1.	109
Anexo VIII.	Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência, (FRi), e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato regenerante encontrados na área 2.	110

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de restauração e conservação dos ecossistemas naturais torna-se evidente diante das importantes funções ambientais, econômicas e sociais que desempenham. No entanto, o crescimento populacional e a busca pelo desenvolvimento econômico e social exercem fortes pressões sobre esses ecossistemas, resultando, muitas vezes, na perda de sua resiliência, o que tem levado à contínua e acentuada degradação de extensas áreas em diversas regiões do planeta.

Considerado um dos principais problemas ambientais, o desmatamento interfere diretamente na qualidade da água e do solo e indiretamente nas mudanças climáticas e, conseqüentemente, em todas as alterações provocadas pelo aquecimento global. Isso tem despertado a atenção de governos, conservacionistas e demais setores da sociedade.

Dados da Fundação SOS Mata Atlântica e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2013) comprovam que o desmatamento aumentou 9% entre 2012 e 2013, a maior taxa desde 2008. O novo Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica aponta uma supressão de 23.948 ha de remanescentes florestais da Mata Atlântica, neste período.

Diante desse quadro, que não é diferente nos demais biomas brasileiros e em outros países (NORDEN et al., 2012), os projetos de recuperação de áreas degradadas com a utilização de espécies arbóreas surgem como uma forma eficaz de minimizar os efeitos decorrentes do desmatamento (BARBOSA et al., 2008; ZÔMPERO et al., 2008).

Existe uma série de estudos que apresentam alternativas de recuperação de áreas degradadas, como afirma Alvarenga (2004), prestando as informações necessárias sobre a escolha de espécies, o espaçamento e os tratamentos culturais, dentre outros. Alguns desses estudos esclarecem que, dependendo dos objetivos,

é possível fazer uso de gramíneas, arbustos e árvores em combinações ou isoladas, e, ainda, há a possibilidade de uso de plantas exóticas e nativas, isoladas ou em combinações.

No entanto, o uso de plantas exóticas precisa ser avaliado com muita cautela, pois, em se tratando de ambientes profundamente alterados e com baixa resiliência, existe a possibilidade de que essas espécies venham a se tornar invasoras, provocando desequilíbrio, como já tem sido observado para algumas espécies (BELLOTO et al., 2009).

Diante da inexistência de um modelo de restauração de áreas degradadas global e padronizado, a escolha da melhor metodologia de restauração representa um esforço extra, pois depende, além da disponibilidade de recursos financeiros, da legislação, dos objetivos, das condições do ambiente a ser recuperado, da situação do entorno da área e da combinação entre esses fatores. Essa dificuldade se torna ainda maior no Brasil, devido à grande diversidade de espécies florestais, considerada a maior do planeta (LORENZE, 1992). Isso implica em um número maior de situações e condições a serem consideradas.

Além da elaboração e dos cuidados com a implantação do projeto, deve-se considerar que este precisa ser monitorado periodicamente após a sua implantação, até o ponto em que a área alcance a sua resiliência. O monitoramento permanente é uma etapa básica (PRACH; WALKER, 2011) e tem como objetivo avaliar a eficácia das ações de restauração e, se necessário, redefinir as metodologias de restauração, no intuito de melhorar a efetividade, reduzir custos com insumos e mão de obra e melhorar as condições de trabalho em campo (BELLOTTO et al., 2009). O monitoramento consiste, portanto, na avaliação de alguns indicadores de restauração que apontam o comportamento e o desenvolvimento das plantas provenientes de plantio ou da regeneração natural (ISERNHAGEN et al., 2009).

Os parâmetros de avaliação e monitoramento devem ser de fácil aplicação e devem trazer respostas rápidas, sugerindo possíveis intervenções para a correção de falhas em projetos de restauração já implantados, sem causar grandes alterações nos projetos para não comprometer seus objetivos (BELLOTTO et al., 2009).

A Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica, SER (2004), lista nove atributos que determinam se a restauração foi completa, mas esclarece que não é necessária a utilização de todos esses atributos para comprovar uma restauração. Na prática, nenhum estudo considera todos esses atributos, mas a maioria inclui a diversidade, a estrutura da vegetação e os processos ecológicos (RUIZ-JAÉN; AIDE, 2005). Esses autores entendem que são necessárias, ainda, pelo menos duas áreas de referência que forneçam informações passíveis de comparações com os atributos das áreas estudadas.

No presente trabalho foram realizadas análises e comparações do comportamento e do crescimento em altura e diâmetro das plantas provenientes do plantio de mudas, da regeneração natural e das plantas remanescentes em duas áreas após quatro anos da implantação de um projeto de restauração no *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais. Para tanto, foram avaliados os atributos dos solos riqueza, estrutura e diversidade dos estratos arbóreos e regenerantes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o sucesso da restauração florestal em duas áreas degradadas, quatro anos após a implantação.

2.2 Objetivos específicos

- a) Caracterizar e quantificar o crescimento do estrato arbóreo e possíveis relações com o ambiente.
- b) Identificar e quantificar a regeneração natural e possíveis relações com os atributos do substrato e do seu entorno.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico, ou revisão de literatura, é item essencial no desenvolvimento de qualquer trabalho científico. Foi realizada revisão de literatura a respeito dos assuntos mais importantes relacionados à restauração florestal, assunto principal deste trabalho.

3.1 Funções das florestas

As florestas sempre desempenharam importantes funções sociais, econômicas e ambientais, proporcionando abrigo para a fauna, auxiliando na conservação dos recursos hídricos e do solo e produzindo matéria-prima para os mais diversos usos. São essenciais na conservação da biodiversidade, auxiliam na estabilidade do clima e oferecem uma gama de outros valores, inclusive culturais (MILLER JUNIOR, 2008), além de atuarem como reservatórios de carbono (PREISKORN; COUTO e al., 2009), ao absorvê-lo pelo processo fotossintético, principalmente pela forma de madeira (AREVALO; ALEGRE; VILCAHUAMAN, 2002).

Considerando que o carbono na atmosfera é o principal responsável pelo aumento do efeito estufa e que cerca de 50% da madeira seca é carbono, as florestas são instrumentos importantes no controle da temperatura do planeta (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, SFB, 2010) ao manter o carbono estocado em sua biomassa. Dessa forma, uma floresta proporciona melhoras no microclima local e, em conjunto, no clima global.

A fixação de carbono é entendida como um dos serviços ambientais proporcionados pelas florestas e podem ser avaliados e valorados para a obtenção de créditos de carbono. Esse recurso poderia contribuir para suprir a escassez de recursos para o plantio de florestas nativas (BARBOSA, 2006) e

incentivar medidas que busquem a recomposição das florestas e, conseqüentemente, o resgate de suas funções.

3.2 Causas e conseqüências da perda das florestas

O desmatamento tem sido apontado como um dos responsáveis pelo aquecimento global (BELLOTTO et al., 2009), uma vez que a perda da cobertura florestal resulta em alterações no clima (BORGES et al., 2004), o que pode causar o derretimento da calota polar, inundações, mudança no regime de chuvas, elevação da temperatura média, tufões, ciclones e furacões, dentre outros (TEIXEIRA, 2012). Essas conseqüências, no entanto, nem sempre são consideradas pelo setor produtivo e grandes áreas naturais estão sendo destruídas ou degradadas em algum grau pelas atividades humanas. Em muitos casos, a exploração dos recursos naturais é muito superior às taxas de renovação natural e, embora gere renda, várias atividades econômicas são conflitantes com os interesses ecológicos (MILLER JUNIOR, 2008).

Além do comércio madeireiro, um dos responsáveis pelo desmatamento, a urbanização, o avanço da fronteira agrícola, a construção de hidrelétricas e a industrialização vêm impactando os ecossistemas naturais (BARBIERE, 2012), levando à ocorrência dos processos conhecidos como fragmentação de habitats (KAGEYAMA; GANDARA, 2005). A fragmentação provoca perda da biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna, perda da diversidade genética, redução da densidade ou abundância e alteração da estrutura da vegetação, dentre outros (BORGES 2004).

Com a fragmentação ocorre, ainda, aumento nos efeitos de borda que, aliado à baixa conectividade entre os fragmentos, ameaça ainda mais à biodiversidade, por isolar espécies, causar mudanças no microclima e na luminosidade, afetando o potencial de germinação e sobrevivência e o

estabelecimento de plantas e animais nas áreas afetadas (PIRES et al., 2006; KAGEYAMA; GANDARA, 2005; ISERNHAGEN et al., 2009).

As consequências da extinção de espécies, para a biodiversidade e para o próprio homem, são imprevisíveis, tendo em vista que não se sabe ao certo qual o papel e a participação dessas espécies no equilíbrio ecológico (BARBIERI, 2012).

Preocupações como essas e, principalmente, as relacionadas com degradação do solo, dos recursos hídricos e aquecimento global, têm despertado a atenção de conservacionistas, governantes e demais setores da sociedade (MORAES; CAMPELLO; FRANCO, 2010). Na tentativa de evitar ou, pelo menos, amenizar alguns desses danos são propostos modelos de desenvolvimento sustentáveis, com a utilização de estratégias baseadas na percepção da natureza como prestadora de serviços ecológicos, que sejam capazes de conciliar crescimento econômico com conservação do capital natural.

Embora essas estratégias tenham mostrado bons resultados em diversos países, esses resultados são incipientes e as florestas continuam sendo devastadas e as áreas degradadas têm aumentado em todo mundo (NORDEN et al., 2012).

No que se refere ao desmatamento, o dano causado aos ecossistemas florestais é, pelo menos parcialmente, reversível por meio da restauração ecológica que é, de acordo com Clewell, Rieger e Munro (2005), o processo de auxílio ao restabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Trata-se de reverter a situação nos locais onde a vegetação primitiva foi suprimida, por meio de processos de recuperação florestal e, com isso, restaurar o meio biofísico local no que se refere à flora (GONÇALVES et al., 2005; ZÔMPERO et al., 2008).

3.3 Restauração florestal

A restauração florestal vai além do resgate da biodiversidade, das funções ecológicas e da sustentabilidade ao longo do tempo (RODRIGUES; GANDOLFI, 2007). Para esses autores, o ideal é que se utilize várias espécies diferentes, incluindo outras formas de vida além de árvores (ervas, arbustos, cipós, fauna, etc.) e das funções que cada espécie desempenha, de forma isolada ou em conjunto.

A restauração de ecossistemas naturais degradados tem um papel fundamental para reduzir a extensão dos problemas descritos anteriormente, especialmente em situações mais sensíveis como áreas ciliares e aquelas consideradas de preservação permanente (KAGEYAMA; GANDARA, 2005; CHAZDON, 2008; BENAYAS et al., 2009).

O sucesso de uma revegetação, no entanto, depende de uma análise do local e avaliação das principais variáveis que possam afetar o desenvolvimento e o crescimento das plantas. Essa análise inclui a pesquisa sobre o clima da região, das condições do solo e do relevo, da vegetação nativa e possíveis condições tóxicas (PIRES, 2009; ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). Essas informações são necessárias para a definição dos parâmetros a serem adotados, tais como o modelo de regeneração, o espaçamento, a escolha e a distribuição das mudas, os tratamentos culturais e o controle de formigas e de plantas daninhas (PIRES, 2009). A sobrevivência e o desenvolvimento das mudas estão de tal forma vinculados à necessidade de um controle eficaz das plantas daninhas e das formigas que Durigan et al. (2011) afirmam que as estratégias de controle devem ser definidas previamente e realizadas em etapas e ao longo de todo o período de restauração da área.

3.4 Modelo de recuperação florestal

Na tentativa de, pelo menos, amenizar os impactos causados pelo desmatamento, são propostos modelos de restauração florestal (BENAYAS et al., 2009), por meio do restabelecimento da cobertura vegetal, com vistas ao reparo dos danos causados, por intervenções humanas, à biodiversidade e à dinâmica dos ecossistemas naturais (MILLER JUNIOR, 2008). Esses modelos têm como um dos desafios mais importantes a adoção de técnicas de revegetação eficazes e adequadas às peculiaridades de cada local a ser recuperado (FERREIRA, R. et al., 2007).

A escolha e a definição do método de restauração florestal, portanto, dependem de uma análise conjunta da fitofisionomia e resiliência de cada área em particular (TNC-NBL, 2014), uma vez que, dada a diversidade de situações e ambientes que devem ser restaurados, parece pouco provável o estabelecimento de critérios ou indicadores de uso universal, aplicáveis a qualquer situação ou região, sem comprometimento da eficácia (BELLOTTO et al., 2009).

Na revegetação de uma determinada área pode ser utilizada uma variedade de plantas (árvores, arbustos, gramíneas e ervas) e de métodos de plantio. Cada tipo de vegetação apresenta suas vantagens e limitações e essa escolha deve ser baseada na capacidade de adaptação da planta em cada situação. Se a legislação permitir, o uso de espécies exóticas tanto isoladas ou consorciadas com plantas nativas pode ser uma alternativa, considerados a disponibilidade e o custo das mudas e sementes (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). Para o uso de espécies exóticas deve haver boas justificativas, acompanhadas de estudos de impacto da espécie, uma vez que há o risco de elas escaparem para o ambiente natural e causarem algum distúrbio (BARBIERI, 2012).

A adoção de uma determinada técnica de recuperação e as espécies que serão utilizadas vão depender, ainda, da disponibilidade de recursos financeiros, da situação da área e de seu entorno, da disponibilidade de mão de obra especializada, do histórico de ocupação e do grau da perturbação, dentre outros fatores (RODRIGUES; GANDOLFI 2007).

O conhecimento do ecossistema fornece uma base teórica fundamental para a definição do modelo de recuperação, uma vez que vários aspectos da ecologia da restauração podem ser incorporados (CLEWELL; RIEGER; MUNRO, 2005; BENAYAS et al., 2009). No entanto, devido às limitações de recursos e tempo, nem sempre é possível considerar todo o conjunto de atributos do ecossistema. Porém, é importante considerar, pelo menos, aqueles processos mais relevantes que limitam ou impedem o desenvolvimento sucessional do sítio (ENGEL; PARROTA, 2008).

O custo de implantação de programas de restauração pode representar uma barreira significativa, por parte dos executores e financiadores da atividade, de modo que mesmo métodos muito eficientes podem ser prontamente esquecidos e/ou descartados, caso os custos sejam excessivamente altos (BELLOTTO et al., 2009). Balieiro e Tavares (2008), no entanto, afirmam que as diversas pesquisas realizadas no Brasil obtiveram resultados importantes na diminuição do tempo e do custo de implantação de florestas.

Considerando a importância das florestas, é de se esperar que os planos de recuperação de áreas degradadas utilizem como técnica o reflorestamento adensado com espécies nativas do entorno, visando, além da recuperação da fauna e da flora local, a recuperação do patrimônio paisagístico/ambiental, amenizando, de forma mais eficaz, os impactos ambientais causados pelo uso inadequado dos recursos florestais.

Os modelos de recuperação de áreas degradadas devem buscar a aceleração dos processos naturais de recomposição e obter resultados próximos à

dinâmica de uma floresta natural, até o ponto em que o sistema recupera a sua resiliência e se torna autossustentável. O objetivo da restauração é o restabelecimento dos processos da dinâmica das florestas, sobretudo os relacionados à regeneração natural (MORAES; ASSUMPCÃO; PEREIRA, 2013).

Assim, além da restauração da integridade e do potencial de sustentabilidade do ecossistema, os projetos podem ter metas ecológicas adicionais, tais como fornecer habitats para determinadas espécies ou promover um novo arranjo para comunidades bióticas específicas (CLEWELL et al., 2005), bem como benefícios associados à sociedade humana (CLEWELL; RIEGER; MUNRO, 2005; GONÇALVES et al.; 2005; MILLER JUNIOR, 2008; BENAYAS et al., 2009).

3.5 Métodos de regeneração

O modelo de recuperação florestal, baseado nos critérios descritos acima, determina o método de regeneração que será utilizado, podendo ser a condução da regeneração natural ou a regeneração artificial a partir de semeadura direta ou do plantio de mudas (BOTELHO; DAVIDE, 2002). Nessa escolha há de se considerar, entre outros, a relação custo/benefício.

Seja qual for o método utilizado, para evitar desperdícios de mão de obra e recursos financeiros e aumentar a eficiência na recuperação da área degradada, é preciso, antes de qualquer outro procedimento, identificar e anular a ação dos atores causadores de degradação, uma vez que a continuidade desses fatores pode interferir, de forma negativa, em todas as ações subsequentes.

Esses agentes são, relativamente, de fácil identificação e os procedimentos para controlá-los são bem conhecidos. Recomenda-se promover o isolamento da área por meio da instalação de cercas e confecção de aceiros

para dificultar o trânsito de animais, veículos, máquinas e implementos agrícolas, diminuir a ocorrência de incêndios, a extração de madeira, a caça, o desmatamento, as atividades agropecuárias e a deriva de herbicidas, dentre outros (NLB, 2013).

Em alguns casos, os procedimentos descritos já serão suficientes para restabelecer o processo de regeneração natural e, dependendo da resiliência do fragmento, promover a sua recuperação (DURIGAN et al., 2011).

3.5.1 Condução da regeneração natural

Responsável pelo processo de sucessão na floresta e pela garantia de preservação do patrimônio genético e da diversidade de espécies, uma vez que para a maioria dessas espécies não existem mudas disponíveis (TNC-NBL, 2014), a regeneração natural da vegetação ocorre a partir de processos naturais, como germinação de sementes e brotações de tocos e raízes (BOTELHO; DAVIDE, 2002). Nesse processo não há interferência antrópica e as áreas degradadas permanecem sem interferência para que a vegetação se refaça naturalmente.

A condução da regeneração natural, por sua vez, consiste na adoção de um conjunto de medidas com o objetivo de minimizar os fatores que retardam a regeneração, tais como incêndios, ataques de formigas e uso exagerado de pesticidas em áreas vizinhas, entre outros (PIOLLI; CELESTINI; MAGON, 2008), priorizando o estabelecimento de espécies nativas. Conforme mencionado acima, em algumas situações de baixo impacto e em que exista alguma vegetação, o simples isolamento da área e a eliminação do agente causador de degradação poderão ser suficientes para que ocorra o restabelecimento natural da vegetação (DURIGAN et al., 2011).

Ressalta-se que existe diferença entre o restabelecimento natural e a condução da regeneração natural, uma vez que a primeira ocorre sem a intervenção humana, sendo natural e não conduzida (CLEWELL; RIEGER; MUNRO, 2005; WALKER et al., 2007).

Embora a condução da regeneração natural seja um método mais simples e econômico, ela é recomendada apenas para áreas que tenham fonte de sementes e condições ambientais adequadas para a germinação e o estabelecimento das plantas (BOTELHO et al., 2001). Rodrigues e Gandolfi (2007) reforçam que a utilização desse método depende, ainda, das características da degradação, do histórico de uso e ocupação, e das características do entorno da área.

Dessa forma, a utilização da regeneração natural como técnica de reflorestamento só será definida após se ter conhecimento da distância dos remanescentes florestais, da presença de agentes dispersores, das características do solo, como umidade e densidade da camada superficial, da presença de plantas competidoras (SOUZA, 2010), bem como do acesso de animais na área que possam interferir no estabelecimento das plântulas (SOUZA, 2010; FERREIRA, W. et al., 2011).

Embora apresente restrições de uso, esse método tem como vantagem, além da redução de custos, por exigir menos mão de obra e insumos (BOTELHO et al., 2001 e BELLOTTO et al., 2009), a ocupação do local com espécies de ocorrência regional e geneticamente adaptadas (RODRIGUES; GANDOLFI, 2007). Souza (2010) reforça a vantagem econômica e acrescenta a possibilidade da vegetação ter uma condição o mais semelhante possível da original e em menor tempo.

3.5.2 Regeneração artificial

Em casos de degradação muito avançada, é recomendável a correção das condições do solo, plantio de mudas de espécies nativas de diferentes grupos ecológicos, distribuídas de forma sistemática, seguida de uma manutenção periódica para o controle eficiente de espécies competidoras e agressivas (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

Qualquer ação para restaurar um ecossistema florestal deve ser tomada no sentido de aumentar a biodiversidade de forma rápida e eficaz (MORAES; ASSUMPCÃO; PEREIRA, 2013). Em caso de a área a ser recuperada se encontrar em um estado muito avançado de degradação, o retorno ao estado não degradado pode não ocorrer ou ser muito lento (FERREIRA, R. et al., 2007). Neste caso, deve-se recorrer a uma técnica de regeneração com interferência antrópica mais intensa, com utilização de semeadura direta ou com o plantio de mudas em área total ou em sistemas de enriquecimento (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

3.5.2.1 Semeadura direta

A semeadura direta de sementes de árvores nativas é uma alternativa de grande eficiência na recuperação, quando se deseja acelerar a regeneração natural de um determinado sítio com economia, praticidade e agilidade (FERREIRA, R. et al., 2007; COLE; HOLL; ZAHAWI, 2010; ISERNHAGEN, 2010).

Esse método pode ser utilizado em área total, nos locais onde não existe vegetação arbórea ou, ainda, dentro de sistemas de enriquecimento. Embora pouco utilizada no Brasil, a semeadura direta apresenta alto potencial, partindo do princípio de que, na floresta tropical, a principal forma de regeneração, tanto

nas clareiras quanto na expansão dos remanescentes, se dá por semeadura natural (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

3.5.2.2 Plantio de enriquecimento

Plantio de enriquecimento é, basicamente, a introdução antrópica, por semeadura ou plantio de mudas, de um maior número de espécies em uma área onde existe algum tipo de vegetação, no intuito de aumentar a diversidade e densidade de plantas por área (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

Como a diversidade de espécies é considerada um aspecto favorável para as comunidades naturais (ARONSON; DRIGAN; BRANCALION, 2011), o plantio de enriquecimento, além de acelerar o processo de recobertura do solo, também pode ser utilizado para atender a esse propósito (COLE; HOLL; ZAHAWI, 2010; DURIGAN et al., 2011).

3.5.2.3 Plantio de mudas em área total

Esse método consiste no plantio de mudas em toda a extensão da área a ser recuperada, visando à aceleração da sucessão da vegetação em curto e médio prazo (BOTELHO; DAVIDE, 2002). O plantio de mudas em área total é indicado para os locais onde a degradação se encontra em estágio muito avançado e a regeneração natural é nula ou muito baixa, devido ao isolamento da área, por características do solo ou ainda pela competição com plantas daninhas (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

Melhores resultados podem ser alcançados por meio do plantio de mudas dos diversos grupos ecológicos distribuídos de forma sistemática. Embora a disponibilidade de mudas e a escassez de recursos financeiros (ALVARENGA, 2004) possam representar um grande empecilho no

cumprimento das metas estabelecidas, as técnicas empregadas pela restauração ecológica têm avançado nos últimos anos, devido ao acúmulo de conhecimentos nas áreas de ecologia florestal (regeneração, sucessão florestal e interações ecológicas), na sistemática e na tecnologia de produção de sementes e mudas (KAGEYAMA; GANDARA, 2005).

Esse avanço pode viabilizar os processos de recuperação nos aspectos tanto ecológico e silvicultural, como no aspecto econômico (ALVARENGA, 2004). Com isso, o plantio de mudas em área total, além de eficaz, se bem conduzido, poderá ser economicamente viável.

Escolha das espécies

Um aspecto importante na implantação de um projeto de recuperação florestal diz respeito à escolha apropriada das espécies. É consenso entre os pesquisadores o uso preferencial de espécies regionais, dado que tais espécies estão bem adaptadas aos diferentes tipos de solos, às condições climáticas e à presença de polinizadores e dispersores de sementes (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

Espécies regionais apresentam outras características que aumentam a probabilidade de sucesso reprodutivo e de regeneração natural, como a tolerância aos predadores, que justificam essa preferência (TNC-NBL, 2014).

Os dados sobre as principais espécies de ocorrência regional e seus habitats preferenciais podem ser obtidos na literatura e, principalmente, nos remanescentes florestais próximos. No entanto, existe uma dificuldade de utilização de muitas espécies, pois nem sempre elas são disponibilizadas pelos viveiros produtores de mudas, pois esses viveiros estão concentrados em poucas regiões, contribuindo para a não regionalidade das sementes e das mudas produzidas (BRANCALION et al., 2009a).

Quanto à escolha das espécies, deve-se observar, ainda, o grupo ecológico ao qual a espécie pertence (pioneira ou não-pioneira), a classificação de plantio (espécie de recobrimento e espécie de diversidade) e a disponibilidade de mudas e sementes. Para fazer a escolha das espécies com base no grupo ecológico, é preciso ter conhecimento da variação da composição das espécies em um local ao longo do tempo, ou seja, a sucessão vegetal. O conhecimento destes atributos é imprescindível em projetos de restauração ecológica (PILON; DURIAN, 2013).

As florestas com maior diversidade apresentam, como características, maior capacidade de recuperação de possíveis distúrbios, melhor ciclagem de nutrientes, maior atratividade da fauna, maior proteção ao solo de processos erosivos e maior resistência a pragas e doenças (MILLER JUNIOR, 2008).

Existe um limite mínimo de diversidade, abaixo do qual um ecossistema não pode se manter. No entanto, não se sabe qual é esse limite e nem as espécies florestais necessárias e aquelas não necessárias. O que se sabe é que as condições físicas do ambiente determinam onde uma espécie pode se desenvolver e que, quanto mais adequadas às condições para uma espécie, mais densa será sua população e maior sua produtividade. Esta relação fundamental entre a distribuição e o ambiente permite a previsão das distribuições reais ou potenciais das espécies (MILLER JUNIOR, 2008).

Cabem, então, nos projetos de reflorestamento, a previsão e a criação das condições adequadas para o bom desenvolvimento das espécies. Essas espécies devem ser selecionadas, portanto, de acordo com as condições do local, a declividade do terreno, o tempo e o nível de degradação e também os objetivos do projeto (ARAUJO et al., 2013).

3.5.3 Sucessão vegetal

Nos projetos de recuperação de áreas degradadas é recomendável uma combinação de espécies de diferentes estágios sucessionais. A divisão de espécies florestais em grupos ecológicos é baseada, principalmente, na tolerância à sombra dessas espécies (ARONSON; DRIGAN; BRANCALION, 2011). Espécies adaptadas às condições de maior luminosidade (pioneiras) colonizam áreas abertas, crescem rapidamente e fornecem o sombreamento necessário para o estabelecimento e o desenvolvimento de novas espécies (MARTINS, 2001).

O conhecimento sobre sucessão ecológica é fundamental quando se pretende trabalhar com restauração de áreas degradadas (BOBATO et al., 2008).

Miranda (2009) define sucessão ecológica como sendo um processo ordenado de mudanças no ecossistema, resultante da modificação do ambiente físico pela comunidade biológica, culminando em um tipo de ecossistema persistente (clímax). Esse conceito reforça o apresentado por Miller Junior (2008), que afirma que novas condições ambientais causam mudanças na estrutura das comunidades, levando à substituição de plantas de um grupo ecológico por outras de diferentes estágios sucessionais.

As mudanças sucessionais são chamadas de seres e são classificadas em dois grupos, de acordo com sua origem: seres primárias, são aquelas que ocorrem em locais previamente desocupados, habitats recém-formados, como dunas de areia, campos de lava vulcânica, rochas erodidas ou solos descobertos pelo recuo de geleiras e seres secundárias são aquelas que ocorrem em locais ocupados anteriormente por uma comunidade logo após uma perturbação, seja pela queda de uma árvore que abre uma clareira, por incêndios ou por campos de agricultura abandonados (RICKLEFS, 1996).

A sucessão vegetal pertence ao segundo grupo e se refere à variação da composição das espécies em um local ao longo do tempo. Essa variação ocorre de forma gradativa até que a comunidade se torne relativamente estável e atinja a composição final ou clímax (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

As plantas pioneiras ou plantas de estágio inicial são as primeiras a colonizar a área devido à sua alta resistência e capacidade de se desenvolverem em condições ambientais adversas. Elas modificam as condições e a disponibilidade de recursos, favorecendo o estabelecimento de plantas de estágios sucessionais mais avançados no local. Para Araujo, Almeida e Guerra (2013), as plantas pioneiras, muito utilizadas nos projetos de recuperação de áreas degradadas, tendem a desaparecer, deixando a área recuperada com características bem diferentes, tanto na aparência como na composição de espécies, do plantio e das instalações iniciais. Essas espécies "abrem caminho" para outras espécies chamadas de secundárias que, por sua vez, criam condições para outras espécies até que o sistema atinja certa estabilidade, o clímax.

Com a remoção dessa cobertura clímax pelo fogo ou desmatamento inicia-se uma nova sucessão, que é responsável pela manutenção da biodiversidade nas comunidades florestais (MILLER JUNIOR, 2008). Esse é um processo natural e os projetos de recuperação de áreas degradadas devem fundamentar-se neste conceito.

3.5.4 Composição e arranjo das espécies no plantio

A composição diz respeito ao número e às proporções de cada espécie e grupos ecológicos a serem plantadas em uma determinada área. Plantios feitos sem critérios técnicos, baseados na distribuição aleatória das mudas no campo, apresentam menores chances de atingir um resultado satisfatório, do ponto de vista ambiental (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

Quando o objetivo é a recomposição da vegetação nativa, deve-se optar por um plantio misto e com espécies de ocorrência regional. No reflorestamento misto devem ser utilizadas espécies de diferentes estágios de sucessão, assemelhando-se à floresta natural, que é composta por um mosaico de estágios sucessionais. Assim, devem ser utilizadas diversas espécies em que diferentes grupos desempenham diferentes papéis de sombreadoras e sombreadas (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

Para estes autores, em se tratando de ecossistema de Mata Atlântica, 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. Eles avaliaram outras possibilidades, em que se têm até 100% de pioneiras, com algumas vantagens, mas alertam sobre a necessidade de remanescentes florestais próximos que possam fornecer fontes de sementes de espécies de outros estágios sucessionais. Belloto et al. (2009) admitem essa possibilidade em projetos que visam o rápido recobrimento do solo, mas, para eles, nesse caso, não se tem garantia de que se vá formar uma floresta permanente.

3.6 Tatos culturais

Neste item são descritos os tratos culturais utilizados na implantação do projeto de restauração, tais como preparo do solo, controle de plantas daninhas e de formigas, fertilidade do solo e adubações de plantio e de cobertura.

3.6.1 Preparo do solo

Para o bom desenvolvimento e o estabelecimento das plantas, é necessário que o solo apresente boas condições de aeração e porosidade. Apesar

de a erodibilidade diminuir com o aumento da densidade aparente, a compactação excessiva do solo interfere de forma negativa na dinâmica de crescimento das plantas (SILVEIRA et al., 2010; ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013), uma vez que está diretamente relacionada com o desenvolvimento das raízes e na aeração e na retenção de umidade.

O preparo do solo visa, prioritariamente, melhorar as condições físicas do solo, reduzir as plantas daninhas e facilitar o plantio. O preparo pode melhorar a fertilidade do solo (aumentar a taxa de mineralização da matéria orgânica), melhorar a capacidade de retenção de água, romper camadas impermeáveis, reduzir a densidade e a resistência à penetração de raízes e aumentar a aeração, entre outros benefícios (BOTELHO; DAVIDE, 2002).

A aferição do grau de compactação do solo pode ser realizada pela avaliação da resistência do solo à penetração, que vai determinar a dinâmica de crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (SILVEIRA et al., 2010).

Algumas técnicas podem ser utilizadas para melhorar essas condições, como, por exemplo, a escarificação da superfície com um subsolador ou outro dispositivo mecânico (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

No preparo do solo, normalmente, são realizadas operações de subsolagem, aração, gradagem e sulcamento, para o alinhamento e a abertura das covas. O principal objetivo da subsolagem é promover o rompimento das camadas compactadas do solo, facilitando o desenvolvimento das raízes das mudas e melhorando a capacidade de infiltração de água no solo. A gradagem e a aração são operações de preparo do solo que facilitam as operações de sulcamento, coveamento e plantio, uma vez que promovem a incorporação de restos de biomassa presentes na área. O sulcamento, por sua vez, é uma operação que faz a abertura de linhas de plantio, facilitando as operações de plantio e de distribuição das mudas.

No entanto, essas operações, isoladas ou em combinações, principalmente a gradagem, devem ser utilizadas com certa moderação, pois o revolvimento frequente do solo facilita os processos erosivos (NAVE et al., 2009).

3.6.2 Coroamento e controle de plantas daninhas

A manutenção das áreas em restauração deve prever, no mínimo, o coroamento das plantas, até que elas sejam capazes de sobreviver à competição com as gramíneas, ou seja, mais ou menos dois anos após o plantio ou quando tiverem ultrapassado a altura do capim (DURIGAN et al., 2011).

O coroamento é um procedimento utilizado para remover ou controlar a vegetação indesejada num raio de, no mínimo, 50 cm ao redor da muda ou do indivíduo regenerante, para evitar a competição por água, luz e nutrientes. Essa operação é, inicialmente, realizada manualmente com a utilização de enxada. Quando as plantas atingem altura superior a 50 cm, podem-se utilizar, com o devido cuidado, produtos químicos (herbicidas) no controle das ervas daninhas (TNC-NBL, 2014). As capinas, tanto ao redor das plantas quanto nas entrelinhas, devem ser realizadas, manualmente ou com uso de herbicidas, até 30 meses após o plantio ou até que o solo já esteja totalmente recoberto pelas sombras das árvores. Calcula-se uma média de 12 intervenções nesse período (NLB, 2013).

Quanto ao uso de herbicidas em áreas em recuperação, Cornish e Burgin (2005), avaliando os efeitos da aplicação de glifosato, principal ingrediente de herbicidas, em áreas em recuperação, concluíram que a aplicação desse produto tem mostrado ser uma solução eficaz em projetos de recuperação, se realizada com segurança, por aplicadores devidamente capacitados e seguindo as recomendações técnicas.

3.6.3 Controle de formigas

As formigas cortadeiras são consideradas as principais pragas florestais (BOTELHO; DAVIDE, 2002) e o sucesso do projeto de recuperação de área degradada depende de um controle eficaz das formigas dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), devido à elevada capacidade de danos (DUIGAN et al., 2011; TNC-NBL, 2014), principalmente às plantas mais jovens.

Embora existam métodos alternativos para o controle de formigas menos agressivos ao meio ambiente, como destruição dos ninhos, injeção de gases ou água e uso de vegetais prejudiciais aos fungos que as formigas utilizam para se alimentar, os produtos químicos são os mais utilizados, devido aos bons resultados obtidos no controle dessas pragas.

O método mais utilizado no combate às formigas cortadeiras em florestas de uso comercial, plantadas tanto com espécies exóticas como com espécies nativas, é a utilização de iscas granuladas à base de sulfluramida ou fipronil. A preferência pelo uso desses produtos se dá pela facilidade de aplicação, pela baixa toxicidade e pela alta eficiência (TNC-NBL, 2014).

Deve-se efetuar o controle pré-plantio (30 dias antes do plantio), se necessário o controle durante o plantio (5 dias antes e depois) e o controle de manutenção com aplicações de iscas de acordo com a infestação de cada área em restauração (TNC-NBL, 2014).

3.6.4 Fertilidade do solo

Fertilidade é a capacidade do solo de ceder nutrientes para as plantas. Os solos de áreas degradadas, normalmente, encontram-se muito degradados, não oferecem mais as condições mínimas para o desenvolvimento vegetal (NAVE et

al., 2009) e apresentam deficiências que precisam ser corrigidas antes do plantio das mudas (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). Para a correção do solo é recomendável que se faça uma análise do perfil, da fertilidade e do pH do solo e de outras propriedades que afetam o crescimento das plantas, tais como a permeabilidade e a densidade aparente (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

As análises dos solos devem ser realizadas por laboratórios de análise competentes, em universidades ou instituições de pesquisa. De posse desses dados é possível fazer uma recomendação de correção mais confiável, mais rentável e sem desperdícios.

Na coleta de solos para análise, é preciso estar atento a alguns cuidados especiais. Para que a amostra do solo seja representativa, a área amostrada deve ser a mais homogênea possível. Na amostragem de área com cultura perene, devem-se considerar, na estratificação, as variações de cultivar, a idade das plantas, as características do sistema de produção e, principalmente, a produtividade.

Para a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999), os limites de uma gleba de terra para amostragem não devem ser definidos pela área (hectares), mas sim pelas características enumeradas no parágrafo anterior, que determinam a sua homogeneidade.

Os tipos de solos variam desde aqueles não consolidados até argilas pesadas e moldáveis. O primeiro tende a ser deficiente em partículas finas e em nutrientes, e tem baixa capacidade de retenção de água. O último é pouco aerado, exibe alta absorção de umidade e impede o crescimento radicular. Os melhores solos para o crescimento das plantas são os ricos em matéria orgânica, que têm partículas finas suficientes para uma retenção adequada de água e nutrientes, ao mesmo tempo em que exibem boas propriedades de aeração e transmissão de água (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

O grau de compactação também é importante e interfere de forma contundente no desenvolvimento de plantas. Solos densos e muito compactados tendem a ter baixas condutividades hidráulicas, aeração pobre e alta resistência à penetração das raízes (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013).

3.6.5 Adubação

As plantas precisam que o solo, além de uma boa aeração e porosidade, ofereça os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Os solos de áreas degradadas geralmente não apresentam essas qualidades, sendo necessárias algumas correções para melhorar as suas qualidades físicas e químicas (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2013). Dentre essas correções, estão as adubações de plantio e de cobertura, podendo ser químicas e/ou orgânicas (BARBOSA, 2006; ISERNHAGEN et al., 2009).

3.6.5.1 Adubação de plantio

A adubação de plantio depende essencialmente da análise do solo. Se houver disponibilidade, recomenda-se, na adubação de plantio, a utilização de esterco de curral ou de granja bem curtido, misturado com a terra que vai preencher a cova, juntamente com uma adubação química, definida de acordo com os teores de nutrientes do solo e com as exigências da planta.

Para a adubação química, normalmente, são utilizadas formulações de N:P:K 06:30:06 ou outro equivalente com teor elevado de fósforo. Esse fertilizante deve ser misturado previamente ao solo antes do plantio (TNC-NBL, 2014).

3.6.5.2 Adubação de cobertura

Para a adubação de cobertura é recomendado, se houver disponibilidade, o uso de adubos orgânicos na mesma dosagem da adubação de plantio. O esterco deve ser incorporado ao solo logo após a capina ou em período de baixa infestação de plantas daninhas, preferencialmente durante a estação das chuvas, para a sua melhor absorção (TNC-NBL, 2014).

Conforme a necessidade de cada solo, será realizada a adubação química 30 dias após o plantio. A partir daí, as adubações deverão ser realizadas a cada dois meses, com 50 g da fórmula NPK 20:05:20 ou equivalente, em semicorona, durante a estação das chuvas (TNC-NBL, 2014). Essa adubação também deve ser realizada logo após a capina ou em período de baixa infestação de ervas daninha (NAVE et al., 2009).

Nave et al. (2009) afirmam que as espécies de cerrado não respondem positivamente à adubação ou, mesmo, são negativamente afetadas por ela. Dessa forma, estes autores não recomendam qualquer tipo de adubação neste tipo de vegetação até que se tenha mais conhecimento sobre o comportamento dessas espécies.

3.7 Avaliação e monitoramento de áreas em restauração

Os projetos de recuperação precisam ser monitorados periodicamente, após a sua implantação. Esta é uma etapa básica e necessária (PRACH; WALKER, 2011) e tem como objetivo avaliar a eficácia das ações e, se necessário, redefinir as metodologias de restauração (ISERNHAGEN et al., 2009), no intuito de melhorar a efetividade, reduzir custos com insumos e mão de obra, melhorar as condições de trabalho em campo e avaliar os resultados efetivos do empreendimento (ABAD et al., 2009).

O monitoramento consiste na avaliação de alguns indicadores de restauração que apontam o comportamento e o desenvolvimento das plantas provenientes de plantio ou da regeneração natural (BELLOTTO et al., 2009).

Bellotto et al. (2009) ressaltam que, para as diferentes etapas do processo de restauração, são necessárias diferentes variáveis de avaliação e monitoramento, as quais devem ser de fácil aplicação e trazer respostas rápidas, sugerindo possíveis intervenções para a correção de falhas em projetos de restauração já implantados, sem que eles se comprometam como um todo.

Para o acompanhamento da evolução dos processos ecológicos de uma determinada área é recomendada a instalação de parcelas permanentes de amostragem, pois isso possibilita a comparação dos resultados com medições futuras dessa mesma área (BELLOTTO et al., 2009). Nessas parcelas deverão ser realizadas aferições periódicas de, no máximo, cinco anos (BELLOTTO et al., 2009), do número de plantas, do diâmetro e da altura de cada uma.

Com os dados obtido são realizados os cálculos para a obtenção dos valores de parâmetros como área basal, frequência, densidade, dominância, índice de valor de cobertura (IVC) ou índice de valor de importância (IVI), índice de diversidade Shannon-Weaver (H') e índice de equabilidade de Pielou (J').

Estes parâmetros são importantes indicadores do estágio de desenvolvimento e restabelecimento da área recuperada, portanto, importantes para balizar a escolha das espécies e a melhor forma de plantá-las (FARIA; DAVIDE; BOTELHO, 1997). Isso poderá ser útil também na definição de estratégias, em projetos similares futuros.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Neste item são descritas as áreas de estudo e as técnicas utilizadas para coleta, processamento e análise dos dados.

4.1 Localização e caracterização das áreas de estudo

O município de Lavras está inserido na região denominada Campo das Vertentes, localizada na porção setentrional da bacia do Alto Rio Grande, no sul do estado de Minas Gerais, região sudeste do Brasil. Sua área é de 565 km² e está a 919 m de altitude, entre as coordenadas 21° 45" sul e 45° 00" oeste (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, W., 2007).

O presente trabalho foi conduzido em duas áreas em recuperação, pertencentes à Universidade Federal de Lavras. A primeira área, denominada área 1, está localizada entre o prédio da Incubadora de Empresas e o estacionamento do ginásio poliesportivo, nas coordenadas 21° 13' 52.05" sul e 44° 59' 26.17" oeste e tem 4.510 m² (Figura 1). Esta área se encontrava isolada de qualquer remanescente florestal, com apenas um exemplar arbóreo adulto de *Machaerium nyctitans* (bico de pato) e algumas árvores de *Delonix regia* (flamboyant), na cabeceira do terreno. Nela foram plantadas, no período chuvoso de 2009-2010, 700 mudas de espécies nativas.



FIGURA 1. Imagem da área 1, localizada abaixo da Incubadora de Empresas da UFLA.

A segunda área, denominada área 2 está localizada em local conhecido como “curva da jaqueira”. Situa-se em uma estreita faixa ao lado direito da avenida principal, entre a curva da jaqueira e a estrada de acesso à Estação de Tratamento de Água (ETA), nas coordenadas 21° 13' 45.36" sul e 44° 59' 20.39" oeste, com 6.164 m² de área total. Seu entorno apresenta plantios de *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp., bambuzal, macaúbas (*Acrocomia aculeata*) e outras árvores nativas. No interior da área existiam, ainda, algumas árvores nativas remanescentes que foram mantidas e que, somadas às mudas plantadas no início do projeto, totalizaram 1.450 plantas. Dessa forma, o estrato arbóreo atual dessa área é formado pelas plantas remanescentes e pelo plantio de mudas.

4.2 Caracterização da área de estudo

Neste item são descritos, de forma detalhada, o clima da região e a vegetação do entorno das áreas de estudo.

4.2.1 Clima da região do estudo

O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, subtropical (BRASIL, 1992). As estações climáticas são bem definidas, sendo uma seca, de abril a outubro, e outra chuvosa, de novembro a março, e 60% das chuvas se concentram nos meses de dezembro a fevereiro. De acordo com o IBGE, o clima da região é caracterizado como tropical de altitude, com temperatura média anual em torno de 19,3 °C; média do mês mais frio, 15,8 °C e do mês mais quente, de 22,1 °C (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA. R., 2007).

A pluviometria mostra-se distribuída de forma irregular ao longo do ano, com precipitações médias anuais de 1.517±168 mm, concentradas na primavera/verão (novembro a março) e precipitação média mensal variando de 19 mm (junho) a 293 mm (janeiro) (VAN DEN BERG; OLIVEIRA FILHO, 2000; PEREIRA et al., 2010). A umidade relativa do ar anual é de 76% (BRASIL, 1992).

4.2.2 A vegetação do entorno das áreas de estudo

O *campus* da UFLA tem área de 505,2 hectares, dos quais 33,23 ha são considerados áreas de preservação permanente. A área ocupada com vegetação arbórea no *campus* da UFLA é de 115,32 ha. Deste total, 44,78 ha (38,83%) são ocupados por mata nativa em estágio avançado de regeneração; 18,78 ha (16,29%) são ocupados por plantios de eucalipto; 17,56 ha (15,23%), por capoeiras em diferentes estágios sucessionais; 10,12 ha (8,78%), por vegetação paludosa situada ao redor das nascentes e ao longo dos cursos d'água; 10,02 ha (8,69%), por plantio homogêneo de angico; 9,40 ha (8,15%), por plantio de

Pinus spp.; 3,57 ha (3,10%), por vegetação típica de cerrado e 1,09 ha (0,95%), por plantio misto de espécies nativas (PEREIRA et al., 2010).

Para Pereira et al. (2010), apesar dos impactos sofridos, os remanescentes florestais do *campus* da UFPA ainda detêm elevada diversidade.

4.3 Caracterização do solo

Neste item são descritas a fertilidade e a textura do solo, a resistência do solo à penetração (RSP), bem como a sua umidade por ocasião da aferição da resistência.

4.3.1 Fertilidade e textura do solo

Para a determinação da fertilidade e textura do solo foram coletadas, com o uso de um trado holandês (Figura 2A), amostras simples, nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm. As amostras simples resultaram em três amostras compostas, uma para cada profundidade.



FIGURA 2. Equipamentos utilizados na coleta de solo para a análise de fertilidade, textura e resistência do solo à penetração: A) Trado holandês. B) Penetrômetro de impacto Modelo IAA/Planalsucar. C) Recipientes de alumínio. D) Balança analítica.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Lavras, com a obtenção de macronutrientes, micronutrientes e textura. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a metodologia proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997).

4.3.2 Resistência do solo à penetração

A resistência do solo à penetração foi determinada utilizando-se o penetrômetro de Impacto Modelo IAA/Planalsucar - Stolf (Figura 2 B), a partir da superfície do solo até a profundidade de 0,40 m, em todas as parcelas, segundo a metodologia descrita em Stolf et al. (1983).

No dia da aferição, o solo da área 1 estava com 13,45% de umidade e o solo da área 2, com 19,75%.

4.3.3 Umidade do solo

Dada a influência da umidade nas determinações de resistência do solo à penetração (RSP) com o uso de penetrômetros de impacto, entendeu-se prudente determinar a umidade do solo no momento da aferição da RSP.

Para a determinação da umidade média do solo de cada área foram coletadas amostras nos mesmos pontos utilizados na determinação da resistência do solo à penetração, em diferentes profundidades (0-10 cm, 0-20 cm e 20-40 cm). Essas amostras foram acondicionadas em recipientes de alumínio vedados com fita crepe (Figura 2 C) e levadas ao laboratório, onde foi aferido seu peso úmido, em balança analítica (precisão 0,001 g) (Figura 2D) e foram colocadas em estufa, à temperatura de 105 ± 3 °C, por 24 horas, para secar.

A determinação da umidade se deu pela diferença gravimétrica entre o peso úmido e o peso seco das amostras, conforme a equação sugerida pela EMBRAPA (1997).

$$U = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100$$

em que

U = umidade (%)

P_u = peso úmido (g)

P_s = peso seco (g)

4.4 Implantação do projeto

O projeto de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Interesse Ecológico da Universidade Federal de Lavras é parte integrante do Plano Ambiental e de Infraestrutura da instituição. Trata-se de uma proposta de recuperação da vegetação nativa nas APPs e em outras áreas consideradas importantes, do ponto de vista ambiental, como áreas no entorno das nascentes e áreas com vegetação degradada, entre outras.

A recuperação das áreas teve início no período chuvoso de 2009-2010, com o plantio de 16.000 mudas, em 13 locais, num total de 8,578 ha de área. No período chuvoso de 2010-2011, foram plantadas outras 17.700 mudas, em 29 locais, num total de 9,667 ha de área. No período chuvoso de 2011-2012, foram plantadas mais 8.000 mudas, em cinco locais e em 3,665 ha de área total. Foram utilizadas, ainda, mais 8.000 mudas nos replantes. Ao todo, neste período, foram plantadas 48.700 mudas, em 47 áreas e 21,90 ha.

4.4.1 Modelo de recuperação utilizado

Foi utilizado o modelo de plantio de mudas em área total. Este modelo compreende o plantio de mudas em toda a extensão da área, visando à aceleração da sucessão da vegetação em curto e em médio prazo. As mudas utilizadas no plantio foram produzidas no Viveiro Florestal da Estação Ambiental de Itutinga e doadas pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

4.4.2 Espaçamento

Após a avaliação do sítio e das espécies indicadas, recomendou-se o espaçamento de 2,5 x 2,5 m, o que resultaria em um povoamento de 1.600 mudas por hectare. Nesta escolha, consideraram-se, ainda, a declividade do terreno, a pedregosidade do solo e a dificuldade de mecanização, nas duas áreas estudadas.

4.4.3 Preparo do solo para o plantio

Devido à declividade e à presença de pedras nas duas áreas, não foi possível a utilização de maquinário. Assim, as operações de preparo do solo foram realizadas de forma manual, com a utilização de enxadas, enxadões, cavadeiras, foices e roçadeiras costais.

4.4.4 Seleção das espécies

A escolha das espécies foi baseada no estudo da área e nos remanescentes florestais nas proximidades, na literatura e na disponibilidade de

mudas. Dentre as espécies disponíveis, propícias e com boas características de aclimatação, foram selecionadas aquelas que apresentaram vigor e bom aspecto fitossanitário.

4.4.5 Combate às formigas

No combate às formigas, foram utilizadas iscas granuladas, devido à sua praticidade, ao menor custo e à eficiência, antes durante e após o plantio, seguindo as recomendações contidas na embalagem do produto e em manuais específicos, de acordo com a intensidade das infestações.

4.4.6 Adubação

A adubação foi realizada de acordo com as necessidades de cada área estabelecida na análise de fertilidade do solo. De modo geral, a adubação foi realizada como se descreve a seguir.

Na adubação de plantio, foram aplicadas doses de 150 a 200 g de superfosfato simples nos solos com teores médios e altos de nitrogênio e potássio. Nos solos com baixos teores de nitrogênio e potássio, foram aplicados de 100 a 150 g da NPK 0-28-16, por cova ou de 100 a 200 g da formulação de NPK 4-14-8.

Na adubação de cobertura, foram aplicadas doses de 30 a 60 g de NPK 20-00-20 ou 20-05-20 por planta, aos 30, 60 e 360 dias após o plantio. Após esse período, as aplicações foram realizadas de acordo com as condições necessárias para adubação em cobertura (solo úmido, período chuvoso), respeitando o intervalo de dois meses entre aplicações.

4.4.7 Controle de plantas invasoras

As plantas invasoras foram controladas conforme a intensidade de infestação e o período do ano. Foram utilizadas enxadas no coroamento das mudas e roçadeiras manuais na limpeza das entrelinhas de plantio. Em períodos de alta infestação de plantas daninhas foram realizadas capinas químicas com a utilização de herbicidas, de acordo com as recomendações técnicas e com os devidos cuidados de segurança.

4.4.8 Plantio

O plantio foi realizado no período chuvoso, entre os meses de novembro a janeiro, com o solo úmido, mas não encharcado. As mudas, devidamente selecionadas, foram acomodadas nas covas e, em seguida, colocou-se solo ao redor da muda e, com as mãos, foi feita uma leve compactação ao redor do torrão da muda até o nível do solo, evitando a exposição do coleto ou o seu "afogamento".

4.5 Amostragem dos estratos arbóreo e regenerante

Para a amostragem do estrato arbóreo, foram constituídas parcelas de 10 m x 15 m (150m²), sendo cinco parcelas na área 1 e sete parcelas na área 2.

Todos os indivíduos com altura $\geq 1,30$ m, pertencentes a espécies arbóreas presentes nas 12 unidades amostrais, foram devidamente identificados, de acordo com sua classificação botânica e tiveram sua altura e diâmetro à altura do peito (DAP) mensurados. Na estimativa da altura do estrato arbóreo foi utilizada uma vara graduada (Figura 3 A) e, na aferição do DAP, foi utilizada uma suta (Figura 3 B).



FIGURA 3. Equipamentos utilizados na aferição da altura e do diâmetro das plantas do estrato arbóreo e da regeneração natural. A) Vara graduada. B) Suta. C) Paquímetro digital.

Para o levantamento do estrato regenerante, em cada uma das 12 unidades amostrais utilizadas no levantamento do estrato regenerante foram demarcadas cinco subparcelas de 1 m x 3 m (3m²), totalizando 25 unidades e 0,0075 ha em cada subparcela.

Todos os indivíduos com altura <1,30 m e ≥ 10 cm, presentes no interior das subparcelas, foram devidamente identificados de acordo com a sua classificação botânica e tiveram a altura e o diâmetro ao nível do solo (DAS) mensurados. Na aferição da altura do estrato regenerante foi utilizada a vara graduada (Figura 3A) e, na aferição do DAS, paquímetro digital (Figura 3C).

Esse levantamento foi realizado em janeiro de 2014 e os dados obtidos foram transferidos para a planilha eletrônica Microsoft EXCEL® 2007, para os posteriores processamentos.

4.6 Análise da vegetação

Para caracterizar a vegetação arbórea pertencente ao estrato arbóreo e a regeneração natural presente nas áreas estudadas foram avaliados os parâmetros estruturais área basal, densidade, frequência e dominância, em valores absolutos e relativos, além do índice de valor de importância. Avaliaram-se também a riqueza e a diversidade, pelo índice de Shannon (H') e o índice de equabilidade de Pielou (J'), e a similaridade entre as áreas, pelo índice de Jaccard (SJ).

4.6.1 Área basal

Área basal é a somatória da área da seção transversal de árvores, comumente medida à altura do peito (DAP) (SCOLFORO; FIGUEIREDO, 1998), sendo é considerado o melhor indicador da densidade de uma vegetação (GRISI, 2007).

Esse valor é utilizado no cálculo de outros parâmetros fitossociológicos. O calculo da área basal foi realizado a partir da equação

$$G = \sum \left(\pi \frac{(DAP)^2}{40000} \right)$$

em que

G = área basal, em metros quadrados;

π = razão entre perímetro e diâmetro de uma circunferência = 3,1415...;

DAP = diâmetro à altura do peito, em centímetros.

4.6.2 Densidade absoluta e relativa

A densidade é o número de indivíduos de uma espécie, por unidade de área (GRISI, 2007). Densidade absoluta é a razão entre o número de indivíduos amostrados de uma determinada espécie e a área amostrada, e a densidade relativa representa o valor percentual da razão entre a densidade absoluta de cada espécie e a soma de todas as densidades.

Os cálculos da densidade absoluta e densidade relativa foram realizados partir das equações

$$DA_i = \frac{n_i}{DT} \times 100 \quad \rightarrow \quad DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100 \quad \leftarrow \quad DT = \frac{N}{A}$$

em que

DA_i = densidade absoluta da i -ésima espécie, em número de indivíduos por hectare;

n_i = número de indivíduos da i -ésima espécie na amostragem;

DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas);

DR_i = densidade relativa (%) da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

A = área total amostrada, em hectare.

4.6.3 Frequência absoluta e relativa

A frequência é a “medida da chance” de se encontrar representantes de determinada espécie numa certa área (GRISI, 2007). A frequência absoluta refere-se ao percentual do número de parcelas em que cada espécie ocorre, em relação ao total de amostras e a frequência relativa refere-se à razão entre a

frequência absoluta em que cada espécie ocorre e a soma das frequências absolutas de todas as espécies amostradas (HIGUCHI; SANTOS; LIMA, 2008).

O cálculo da frequência absoluta e da frequência relativa foi realizado a partir da equação

$$FA_i = \frac{U_i}{U_t} \times 100 \quad \rightarrow \quad FR_i = \frac{FA_i}{\sum FA_i} \times 100$$

em que

FA_i = frequência absoluta da i -ésima espécie na comunidade vegetal;

U_i = número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre;

U_t = número total de unidades amostrais;

FR_i = frequência relativa da i -ésima espécie na comunidade vegetal.

4.6.4 Dominância absoluta e relativa

A dominância é um parâmetro que busca expressar a influência de cada espécie na comunidade, a partir de sua biomassa. A dominância absoluta é obtida a partir da soma das áreas transversais (g) dos indivíduos de uma mesma espécie, por hectare. Dominância relativa corresponde à participação, em percentagem, em relação à área basal total (G). A dominância absoluta é a razão entre a área basal da i -ésima espécie e a área amostral, em hectares (GRISI, 2007).

Os cálculos da dominância absoluta e dominância relativa foram realizados a partir das equações

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A} \times 100 \quad \rightarrow \quad DoR_i = \frac{DoA_i}{DoT} \times 100$$

$$DoT = \frac{AB_t}{A} \times 100 \quad \leftarrow \quad ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

em que

DoAi = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha;

ABi = área basal da i-ésima espécie, em m², na área amostrada;

A = área amostrada, em hectare;

DoRi = dominância relativa (%) da i-ésima espécie;

DoT = dominância total, em m²/ha (soma das dominâncias de todas as espécies).

ABT = área basal total (m²).

4.6.5 Índice de valor de importância (IVI)

O índice de valor de importância (IVI) é um dado que expressa numericamente a importância de uma determinada espécie, dentre as árvores de uma comunidade florestal. O índice de valor de importância é obtido somando-se, para cada espécie, os valores relativos de densidade, dominância e frequência. O IVI é a combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie, com a finalidade de atribuir um valor para as espécies dentro da comunidade vegetal a que pertencem (GRISI, 2007).

O cálculo do IVI foi realizado a partir das equações

$$IVI = DRi + DoRi + FRi \rightarrow IVI (\%) = \frac{IVI}{3}$$

em que

IVI = valor de importância absoluto;

IVI% = valor de importância relativo;

DRi = densidade relativa (%) da i-ésima espécie;

FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;

DoRi = dominância relativa (%) da i-ésima espécie.

4.6.6 Índice de diversidade Shannon-Weaver (H')

O índice de diversidade é utilizado para se obter uma estimativa da heterogeneidade florística da área estudada. Entre os diversos índices existentes, comumente, utiliza-se o de Shannon-Weaver (H'), que serve para expressar a diversidade florística das espécies plantadas e das espécies de regeneração natural. De acordo com Gomes (2004), este é o índice mais utilizado para medir a diversidade de uma comunidade, pois incorpora tanto a riqueza quanto a equabilidade e é essencialmente adimensional.

O índice de Shannon mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa (CASTRO, 2009).

A diversidade tende a ser mais alta, quanto maior o valor do índice (URAMOTO WALDER; ZUCCHI, 2005). Portanto, o valor mínimo desse índice ocorre quando todos os indivíduos pertencem à mesma espécie e o valor máximo, quando cada indivíduo pertence a uma espécie diferente.

O cálculo do índice de diversidade de Shannon foi realizado a partir da equação

$$H' = \left(- \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i \right)$$

em que

H' = índice de Shannon

p_i = a estimativa de proporção de indivíduos (i) encontrados de cada espécie;

ln = logaritmo na base n;

S = número total de espécies.

4.6.7 Índice de equabilidade de Pielou (J')

A equabilidade, ou equitabilidade, expressa a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, isto é, indica se as diferentes espécies têm abundâncias (número de indivíduos) semelhantes ou divergentes (GOMES, 2004).

O índice de equabilidade de Pielou (J') é dado em um intervalo de 0 a 1, em que 1 representa a máxima diversidade, em que todas as espécies são igualmente abundantes.

O cálculo do índice de equabilidade de Pielou (J') foi realizado a partir das equações

$$J' = \frac{H}{H_{\max}} \quad \leftarrow \quad H_{\max} = \ln S$$

em que

J' = índice de Pielou;

H' = índice de Shannon;

H_{max} (diversidade máxima);

ln S = número máximo de espécies.

4.6.8 Índice de similaridade de Jaccard (SJ)

Para a comparação entre as áreas 1 e 2, entre as espécies plantadas e as plantas remanescentes da área 2, e entre as espécies plantadas nas duas áreas e da regeneração natural, foi utilizado o índice de similaridade Jaccard (SJ,) que permite avaliar a similaridade florística entre áreas amostradas ou a comparação

com outros estudos que utilizaram metodologia semelhante (ALVARENGA, 2004).

O cálculo da diversidade florística foi realizado a partir da equação

$$S = \frac{a + b + c}{c}$$

em que

S = índice de similaridade;

a = número de espécies exclusivas da área A;

b = número de espécies exclusiva da área B;

c = número de espécies comuns às duas áreas.

O cálculo de todos os parâmetros citados nos tópicos anteriores foi realizado por meio da planilha eletrônica Microsoft Excel® 2007, de acordo com a metodologia proposta por Souza e Gama (2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item são apresentados e discutidos os principais resultados alcançados, com base na literatura disponível sobre o tema em questão.

5.1 Caracterização das áreas

As áreas foram caracterizadas quanto aos atributos dos solos e estrutura dos estratos arbóreo e regenerante nas duas áreas estudadas.

5.1.1 Fertilidade do solo

Os valores médios dos atributos químicos e texturais dos solos nas duas áreas, nas profundidades de 0-40 cm, são apresentados na Tabela 1.

O solo da área 1, cujo pH é de 5,87, é classificado, segundo os critérios agrônômicos, de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, CFSEMG (1999), como sendo adequado (bom) e o solo da área 2, cujo pH é igual a 5,40, é classificado, pela mesma comissão, como sendo inadequado (ruim) para diversas culturas.

Segundo Coelho e Verlengia (1973), citados por Souza (2010), um pH abaixo de 5,5 é considerado uma acidez severa e, nessas condições, o fósforo se torna insolúvel na solução do solo, o que reduz a sua disponibilidade para as plantas. A acidez do solo também afeta a população e a atividade de bactérias fixadoras de nitrogênio de forma drástica (SOUZA, 2010). Normalmente, recomenda-se a calagem para a correção de acidez. No entanto, no caso de reflorestamentos, o objetivo principal da calagem não é o de corrigir o pH, mas sim o de aumentar as disponibilidades de Ca e Mg para as mudas (NAVE et al., 2009).

TABELA 1. Valores médios das características químicas e granulométricas dos solos das áreas 1 e 2, de 0 a 40 cm de profundidade.

Elementos	Unidade	Área 1	Área 2
PH em água (1:2,5)		5,87	5,40
K (potássio Mehlich 1)	mg/dm ³	76,67	32,00
P (fósforo Mehlich 1)	mg/dm ³	13,45	1,13
Ca (cálcio)	cmolc/dm ³	2,67	0,70
Mg (magnésio)	cmolc/dm ³	0,53	0,17
Al (alumínio)	cmolc/dm ³	0,13	0,07
H + Al (acidez potencial)	cmolc/dm ³	2,91	2,33
SB (soma de bases)	cmolc/dm ³	3,40	0,95
t (CTC efetiva)	cmolc/dm ³	3,53	1,02
T (CTC a pH 7,0)	cmolc/dm ³	6,31	3,28
V (saturação por bases)	%	53,71	28,16
m (saturação por alumínio)	%	3,79	5,47
Matéria orgânica	dag/kg	2,15	1,45
P-rem (fósforo remanescente)	mg/L	8,64	4,25
Zinco	mg/dm ³	2,73	1,39
Ferro	mg/dm ³	61,83	32,90
Manganês	mg/dm ³	25,11	30,04
Cobre	mg/dm ³	1,40	1,82
Boro	mg/dm ³	0,20	0,27
Sódio	mg/dm ³	13,95	8,17
Argila	dag/kg	35,67	27,00
Silte	dag/kg	17,00	37,33
Areia	dag/kg	47,33	35,67
Classe textural		Textura argilosa	Textura média

Os valores de potássio, cálcio e cobre, para a área 1, foram classificados como bons e, para área 2, baixos para potássio e cálcio e alto para cobre. Para Barbosa (2006), a deficiência de cálcio no solo impede o desenvolvimento do sistema radicular, o que também resulta no desenvolvimento superficial e restrito do sistema radicular, retardando ou levando ao insucesso da revegetação.

Os valores de potássio, cálcio e cobre, para a área 1, foram classificados como bons e, para área 2, baixos para potássio e cálcio e alto para cobre. Para Barbosa (2006), a deficiência de cálcio no solo impede o desenvolvimento do sistema radicular, o que também resulta no desenvolvimento superficial e restrito do sistema radicular, retardando ou levando ao insucesso da revegetação.

Os valores de fósforo de acordo com o teor de argila para a área 1 ($P = 13,45 \text{ mg/dm}^3$ e Argila = $35,67 \text{ dag/kg}$) recebe a classificação de bom, pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). Já para a área 2 ($P = 1,13 \text{ mg/dm}^3$ e Argila = $27,00 \text{ dag/kg}$, de fósforo remanescente P-rem da área 1 = $8,64 \text{ mg/L}$ e P-rem da área 2 = $4,25 \text{ mg/L}$), a classificação é de muito bom e baixo, respectivamente.

Os valores de magnésio e de matéria orgânica foram considerados médios na área 1 e baixos na área 2. A matéria orgânica do solo exerce papel de grande importância, tanto do ponto de vista químico quanto físico ou biológico. Além de fornecer nutrientes às plantas, a matéria-orgânica tem, ainda, diversas outras funções nos ecossistemas, tais como o aumento da estruturação, da agregação e da porosidade do solo; o aumento da retenção de água e de nutrientes, e serve de fonte de energia para os microorganismos que contribuem com o aumento da biodiversidade edáfica (BRANCALION et al., 2009a).

O valor da soma de bases ($SB = K + Ca + Mg$) para a área 1 foi de 53,71% e, para a área 2, de 28,16%. Para Barbosa (2006), solos eutróficos apresentam saturação por bases (V%) igual ou superior a 50%, sendo considerados solos de alta fertilidade, enquanto solos distróficos apresentam saturação por bases menor que 50%, sendo considerados de baixa fertilidade.

Os valores da acidez potencial, da CTC efetiva, da CTC a pH 7,0 e da saturação por bases são considerados médios, para a área 1 e baixos, para a área 2. Os valores da saturação por alumínio foram considerados muito baixos nas duas áreas. Os valores de zinco, de ferro e de manganês foram considerados altos, na área 1 e bons para zinco e ferro e altos para manganês, na área 2. Os valores de boro foram considerados baixos nas duas áreas (CFSEMG, 1999).

De modo geral, pode-se dizer que o solo da área 1 é mais fértil e apresenta melhores condições de cultivo. As condições adversas de solo, caracterizadas por baixos teores nutricionais, restrições físicas e com pouca

atividade biológica, podem restringir o crescimento das mudas e o estabelecimento da regeneração natural.

No entanto, a CFSEMG (1999) alerta para o fato de que as classes de fertilidade devem ser interpretadas considerando as exigências específicas de cada empreendimento agrícola, pecuário ou florestal.

Deve-se considerar ainda, que, normalmente, nos projetos de restauração florestal são empregadas espécies menos exigentes, tolerantes às condições adversas e adaptadas às condições locais, principalmente em áreas degradadas com condições restritivas de solo.

5.1.2 Resistência do solo à penetração

Os valores médios da resistência do solo à penetração, para as áreas 1 e 2, em diferentes profundidades, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Resistência média do solo à penetração (MPa), em duas áreas em processo de restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG.

Profundidade	Área 1	Área 2
0-5	1,98	1,37
5-10	3,89	2,44
10-15	6,42	2,99
15-20	5,28	4,42
20-25	5,41	3,37
25-30	4,91	2,89
30-35	4,36	2,93
35-40	4,88	3,15
Média	4,64	2,95

Observa-se que o solo da área 1 apresentou maiores valores de resistência à penetração em todas as faixas de profundidade, em comparação com a área 2 e que ambas apresentaram tendência semelhante. Para as duas áreas

foi verificado um gradiente crescente de resistência até uma determinada profundidade (10-15 cm, para a área 1 e 15-20 cm, para a área 2). A partir desses pontos, o gradiente passou a ser decrescente nas duas áreas.

As médias para os valores de resistência das áreas 1 e 2 foram de 4,64 MPa e 2,95 MPa, respectivamente. De acordo com o United States Department of Agriculture (USDA, 1993), valores de resistência acima de 2 Mpa são classificados como altos e considerados restritivos ao crescimento radicular de muitas culturas.

Avalia-se, portanto, que as duas áreas poderão apresentar restrições ao crescimento, particularmente a área 1, ao se considerar a resistência do solo à penetração avaliada.

A resistência à penetração está diretamente correlacionada com vários atributos e condição do solo, como textura, densidade, matéria orgânica e, principalmente, a umidade (STOLF; FERNANDES; FURLANI NETO, 1983). No momento da aferição, a umidade era de 13,45% e 19,75%, respectivamente, para as áreas 1 e 2. Essa diferença de umidade pode ter interferido significativamente nos resultados, o que torna esse parâmetro pouco significativo, em termos de comparação entre o comportamento das plantas nestas áreas.

5.2 Caracterização florística do estrato arbóreo

Neste item apresentam-se o número de indivíduos e o índice de sobrevivência, a diversidade florística e o crescimento do estrato arbóreo, das duas áreas.

5.2.1 Número de indivíduos e índice de sobrevivência

Na área 1 foram registrados 113 indivíduos provenientes do plantio de mudas, o que representa cerca de 1.506 plantas por hectare (Tabela 3). Já na área 2 foram registrados 150 indivíduos provenientes de plantio de mudas e 65 de plantas remanescentes, 215 indivíduos no total, o que representa cerca de 2.048 plantas por hectare (Tabela 3). Ao todo, no estrato arbóreo proveniente do plantio de mudas, nas duas áreas, foram registradas 43 espécies.

TABELA 3. Número de plantas registradas em duas áreas em restauração no campus da UFLA, em Lavras, MG.

Áreas	Número de parcelas	Área total amostrada (ha)	Número de indivíduos			Ind/ha
			Plantio	Plantas remanescentes	Total	
1	5	0,075	113	0	113	1507
2	7	0,105	150	65	215	2048

Verifica-se, pelos dados da Tabela 4, que a sobrevivência aos quatro anos após o plantio, registrada para as duas áreas estudadas, pode ser considerada alta, superior a 70%, sendo superiores à média encontrada por Pilon e Durigan (2013) (70%) e Cortes (2012) (42%), por exemplo.

TABELA 4. Sobrevivência de mudas aos 4 anos após o plantio, na restauração de duas áreas no *campus* da UFLA, em Lavras, MG.

Áreas	Plantas/ha		Sobrevivência
	Inicial	Inventário	
1	1552	1507	97,10 %
2	2352	2048	87,07 %

Esse alto índice de sobrevivência decorre, provavelmente, do modelo de restauração utilizado, da qualidade das mudas, da boa adaptabilidade das espécies, do período de plantio, do replantio de mudas e de um manejo

adequado. Para Cortes (2012), fatores como esses, individualmente ou em conjunto, são determinantes do índice de sobrevivência dos indivíduos.

Embora Bellotto et al. (2009) definam como preocupante um índice de mortalidade acima de 10%, os resultados encontrados, mesmo na área 2 (87,07), podem ser considerados satisfatórios. Cortes (2012), estudando o desenvolvimento de espécies nativas do cerrado a partir do plantio de mudas, verificou, aos 50 meses após o plantio, índices de sobrevivência que variaram de 2,08% a 89,58%.

Alvarenga (2004) encontrou resultados que variam de 40% a 100% de sobrevivência para três espécies pioneiras, em três áreas distintas, obtendo média geral de 88,9% de sobrevivência. Já para as espécies clímax, a mesma autora encontrou índice de sobrevivência de 71,7%. Para Alvarenga (2004), o índice de sobrevivência depende de fatores genéticos, de qualidade das mudas, do local de plantio e do clima (época do plantio).

As características do solo (textura e nutrientes) e inclinação também interferem no índice de sobrevivência (TOLEDO, 2009). Para este mesmo autor, essas características explicam cerca de um quinto da variação das taxas de mortalidade. O solo da área 2 mostrou-se menos fértil e com menor teor de matéria orgânica, o que pode ter influenciado o índice maior de mortalidade de plantas encontrado nessa área.

5.2.2 Diversidade florística do estrato arbóreo

Verifica-se, pelos dados das Tabelas 5 e 6, a relação das espécies registradas no levantamento do estrato arbóreo na área 1 e na área 2 e seus respectivos grupos ecológicos. O número de indivíduos está apresentado no Anexo I.

TABELA 5. Distribuição do estrato arbóreo, em número de indivíduos (ind. ha^{-1}), espécies e famílias, em duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG.

	Área 1	Área 2		Total
		Plantio	Plantas Remanescentes	
Indivíduos/ha	1507	1429	619	2048
Espécies	24	33	19	39
Famílias	18	22	13	28

TABELA 6. Distribuição do estrato arbóreo quanto a número de indivíduos (Ni), número de espécies (Ns - ind. ha^{-1}) e nos grupos ecológicos (GE): pioneira (P), clímax exigente de luz (CL) e clímax tolerante à sombra (CS), em duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG.

GE	Área 1		Área 2 Plantio		Área 2 Remanescentes		Área 2 Geral	
	Ni	Ns	Ni	Ns	Ni	Ns	Ni	Ns
	P	1307	18	1200	24	486	14	1686
CL	187	5	219	8	133	5	352	10
CS	13	1	10	1	0	0	10	1
Total	1507	24	1429	33	619	19	2048	39

Os 113 indivíduos arbóreos registrados na área 1 estão distribuídos em 24 espécies pertencentes a 18 famílias. Deste total, 98 indivíduos são de espécies pioneiras, 14 são de espécies clímax exigentes de luz e apenas um indivíduo de espécie clímax tolerante à sombra.

Dos 215 indivíduos arbóreos registrados na área 2, 150 são provenientes do plantio de mudas e 65, de plantas remanescentes.

Os 150 indivíduos provenientes do plantio de mudas da área 2 estão distribuídos em 33 espécies, pertencentes a 22 famílias. Deste total, 126 indivíduos são de espécies pioneiras; 23, de espécies clímax exigentes de luz e apenas um indivíduo de espécie clímax tolerante à sombra.

Os 65 indivíduos provenientes de plantas remanescentes da área 2 estão distribuídos em 19 espécies pertencentes a 13 famílias, sendo 51 do grupo ecológico das espécies pioneiras e 14 indivíduos do grupo ecológico das espécies clímax exigentes de luz.

Ao todo, na área 2, os 215 indivíduos estão distribuídos em 39 espécies, pertencentes a 28 famílias (Tabelas 6 e 7).

Das 24 espécies registradas no estrato arbóreo da área 1, 18 foram encontradas por Oliveira-Filho e Scolforo (2008), no Inventário Florestal de Minas Gerais; 7 foram encontradas por Pereira et al. (2010), em seis fragmentos no *campus* da UFLA e 8 espécies foram encontradas por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994), em um fragmento florestal também no *campus* da UFLA. Apenas três espécies não foram registradas por estes autores: *Morus nigra*, *Ochroma pyramidale* e *Swietenia macrophylla*.

Das 19 espécies registradas no estrato arbóreo da área 2, provenientes das plantas remanescentes, 16 foram encontradas por Oliveira-Filho e Scolforo (2008); 8 foram encontradas por Pereira et al. (2010) e 9 por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994). Apenas uma espécie não foi registrada por estes autores: *Pithecolobium incuriale*.

Já das 33 espécies registradas no estrato arbóreo proveniente do plantio de mudas da área 2, 29 foram encontradas por Oliveira-Filho e Mello (2008), 15 foram encontradas por Pereira et al. (2010) e 17 por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994). Apenas duas espécies não foram registradas por estes autores: *Pithecolobium incuriale* e *Tipuana tipu*.

Os dados apresentados comprovam a eficiência na escolha das espécies plantadas e demonstram que a seleção foi baseada em critérios técnicos, dando preferência às espécies autóctones, em função de sua adaptação às áreas em restauração.

Pereira et al. (2010), estudando os fragmentos remanescentes no *campus* da UFLA, encontraram, para os seis principais fragmentos avaliados, 160 espécies e 48 famílias. Os resultados apresentados por esses autores variam de 12 a 26 famílias e de 16 a 62 espécies. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho condizem com a realidade dos fragmentos próximos às áreas em restauração, alvo do presente estudo.

Verifica-se que o estrato arbóreo da área 1 é composto por 86,73% de plantas do grupo ecológico das espécies pioneiras, 12,41% de plantas do grupo ecológico das espécies clímax exigentes de luz e apenas 0,86% de plantas do grupo ecológico das espécies clímax tolerantes à sombra. O estrato arbóreo da área 2 é composto por 82,32% de plantas do grupo ecológico das espécies pioneiras, 17,19% de plantas do grupo ecológico das espécies clímax exigentes de luz e apenas 0,49% de plantas do grupo ecológico das espécies clímax tolerantes à sombra (Tabela 7).

TABELA 7. Relação da porcentagem de distribuição de indivíduos do estrato arbóreo quanto aos grupos ecológicos (GE): pioneira (P), clímax exigentes de luz (CL) e clímax tolerantes à sombra (CS).

GE	Área 1	Área 2		
		Plantio	Plantas remanescentes	Total
P	86,73	83,97	78,51	82,32
CL	12,41	15,33	21,49	17,19
CS	0,86	0,70	0,00	0,49

No que se refere à distribuição por grupo ecológico, as duas áreas apresentam números muito próximos, por se tratar de plantios que seguiram um mesmo modelo de reflorestamento e, até essa idade, não houve tempo suficiente para o ingresso de espécies regenerantes no estrato arbóreo que poderiam alterar esta proporção. Verificou-se um alto número de plantas pioneiras, espécies responsáveis pelo início do processo de sucessão, com ciclo de vida curto. Deve-

se atentar para o fato de que, de acordo com Brancalion et al. (2009b), os reflorestamentos podem entrar em declínio com a senescência e a morte das espécies pioneiras.

Isernhagen (2010) afirma que a utilização de um número elevado de espécies pioneiras, ou com baixa cobertura de copa, pode representar elevada mortalidade aos 10-15 anos após a implantação. Essa situação, em áreas com baixa resiliência, pode impedir a continuidade do processo de sucessão secundária, além de possibilitar a (re)ocupação do local por gramíneas invasoras (ISERNHAGEN, 2010).

Nas áreas em estudo, caso na regeneração natural não haja ingresso de espécies de estágios sucessionais avançados, faz-se necessário um plantio de enriquecimento com estas espécies, para garantir a trajetória do processo sucessional e o sucesso do processo de restauração.

5.2.3 Crescimento das espécies do estrato arbóreo

Observa-se que, na área 1, o estrato arbóreo proveniente do plantio apresentou melhor desempenho em altura (6,61 m) e diâmetro (7,73 cm), em comparação com todos os estratos da área 2, que apresentou altura média de 3,12 m e diâmetro médio de 3,00 cm, nas plantas provenientes do plantio e 4,81 m de altura média e 6,72 cm de diâmetro médio, nas plantas remanescentes (Anexo II). Com isso, observou-se uma maior cobertura de copa na área 1 e, conseqüentemente, maior sombreamento nesta área.

A princípio, pode-se creditar o comportamento diferenciado às características químicas dos solos, visto que a análise da resistência do solo à penetração mostra maior resistência na área 1, a qual apresentou melhor desempenho. Na análise das características superficiais dos solos, notou-se um encrostamento em grande parte da área 2.

De fato, Botelho e Davide (2002) afirmam que a qualidade do solo (tipo de solo, características físicas, químicas e profundidade do solo) é um dos fatores limitantes e que determinam o potencial de crescimento das espécies.

Estudando uma área em recuperação há quatro anos, nas proximidades da UFLA, com densidade de 627 ind.ha⁻¹, Arantes et al. (2010) encontraram valores médios de altura inferiores (5,6 m) e de DAP superiores (14,6 cm) aos encontrados neste estudo. Em função das muitas variáveis envolvidas no processo de restauração florestal, as comparações de valores nem sempre são possíveis. No entanto, podem-se utilizar áreas com algumas características semelhantes para fazer comparações do comportamento das espécies, no intuito de entender o desempenho diferenciado entre espécies e entre ambientes.

As espécies que apresentaram maior crescimento médio em altura e DAP na área 1 foram *Peltophorum dubium*, com 15 m de altura e *Ceiba speciosa*, com 20,73 cm de DAP. Já na área 2, dentre as espécies plantadas, *Cedrela fissilis* alcançou os melhores resultados, tanto em altura, com 7,50 m, quanto em DAP, com 7,20 cm e, dentre as plantas remanescentes, *Persea pyrifolia* foi a espécie que apresentou o maior crescimento, tanto em altura, com 9,13 m, quanto em DAP, com 14,73 cm, entre as plantas remanescentes. Dessas quatro espécies, *Cedrela fissilis* e *Persea pyrifolia* são clímax exigentes de luz e as outras duas são pioneiras (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008).

O bom desempenho da *Cedrela fissilis* (cedro) e da *Persea pyrifolia* (maçaranduba), sobressaindo-se entre as espécies pioneiras, se deve, provavelmente, ao fato de serem espécies regionais (OLIVEIRA-FILHO, 1994; FARIA, 2012), adaptadas às condições de solo e clima e que têm apresentado bons resultados em levantamentos similares. De fato, dentre as 136 espécies levantadas por Oliveira-Filho et al. (1994), em um remanescente florestal próximo às áreas de estudo, *Cedrela fissilis* apresentou o segundo melhor desempenho em DAP médio (28,5 cm). *Persea pyrifolia*, por sua vez, foi a

oitava espécie com maior DAP, no levantamento realizado por Oliveira-Filho (1994).

As demais espécies, além de serem de ocorrência regional, e consequentemente estarem adaptadas às condições locais, são rústicas, de grande porte, de rápido crescimento e têm apresentado bons resultados na composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas e de preservação permanente (DONADIO; DEMATTÊ, 2000; ALVARENGA, 2004; MOREIRA, 2004; SCOLFORO; MELLO; OLIVEIRA, 2008; FARIA, 2012).

Na área 1, as espécies que obtiveram menor crescimento foram *Calophyllum brasiliensis*, com 2 m de altura e *Lafoensia vandellina*, com 1,75 cm de DAP médio. Na área 2, as piores foram *Aegifila sellowiana*, com 1,20 m de altura e *Miconia albicans* e *Piper aduncum*, ambas com 1,10 cm de DAP médio. Dentre essas espécies, *Lafoensia vandellina*, *Aegifila sellowiana* e *Miconia albicans* são pioneiras e as outras duas são clímax exigentes de luz (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008). Entre as plantas remanescentes, as espécies que apresentaram o menor crescimento foram *Inga affinis*, com 1,50 m de altura e *Alibertia edulis*, com 1 cm de DAP.

O fato de uma espécie pioneira ter um desempenho inferior ao de uma espécie de estágio mais avançado na sucessão pode ser considerado normal, uma vez que ser considerada pioneira não garante, por si só, um perfeito desempenho de espécie sombreadora (FARIA DAVIDE; BOTELHO, 1997). Para estes autores, devem-se levar em conta, além do caráter pioneiro da espécie, o seu ritmo de crescimento e as dimensões da copa.

Na Tabela 8 apresentam-se as alturas e o DAPs médios das plantas, por grupo ecológico, nas duas áreas estudadas.

Observa-se que as espécies pioneiras provenientes do plantio obtiveram os melhores resultados, tanto em altura quanto em DAP. No caso das plantas remanescente da área 2, as espécies clímax exigentes de luz superaram as

pioneiras, tanto em altura quanto em DAP. Isso sugere que as plantas remanescentes da área 2 têm idades diferentes e que as pioneiras são mais jovens, uma vez que essas espécies têm ciclo de vida curto, variando de 10 a 15 anos (ISERNHAGEN, 2010).

TABELA 8. Altura e DAP médios das espécies registradas em duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG. Em que: P = pioneiras, CL = clímax exigentes de luz e CL = clímax tolerantes à sombra.

GE	Área 1		Área 2			
			Plantio		Remanescentes	
	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)
CS	5,00	4,50	2,00	2,30	-	-
CL	4,25	4,61	3,01	2,90	5,14	7,27
P	7,35	8,78	3,20	3,10	4,55	6,23

Observa-se, ainda na Tabela 8, um bom crescimento em altura e DAP das plantas clímax tolerantes à sombra na área 1, representadas por apenas um indivíduo de mogno (*Swietenia macrophylla*). Trata-se de uma espécie alóctone e que, embora possa sobreviver sob o dossel, é reconhecida como tolerante a moderados níveis de luz (BRIENZA JÚNIOR; SÁ, 1994). Teixeira et al. (2013), estudando o efeito da luminosidade sobre o desenvolvimento dessa espécie, concluíram que o mogno apresenta melhor crescimento a 50% e 20% de luminosidade. Segundo Lamprecht (1990), o mogno cresce rápido, atingindo 10 a 12 m de altura, com dez anos de idade, podendo alcançar 3 m de altura, em um ano e 6 m, em dois anos (CARVALHO, 2007).

5.3 Caracterização florística do estrato regenerante

Neste item apresentam-se o número de indivíduos, a densidade, a riqueza e o crescimento do estrato regenerante das duas áreas.

5.3.1 Número de indivíduos

Na área 1, nas 25 subparcelas de 1 m x 3 m, num total de 0,0075 ha de área amostral, foram encontrados 198 indivíduos provenientes da regeneração natural com altura ≥ 10 cm, o que representa cerca de 26.400 plantas por hectare. Nas 35 subparcelas da área 2, num total de 0,0105 ha de área amostral, foram encontrados 198 indivíduos provenientes da regeneração natural com altura ≥ 10 cm, o que representa cerca de 18.857 plantas por hectare (Tabela 9).

TABELA 9. Número de plantas do estrato regenerante registradas em duas áreas em restauração no Campus da UFLA, em Lavras, MG.

Área	Número de subparcelas	Área total amostrada (ha)	Ni	Ind/ha
1	25	0,0075	198	26400
2	35	0,0105	198	18857

Arantes et al. (2012) realizaram um levantamento da regeneração natural em uma propriedade particular nas proximidades da Universidade Federal de Lavras, em processo de restauração há seis anos e oito meses, em um fragmento remanescente de mata nativa. Os autores encontraram 6.671,4 ind.ha⁻¹ na área em recuperação e 41.625 ind.ha⁻¹ no remanescente florestal.

Estes valores diferem significativamente dos encontrados no presente levantamento, porém, é preciso salientar que vários fatores interferem na regeneração natural de uma área. Dentre esses fatores, os que podem justificar essa diferença são o histórico de ocupação e a intensidade da perturbação (RODRIGUES; GANDOLFI 2007). Esses fatores, isoladamente ou em conjunto, podem destruir o banco de sementes e diminuir o potencial autorregenerativo das áreas degradadas (BRANCALION et al., 2009c).

Diante do exposto, é possível concluir que as duas áreas estudadas neste levantamento apresentam bom potencial autorregenerativo, em relação à parte degradada estudada por Arantes et al. (2012).

5.3.2 Densidade e riqueza do estrato regenerante

Ao todo, no estrato regenerante das duas áreas estudadas, foram registradas 31 espécies pertencentes às 19 famílias.

Os 198 indivíduos registrados nas 25 subparcelas da área 1 estão distribuídos em 19 espécies pertencentes a 12 famílias. Destes, 196 indivíduos são de pioneiras e dois de espécies clímax exigentes de luz (Tabela 10).

Os 198 indivíduos encontrados nas 35 subparcelas da área 2 estão distribuídos em 21 espécies pertencentes a 15 famílias. Destes, 19 indivíduos são de espécies pioneiras e 2 são de espécies clímax exigentes de luz (Tabela 10).

TABELA 10. Densidade (ind.ha⁻¹), número de espécies e famílias do estrato regenerante em duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG.

	Área 1	Área 2
Ind.ha⁻¹	26400	18857
Espécies	19	21
Famílias	12	15

Observaram-se um número alto de indivíduos, em ambas as áreas, e um número relativamente baixo de espécies e famílias. Isernhagen et al. (2009) afirmam que essa regeneração é normalmente constituída de espécies iniciais da sucessão florestal (pioneiras), sendo resultado da expressão do banco de sementes. Em função disso, a regeneração é frequentemente constituída de poucas espécies, sendo necessário seu enriquecimento com espécies secundárias e tardias para garantir a sequência da trajetória do processo sucessional.

Embora a regeneração natural da área 2 tenha apresentado menor número de indivíduos em relação à área 1, nela foi registrado maior número de espécies e de famílias. Isso se deve, muito provavelmente, à influência da proximidade do fragmento florestal e das plantas adultas no interior da área, que atuaram como fornecedoras de sementes. Sobre isso, Preiskorn e Couto (2009) afirmam que os fragmentos florestais são responsáveis pela manutenção da diversidade e devem ser entendidos como elementos-chave no planejamento de conservação ambiental.

No levantamento realizado por Arantes et al. (2012) foram encontradas, na área em recuperação, 57 espécies pertencentes a 24 famílias. Já no fragmento florestal, os mesmos autores encontraram 68 espécies e 30 famílias. Embora os resultados encontrados por esses autores difiram, em número, dos apresentados na Tabela 10, ambos confirmam a importância dos fragmentos florestais na elevação do número de espécies e, conseqüentemente, na diversidade florística.

O elevado número de indivíduos na área 1 se deve à presença de um exemplar adulto de *Machaerium nycitans*, que atuou como fornecedor de sementes e propágulos. Isso fez com que essa espécie, com 111 indivíduos registrados no levantamento, contribuisse com 56% do total de indivíduos amostrados.

Na Tabela 11 apresenta-se a distribuição do estrato regenerante quanto aos grupos ecológicos. Verifica-se que o estrato regenerante da área 1 é composto por 99% de plantas de espécies pioneiras e 1% de plantas de espécies clímax exigentes de luz. O estrato regenerante da área 2 é composto por 96% de plantas de espécies pioneiras e 4% de plantas das espécies clímax exigentes de luz.

A constatação de um elevado número de indivíduos de espécies pioneiras, nas duas áreas, deve servir de alerta. Isernhagen et al. (2009)

recomendam o enriquecimento dessas áreas com espécies finais (secundárias e tardias) para garantir a sequência da trajetória do processo sucessional.

TABELA 11. Distribuição do estrato regenerante, por grupo ecológico (GE), quanto ao número de indivíduos (NI) e indivíduos por hectare (ind. ha^{-1}), em duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG. Em que P = Pioneira, CL = clímax exigentes de luz e CS = clímax tolerantes à sombra.

GE	Área 1			Área 2		
	NI	Ind/ha	%	NI	Ind/ha	%
P	196	26133	99	196	18190	96
CL	2	267	1	2	667	4
CS	0	0	0	0	0	0
Total	198	26400	100	198	18857	100

A relação das espécies registradas no levantamento do estrato regenerante nas duas áreas, seus respectivos grupos ecológico e o número de indivíduos encontram-se no Anexo III.

As espécies com maior ocorrência na área 1, representando juntas cerca de 87% do total do estrato regenerante, são *Machaerium nycitans* (14.800 ind. ha^{-1}), *Copaifera langsdorffii* (2.466 ind. ha^{-1}), *Lithraea molleoides* (1.733 ind. ha^{-1}), *Casearia sylvestris* (1200 ind. ha^{-1}) e *Maclura tinctoria* (933 ind. ha^{-1}).

O elevado número de indivíduos de *Machaerium nycitans* se deve à presença de um exemplar adulto na área, que constituiu uma fonte de dispersão de propágulos. Essa constatação reforça a tese da importância de remanescentes florestais nos processos de restauração de áreas degradadas.

Como a área 1 se encontra isolada, os demais indivíduos registrados no levantamento, provavelmente, são provenientes do banco de sementes, uma vez que essas espécies são de ocorrência regional. De fato, todas as espécies citadas também foram registradas nos levantamentos realizados por Pereira et al. (2012) e por Oliveira-Filho (1994).

Na área 2, as espécies com maior ocorrência, representando, juntas, cerca 81% do total de plantas do estrato regenerante, são *Baccharis dracunculifolia* (9.525 ind.ha⁻¹), *Lithraea molleoides* (2.477 ind.ha⁻¹), *Acrocomia aculeata* (1.333 ind.ha⁻¹), *Miconia albicans* (1.144 ind.ha⁻¹) e *Cecropia pachystachya* (762 ind.ha⁻¹).

Dentre essas espécies, duas (*Baccharis dracunculifolia* e *Acrocomia aculeata*) não foram apontadas nos levantamentos realizados por Pereira et al. (2010) e por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994). A primeira, provavelmente, por se tratar de uma espécie arbustiva e por ser mais comum em pastagens abandonadas e em áreas de perturbação antrópica (GILBERTI, 2012; KUNZ; MARTINS, 2014) e a segunda, a macaúba (*Acrocomia aculeata*), é uma palmeira também de ocorrência regional e recomendada para a recuperação da vegetação do cerrado (DURIGAN et al, 2011). O grande número de indivíduos dessa espécie na área 2 se deve à presença de indivíduos adultos no remanescente adjacente a essa área.

Dentre as 19 espécies do estrato regenerante da área 1, 13 são comuns às encontradas por Pereira et al. (2010) e por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994), nos remanescentes florestais da UFPA. Dentre as 21 espécies encontradas na área 2, 13 são comuns às encontradas nos levantamentos dos autores supracitados.

5.3.3 Crescimento das espécies do estrato regenerante

O crescimento médio, em altura e diâmetro, de todas as espécies do estrato regenerante registrado nas duas áreas estudadas encontra-se no Anexo IV. Observa-se que, na área 2, o estrato regenerante obteve melhor desempenho em altura (29,62 cm) e em diâmetro (6,50 cm), em comparação com o estrato regenerante da área 1.

Considerando que o estrato regenerante, em ambas as áreas, é formado por um elevado número de plantas pioneiras que se desenvolvem melhor a céu aberto e que a área 1 está mais sombreada devido ao maior crescimento do estrato arbóreo, esse resultado é compreensível. Deve-se atentar para o fato de que os indivíduos provenientes da regeneração natural são geneticamente adaptados (RODRIGUES; GANDOLFI 2007) às condições de solo e clima locais, além de serem, geralmente, mais resistentes a pragas e doenças (BRANCALION et al., 2009c), se comparados àqueles produzidos em viveiros. Neste caso, as condições adversas do solo podem ter exercido menor influência no crescimento das plantas provenientes da regeneração natural do que nas provenientes do plantio de mudas.

A espécie que apresentou maior crescimento em altura e DAS na área 1 foi *Piper aduncum*, com 60 cm de altura e 9,39 cm de DAS (Tabela 12).

TABELA 12. Relação das espécies provenientes da regeneração natural que obtiveram os melhores desempenhos em DAS e altura, na área 1.

Nome Científico	DAS (mm)	Altura (m)	GE
<i>Piper aduncum</i>	9,39	60,00	CL
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	8,93	23,50	P
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	6,49	40,00	P
<i>Casearia sylvestris</i>	4,67	23,38	P
<i>Maclura tinctoria</i>	4,58	10,83	P
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4,51	30,00	P
<i>Lithraea molleoides</i>	3,87	21,43	P

GE = grupo ecológico; P = pioneiras; CL = clímax exigente de luz.

Na área 2, *Pithecolobium incuriale* apresentou maior crescimento em altura, com 85cm, enquanto *Piper aduncum* obteve maior crescimento em diâmetro, com 18,11 cm (Tabela 13). *Piper aduncum* é uma espécie clímax exigente de luz (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008; SOUZA, 2010),

embora alguns autores a classifiquem como pioneira, a exemplo de Alvarenga (2004), Arantes (2012) e Kunz e Martins (2013).

TABELA 13. Relação das espécies provenientes da regeneração natural que obtiveram os melhores desempenhos em DAS e altura, na área 2.

Nome Científico	DAS (mm)	Altura (m)	GE
<i>Piper aduncum</i>	18,11	14,50	CL
<i>Pithecolobium incuriale</i>	14,20	85,00	P
<i>Machaerium hirtum</i>	12,66	33,33	P
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	10,60	49,50	P
<i>Acrocomia aculeata</i>	9,75	40,11	P
<i>Cecropia pachystachya</i>	8,81	38,33	P
<i>Lafoensia pacari</i>	5,25	40,00	P

GE = grupo ecológico; P = pioneiras; CL - clímax exigente de luz.

O bom desempenho da espécie *Piper aduncum* (Jaborandi), nas duas áreas, pode ser creditado, a princípio, às características genéticas, ao ritmo de crescimento da espécie (ALVARENGA, 2004) e ao fato de ser uma espécie regional (OLIVEIRA-FILHO, 1994), portanto, adaptada às condições de solo e clima. De fato, Alvarenga (2004), realizando uma avaliação inicial da recuperação de mata ciliar na região, encontrou os melhores resultados para essa espécie que esteve presente tanto no sub-bosque do remanescente quanto na área em recuperação, das duas nascentes estudadas por essa pesquisadora.

Pithecolobium incuriale (chico-pires) (OLIVEIRA-FILHO, 2006), além de ser de ocorrência regional (PEREIRA et al., 2010), e conseqüentemente adaptada às condições locais, é uma espécie pioneira de crescimento rápido, o que justifica o seu desempenho.

Na área 1, as espécies que apresentaram as menores médias de crescimento foram *Eugenia uniflora* e *Croton floribundus*, ambas com 10 cm de altura e diâmetros de 1,49 cm e 1,74 cm, respectivamente. Na área 2, as espécies que apresentaram as menores médias foram *Cupania vernalis*, com 10 cm de

altura e *Jacaranda cuspidifolia*, com 2,00 mm de diâmetro, sendo apenas *Jacaranda cuspidifolia* clímax exigente de luz e as demais, pioneiras (OLIVEIRA-FILHO; SCOFORO, 2008).

O crescimento médio, em diâmetro e altura, na área 1 foi de 3,71 mm e 18,32 cm, respectivamente e, na área 2, de 6,50 mm e 29,62 cm, respectivamente.

Arantes et al. (2012), estudando a regeneração natural em uma área em recuperação há 4 anos, encontraram valores superiores, tanto em altura (0,8 m) quanto em DAS (1,1 cm), aos encontrados neste estudo. No entanto, há de se considerar que o percentual de espécies de sucessão secundária no levantamento feito por Arantes et al. (2012) foi maior que os encontrados neste trabalho. Este fato, aliado a outros parâmetros, como características do solo, histórico do uso e ocupação da área e intensidade da degradação, dentre outros, interferem de forma significativa no comportamento das espécies (ISERNHAGEN et al., 2009).

5.4 Parâmetros fitossociológicos

Neste item apresentam-se os parâmetros fitossociológicos do estrato arbóreo e regenerante das áreas 1 e 2.

5.4.1 Parâmetros fitossociológicos do estrato arbóreo

Os parâmetros fitossociológicos de todas as espécies registradas no levantamento do estrato arbóreo provenientes do plantio na área 1 estão representados no Anexo V.

As espécies que obtiveram os maiores valores de índices de valor de importância (IVI) no estrato arbóreo na área 1 foram *Guazuma ulmifolia*,

Ochroma pyramidale, *Inga affinis*, *Citharexylum myrianthum*, *Schinus terebinthifolius*, *Croton floribundus* e *Ceiba speciosa*. Juntas, essas espécies representam cerca de 68% de todo o IVI do estrato arbóreo da área 1.

Guazuma ulmifolia (mutamba) é uma espécie pioneira, de ocorrência regional (OLIVEIRA-FILHO; SCOFORO, 2008), de grande importância para os programas de recuperação de áreas degradadas (PREISKORN; COUTO, 2009) e indispensável nos plantios heterogêneos destinados à recomposição de áreas de preservação permanente (SILVA; MARINHO; ANSELMO, 2012).

Neste estudo, verificou-se que essa espécie se destacou tanto em densidade quanto em dominância e em frequência, e esteve presente nas cinco parcelas, obtendo o maior IVI (73,26).

Por outro lado, *Hyeronima alchormeoides* (licurana) e *Morus nigra* (amoreira), com o registro de apenas um indivíduo cada, foram as espécies que menos se destacaram em IVI (2,77).

Essas espécies não foram registradas nos levantamentos realizados no *campus* da UFLA, por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994) e por Pereira et al. (2010). Porém, houve registros de *Hyeronima alchormeoides* no Inventário Florestal de Minas Gerais (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008). Estes autores classificaram a espécie como pioneira e de ocorrência, entre outros, no Vale do Rio Grande. Essa espécie suporta solos com pH abaixo de 5,0 e cresce bem em áreas de pastagens, segundo Carvalho (2008).

Morus nigra (amoreira) é uma espécie clímax exigente de luz, de origem asiática e que se adaptou muito bem às condições climáticas do Brasil. Sua adaptação é boa em qualquer solo e região que seja rica em matéria orgânica, para que ocorra melhor desenvolvimento da planta. Góes-Silva, Corrêa e Moura (2012) destacam essa espécie pelo seu potencial para atração de aves, devido ao seu fruto, a amora.

Os parâmetros fitossociológicos de todas as espécies registradas no levantamento do estrato arbóreo proveniente do plantio na área 2 estão representados no Anexo VI.

As espécies que obtiveram os maiores valores de IVI, no estrato arbóreo na área 2, foram *Schinus terebinthifolius*, *Cecropia pachystachya*, *Inga affinis*, *Trema micrantha*, *Solanum granulosoleprosum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Machaerium hirtum*. Juntas, essas espécies representam cerca de 57% de todo o IVI do estrato arbóreo da área 2.

Schinus terebinthifolius (aroeirinha) é uma espécie pioneira, de ocorrência regional (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO; MELLO, 1994; OLIVEIRA-FILHO, 2006; OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008; PEREIRA et al. 2010). Barbosa (2006) aponta essa espécie como uma das espécies arbóreas e arbustivas recomendadas para a restauração de áreas degradadas. GÓES-SILVA; CORRÊA; MOURA (2012) destacaram o potencial dessa espécie para a atração de aves, devido aos seus frutos e à importância dessa característica em processos de recuperação de áreas.

Neste estudo, verificou-se que essa espécie se destacou apenas em dominância relativa, mas esteve presente em cinco das sete parcelas e, com isso, obteve o melhor IVI (47,02).

Miconia albicans (canela-de-veado), com apenas um indivíduo registrado, foi a espécie que menos se destacou em IVI (2,29), na área 2. Esta espécie foi registrada nos levantamentos realizados no *campus* da UFLA por Oliveira-Filho et al. (1994) e por Pereira et al. (2010) e também no Inventário Florestal de Minas Gerais (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008). *Miconia albicans* é uma espécie pioneira (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008) e uma das espécies arbóreas recomendadas por Reis-Duarte (2004) para a restauração de áreas degradadas em restingas.

5.4.2 Parâmetros fitossociológicos do estrato regenerante

Os parâmetros fitossociológicos de todas as espécies registradas no levantamento do estrato regenerante da área 1 estão representados no Anexo VII.

As espécies que obtiveram os maiores valores de IVI, no estrato regenerante na área 1, foram *Machaerium nyctitans*, *Copaifera langsdorffii*, *Lithraea molleoides*, *Casearia sylvestris*, *Alchornea triplinervia* e *Piper aduncum*. Juntas, essas espécies representam cerca de 75% de todo o IVI do estrato arbóreo regenerante da área 1.

Machaerium nyctitans (bico de pato) é uma espécie arbórea pioneira, de ocorrência regional (OLIVEIRA-FILHO; SCOFORO; MELLO, 1994; OLIVEIRA-FILHO; SCOFORO, 2008; PEREIRA, 2010), com potencial para utilização em implantação de mata ciliar na região (BOTELHO et al., 2002; FARIA, 2012). Neste estudo, verificou-se que essa espécie se destacou tanto em densidade quanto em dominância e em frequência, além de estar presente nas cinco parcelas, obtendo IVI de 114,85. O número de indivíduos dessa espécie foi muito alto (111 indivíduos), influenciado, provavelmente, pela presença de uma árvore adulta nas proximidades da área e pelo fato de ser uma planta rústica e que produz grande quantidade de sementes (MOREIRA, 2004). O número elevado de indivíduos de *Machaerium nyctitans* no estrato regenerante demonstra a importância de remanescentes em processos de restauração de áreas degradadas.

Eugenia uniflora (pitanga), com apenas um indivíduo, foi a espécie que menos se destacou em IVI (3,68). Essa espécie foi registrada no Inventário Florestal de Minas Gerais (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008) e classificada como pioneira. Modro et al. (2011) destacam o potencial polinífero da espécie.

Os parâmetros fitossociológicos das espécies registradas no levantamento do estrato regenerante da área 2 estão representados no Anexo VIII.

As espécies que obtiveram os maiores valores de IVI, no estrato regenerante na área 2, foram *Baccharis dracunculifolia*, *Acrocomia aculeata*, *Lithraea molleoides*, *Miconia albicans*, *Cecropia pachystachya*, *Machaerium hirtum* e *Solanum granuloso-leprosum*. Juntas, estas espécies representam cerca de 73 % de todo o IVI do estrato arbóreo regenerante da área 2.

Baccharis dracunculifolia (alecrim do campo) é uma espécie arbustiva comum em pastagens abandonadas e em áreas de perturbação antrópica (GILBERTI, 2012; KUNZ; MARTINS, 2014). Embora o alecrim-do-campo seja, muitas vezes, considerado invasor, é uma planta muito útil em processos iniciais de regeneração.

Neste estudo, verificou-se que essa espécie esteve presente em cinco das sete parcelas e se destacou em número de indivíduos, em densidade, em dominância relativa e em frequência relativa, obtendo o melhor IVI (79,24). O número de indivíduos dessa espécie foi muito alto (100 indivíduos), influenciado, provavelmente, pelas características da planta. Para Gilberti (2012), esta é uma espécie colonizadora de ambientes perturbados, tem alta capacidade de crescimento natural e ampla distribuição em áreas sujeitas a vários graus de distúrbios antrópicos.

Myrsine umbelata (pororoca), com apenas um indivíduo, foi a espécie que menos se destacou em IVI (2,86), na área 2. Esta espécie foi registrada nos levantamentos realizados no *campus* da UFLA, por Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994) e por Pereira et al. (2010) e também no Inventário Florestal de Minas Gerais (OLIVEIRA-FILHO; SCOLFORO, 2008). Esses últimos classificaram a espécie como pioneira.

Souza (2010), estudando o potencial de regeneração natural no entorno de nascentes, concluiu que *Myrsine umbellata* é uma das espécies mais comuns na regeneração natural sob o dossel.

5.5 Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e índice equabilidade de Pielou (J')

Na Tabela 14 apresentam-se os valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), para as duas áreas estudadas. O maior índice de diversidade foi para o plantio da área 2 e o menor, para a regeneração natural da área 1, porém, a diferença entre esses dois valores pode ser considerada pequena, demonstrando a homogeneidade no índice de diversidade entre os estratos estudados.

TABELA 14. Valores do índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para duas áreas em restauração no campus da UFLA, em Lavras, MG. Em que N = número de indivíduos por hectare; NE = número de espécies; H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver; J' = índice de equabilidade de Pielou; PL = plantio; RN = regeneração natural e PR = plantas remanescentes.

	Área 1		Área 2		
	PL	RN	PL	RN	PR
N	1507	26400	1429	18857	619
NE	24	19	33	21	19
H'	3,178	2,944	3,497	3,045	2,944
J'	0,848	0,537	0,855	0,567	0,88

Entre os quatro estratos estudados, em relação ao índice de diversidade de Shannon (H'), os plantios se sobressaíram sobre a regeneração natural nas duas áreas, com destaque para o plantio da área 2, que obteve o mais alto índice de diversidade de Shannon (H') (3,497).

Os valores apresentados neste trabalho variaram de 2,944 a 3,497, valores considerados baixos, por Alvarenga (2004), porém, Oliveira-Filho; Scolforo e Mello (1994), no levantamento realizado em um fragmento florestal da UFLA (matinha), encontraram índice de 3,605 e Pereira et al. (2010), em seis fragmentos no *campus* da UFLA, encontraram valores variando de 2,135 a 3,917. Portanto, os resultados obtidos no presente levantamento estão dentro da faixa de variação entre os fragmentos próximos às áreas de estudo.

O índice de equabilidade, para os estratos arbóreos proveniente do plantio de mudas, foi maior na área 2. Para a regeneração natural, o índice da área 2 também foi maior que o da área 1 (Tabela 14).

A regeneração natural da área 1 foi a que apresentou o menor índice, devido à dominância ecológica da espécie *Machaerium nyctitans*, que esteve presente em todas as parcelas e representou 56% dos indivíduos amostrados.

Já o baixo valor do índice de equabilidade para a regeneração natural da área 2 se deve ao elevado número de indivíduos de *Baccharis dracunculifolia*, espécie com características colonizadoras, que representou 50,51% dos indivíduos amostrados e esteve presente em cinco das sete parcelas demarcadas.

Pereira et al. (2010), em seis fragmentos florestais no *campus* da UFLA, encontraram valores de J' que variam 0,710 a 0,949 e Oliveira-Filho, Scolforo e Mello (1994), realizando um levantamento em um fragmento florestal da UFLA (matinha), encontraram valor de J' de 0,734.

Para Brancalion et al. (2009b), o uso preferencial por plantas pioneiras resulta em projetos de restauração com baixa riqueza de espécies e também com baixa equabilidade (proporção de indivíduos de cada espécie). No entanto, pelos resultados obtidos nos levantamentos nos remanescentes próximos, pode-se dizer que os valores encontrados neste trabalho são satisfatórios.

5.6 Índice de similaridade de Jaccard (SJ)

A área 1 tem 38 espécies, das quais 24 foram plantadas, 19 compõem a regeneração natural e 5 são comuns aos dois estratos (Figura 4A). A área 2 tem 47 espécies, das quais 19 são proveniente das plantas remanescentes, 33 foram plantadas e 21 espécies compõem a regeneração natural. Sete espécies são comuns aos três estratos (Figura 4B)

A relação entre as espécies provenientes do plantio e da regeneração natural da área 1 está representada na Figura 4A; entre as espécies provenientes do plantio, das plantas remanescentes e da regeneração da área 2, na Figura 4B; entre as espécies provenientes do plantio da área 1 e do plantio da área 2, na Figura 4C e entre as plantas da regeneração natural das duas áreas, na Figura 4D.

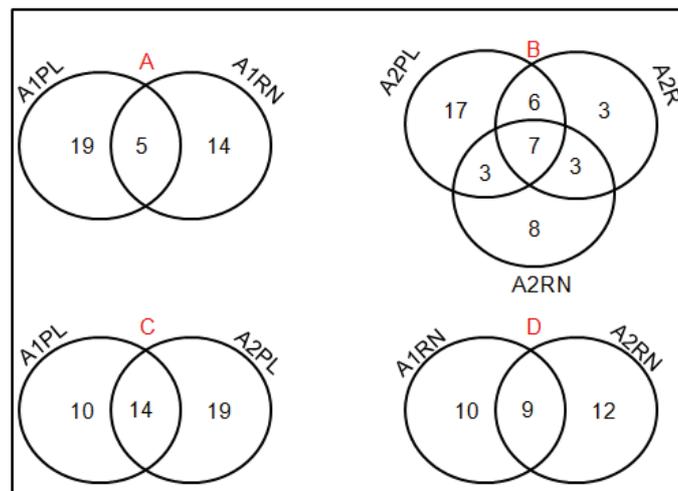


FIGURA 4. Relação do número e de espécies comuns entre os estratos regenerante e arbóreo, em duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG. A1PL = área 1 - plantio), A1RN = área 1 - regeneração natural, A2PL = área 2 - plantio, A2RN = área 2 - regeneração natural e A2R = área 2 - remanescente.

TABELA 15. Similaridade florística entre os estratos de duas áreas em restauração no *campus* da UFLA, em Lavras, MG. A1PL = área 1 plantio; A1RN = área 1 regeneração natural; A2PL = área 2 plantio; A2RN = área 2 regeneração natural; A2R = área 2 remanescente, mostrando o número de espécies em comum entre as situações e seus respectivos índices de similaridade de Jaccard (%).

Estratos	Comuns	Sj' (%)
A1PL - A1RN	5	13,16
A2PL - A2RN	10	22,72
A2PL - A2R	13	33,33
A2RN - A2R	10	33,33
A1PL - A2PL	14	32,56
A1RN - A2RN	9	29,03

Os índices de similaridade apresentados neste levantamento (de 13%,16% e 33,33%) foram superiores aos registrados por Pereira et al. (2010), em seis fragmentos da UFLA (4,62% a 19,40%). A maior similaridade foi entre a regeneração natural e as plantas remanescentes da área 2, mesma similaridade entre o plantio e as plantas remanescentes da área 2 (Tabela 15).

Embora esse valor seja considerado baixo por alguns autores, Mueller-Dombois; Ellenberg (1974) afirmam que duas ou mais áreas são consideradas similares, em termos de composição florística, quando apresentam, pelo menos, 25% de espécies comuns.

O índice maior entre o remanescente florestal e a regeneração natural é admissível, uma vez que a vegetação local abriga não só a diversidade representativa da flora regional, mas também os agentes polinizadores e dispersores, sendo, assim, responsável pela regeneração natural da área e de seu entorno (BRANCALION et al., 2009c).

Da mesma forma, entre as mudas e as plantas remanescentes da área 2 se esperava um resultado melhor em relação às demais simulações, pois, na seleção das mudas, deu-se preferência àquelas de ocorrência regional.

6. CONCLUSÕES

- O crescimento em altura e DAP do estrato arbóreo proveniente do plantio foi superior em uma das áreas (área 1), correlacionando-se, provavelmente, com as condições de fertilidade do solo.
- O estrato regenerante apresentou-se mais denso na área com maior crescimento em altura e DAP do dossel (área 1), enquanto seu maior crescimento ocorreu na área onde ainda há incidência de luz, apesar das condições de solo inferior (área 2).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Pode-se aferir que, dentro dos limites prováveis de respostas diferenciadas relacionadas ao ambiente, os métodos utilizados para a recuperação das áreas estão sendo eficazes e os objetivos da restauração estão sendo atingidos.
- Recomendam-se algumas ações, como correções da fertilidade do solo da área 2 e enriquecimento, por plantio de mudas ou semeadura direta, com espécies secundárias e tardias, principalmente na área 1, que já apresenta o sombreamento necessário para o estabelecimento dessas espécies, mas não tem remanescentes capazes de fornecer sementes dessas espécies à área.

REFERÊNCIAS

ABAD, R. et al. **Plano de monitoramento da recuperação de áreas de preservação permanente degradadas**. Cuiabá: Instituto Centro e Vida, 2009.

ALVARENGA, A. P. **Avaliação inicial da recuperação da mata ciliar em nascentes**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

ARANTES, T. B. et al. Avaliação da regeneração natural como processo de recuperação do entorno de nascente perturbada. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v. 8, n. 14, p. 1019-1041, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/ambientais/avaliacao%20da%20regeracao.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014

ARANTES, T. B. et al. Avaliação das espécies plantadas e da regeneração natural na recuperação de matas ciliares em diferentes idades. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 8., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari:SOBRADE,2010.

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2013.

AREVALO, L. A.; ALEGRE, J. C.; VILCAHUAMAN, L. J. M. **Metodologia para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 41 p.

ARONSON, J.; DRIGAN, J.; BRANCALION, P. H. S. **Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica**. São Paulo: SMA-Instituto Florestal, 2011.

BALIEIRO, F. de C.; TAVARES, S. R. de L. **Curso de recuperação de áreas degradadas: visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.

BARBIERI, E. **A redução da biodiversidade**. São Paulo: Instituto de Pesca, 2012. p. 1-16, 21. (Textos Técnicos).

BARBOSA, L. M. et al. Estabelecimento de políticas públicas para recuperação de áreas degradadas no estado de São Paulo: o papel das instituições de pesquisa e ensino. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, Supl. 1, p. 162-164, jul. 2007. (Nota Científica)

BARBOSA, L. M. **Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo: matas ciliares do interior paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. 129 p.

BELLOTTO, A. et al. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009. p. 132-150.

BENAYAS, J. M. R. et al. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. **Science**, Washington, v. 325, n. 5944, p. 1121-1124, Aug. 2009.
Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/325/5944/1121.full>>.
Acesso em: 18 de jan. 2014.

BERG, E. van den; OLIVEIRA-FILHO, A.T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p. 231-253, 2000.

BOBATO A. C. C. et al. Métodos para recomposição de áreas de mata ciliar avaliados por análise longitudinal. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 89-95, 2008. Disponível em:
<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1138>>.
Acesso em: 20 jan. 2014.

BORGES, L. F. R. et al. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 22-38, jan./jun. 2004.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de minas gerais. Projeto Mata Ciliar - Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE. Lavras-MG, 2001.

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, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 2002. p. 123-145.

BRANCALION, P. H. et al. Incorporação do conceito da diversidade genética na restauração ecológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009a. p. 41-58.

BRANCALION, P. H. et al. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009b. p. 17-28.

BRANCALION, P. H. et al. Uma visão ecossistêmica do processo de restauração ecológica. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009c. p. 82-89.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Normas climatológicas. Brasília, 1992. 84 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v. 3.

CARVALHO, P. E. R. **Mogno** – *Swieteniamacrophylla*. Colombo: Embrapa, 2007. 12 p. (Circular Técnica, 140).’

CASTRO, M. O. **Análise de um modelo teórico para recuperação da vegetação das APPs ciliares no Alto São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, Washington, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.

CLEWELL, A.; RIEGER, J.; MUNRO, J. Guidelines for developing and managing ecological restoration projects. **SocietyRestorationInternational**, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/guidelines-for-developing-and-managing-ecological-restoration-projects>>. Acesso em 15 jan. 2014.

COELHO, F.; VERLENGIA, F. **Fertilidade do solo**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973. 384 p.

COLE, R. J.; HOLL, K. D.; ZAHAWI, R. A. Seed rain under tree islands planted to restore degraded lands in a tropical agricultural landscape. **EcologicalApplications**, Tempe, v. 20, n. 5, p. 1255-1269, July 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20666248>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

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

CORNISH, P.S.; BURGIN, S. Residual effects of glyphosate herbicide in ecological restoration. **RestorationEcology**, v. 13, n. 4, p. 695-702, Nov. 2005. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/227729434_Residual_Effects_of_Glyphosate_Herbicide_in_Ecological_Restoration>. Acesso em: 8 mar. 2014.

CORTES, J. M. **Desenvolvimento de espécies nativas do Cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal, Planaltina, DF, 2012.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DONADIO, N. M. M.; DEMATTÊ, M. E. S. P. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de canafistula (*Peltophorumdubium* (spreng.) Taub.) e jacarandá-dabama (*Dalbergianigra* (ver.) fr.ar. exbentb.)-fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p. 64-73, 2000.

DURIGAN, G. et al. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3. ed.rev. e atual. São Paulo: SMA, 2011. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/mataciliar>>. Acesso: 02 de janeiro de 2014.

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

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. 340 p.

FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada com duas adubações de plantio. **Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 25-44, 1997.

FARIA, R. A. V. B. **Estoque de carbono e atributos florísticos e edáficos de ecossistemas florestais em processo de restauração**. 2012. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

FERREIRA, R. A. et al. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 271-279, jul./set. 2007.

FERREIRA, W. C. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 177-185, jan./fev. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000100020>. Acesso em: 15 jan. 2014.

FERREIRA, W. C. et al. Avaliação silvicultural de espécies arbóreas nativas regenerantes em um povoamento florestal. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v. 7, n. 12, p. 1-7, 2011.

GILBERTI, L. H. **Potencial para uso da espécie nativa, *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae) na fitorremediação de áreas contaminadas por arsênio**. 2012. 68 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas, Belo Horizonte, 2012.

GÓES-SILVA, L. R.; CORRÊA, B. S.; MOURA, A. S. de. Potencial de árvores frutíferas para a atração de aves. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 51-59, abr. 2012.

GOMES, A. S.; FERREIRA, S. P. **Análise de dados ecológicos**. Niterói: Universidade Federal Fluminense. Departamento de Biologia Marinha, 2004.

GONÇALVES, R. M. G. et al. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando à restauração ecológica da microbacia do córrego da fazenda Itaqui, no município de Santa Gertrudes, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, jun. 2005.

GRISI, B. M. **Glossário de ecologia e ciências ambientais**. João Pessoa, 2007. 275 p. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/glossario_20de_20ecologia_20e_20ciencias_20ambientais.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2014.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; LIMA, A. J. N. **Biometria florestal**. Manaus: INPA, 2008.

ISERNHAGEN, et al. Abandono da cópia de um modelo de floresta madura e foco na restauração dos processos ecológicos responsáveis pela re-construção de uma floresta. In: _____. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. 1. ed. São Paulo: LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica/Laboratório de Ecologia, 2009. p. 35-41.

ISERNHAGEN, I. **Uso de semeadura direta de espécies arbóreas nativas para restauração florestal de áreas agrícolas, sudeste do Brasil**. 2010. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-20102010-155109/pt-br.php>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, A. P.; SILVA, V. P. da. (Ed.). **Restauração florestal: fundamentos e estudo de casos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005.

KUNZ, S. H. et al. Análise da similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 725-736, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84042009000400011&script=sci_arttext>. 10 mar. 2014.

KUNZ, S. H.; MARTINS, S. V. Regeneração natural de floresta estacional semidecidual em diferentes estágios sucessionais (Zona da Mata, MG, Brasil). **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 111-124, jan./mar. 2014. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/view/30736>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

LAMB, D.; GILMOUR, D. **Rehabilitation and restoration of degraded forests**. Gland, Switzerland: IUCN, 2003. 122p. (Issues in Forest Conservation). Disponível em: <http://cmsdata.iucn.org/downloads/rehabilitation_and_restoration_of_degraded_forests.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2014.

LORENZE, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/florestal/index.html&conteudo=/florestal/mataciliar.html>>. Acesso em: 10 maio 2014.

MELO, A. C. G. **Guia para monitoramento de reflorestamentos para restauração**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Departamento de Proteção da Biodiversidade/UCPRMC, 2010. (Circular Técnica,1).

MILLER JÚNIOR, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Thompson Learning, 2008.

MIRANDA, J. C. **Sucessão ecológica: conceitos, modelos e perspectivas**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v. 4, n. 1, p. 31-37, 2009.

MODRO, A. F. H. et al. Flora de importância polinífera para *Apis mellifera* (L.) na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, p. 1145-1153, 2011.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa do Jardim Botânica, 2013. Disponível em: <http://www.jbrj.gov.br/sites/all/themes/corporateclean/content/publicacoes/manual_tecnico_restauracao.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2014.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 437-451, 2010. Disponível em: <<http://reforestation.elti.org/resource/725/>>. Acessos em 16 jan. 2014.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Ecologia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2004. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/pt/publicacao/4022/manejo-do-solo-e-recomposicao-da-vegetacao-com-vistas-a-recu/>>. Acesso em: 14 fev. 2014.

NAVE, A. G. et al. Descrição das ações operacionais de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009. p. 180-217.

NORDEN, N. et al. Demographic drivers of successional changes in phylogenetic structure across life-history stages in plant communities. **Ecology**, v. 93, n. 8, p. S70–S82, 2012.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Lavras: Editora Ufla, 2006. 423 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S. (Ed.). **Inventário florestal de Minas Gerais: espécies arbóreas da flora nativa**. Lavras: Editora UFLA, 2008. 619 p.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 159-174, 1994.

PEREIRA, M. et al. Avaliação e proposta de conectividade dos fragmentos remanescentes no campus da Universidade Federal de Lavras. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 305-321, jul./set. 2010.

PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**,

Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 389-399, set. 2013. Disponível em:
<<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr99/cap10.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

PIOLLI, A. L.; CELESTINI, R. M.; MAGON, R. **Teoria e prática em recuperação de áreas degradadas**: plantando a semente de um mundo melhor. Serra Negra: Associação de Defesa do Meio Ambiente – Planeta Água, 2004. Apostila.

PIRES, A. S. et al. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In: ROCHA, C. F. D. et al. (Ed.). **Biologia da conservação**: essências. São Carlos: RiMa, 2006. 582 p.

PIRES, E. O. **Análise integrada do meio ambiente e recuperação de áreas degradadas**: gestão ambiental. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

PRACH, K.; WALKER, L. R. Four opportunities for studies of ecological succession. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 119-123, Mar. 2011. Disponível em:
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21295370>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

PREISKORN, G. M.; COUTO, H. T. Z. Quantificação e monitoramento da biomassa e carbono em plantios de áreas restauradas. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009. p. 150-160.

PREISKORN, G. M. et al. Metodologia de restauração para fins de aproveitamento econômico (reserva legal e áreas agrícolas). In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. Piracicaba: Universidade de São Paulo/LERF/ESALQ/Instituto BioAtlântica, 2009. p. 161-179.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Ed.). **High diversity forest restoration in degraded areas**: methods and project in Brazil. New York: New Science, 2007. p. 77-102.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO, A. F. **Biometria florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

SCOLFORO, J. R. S. **Mensuração florestal 4**: classificação de sítios florestais. Lavras: UFLA/FAEPE, 1993.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA, A. D. **Inventário florestal de Minas Gerais**: cerrado, florística, diversidade, similaridade, distribuição diamétrica e de altura, volumetria, tendências de crescimento e áreas aptas para manejo florestal. Lavras: UFLA, 2008.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Manual de campo**: procedimentos para coleta de dados biofísicos e socioambientais - 2010: dados de 2005-2010, Brasília, 2010.

SILVA, C. G.; MARINHO, M. G. V.; ANSELMO, A. F. Levantamento preliminar da interação guazumaulmifolia lam. com os moradores do perímetro irrigado do município de Icó, Ceará, Brasil. **Biofar**: revista de biologia e farmácia, v. Especial, p. 49-54, 2012.

SILVEIRA, E. C. P. et al. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo Distrocoeso no Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.34, p. 659-667, 2010. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/rela%C3%A7%C3%A3o-umidade-versus-resist%C3%Aancia-a-penetra%C3%A7%C3%A3o-um-argissolo-amarelo-distrocoeso/id/53253911.html>. Acesso em: 15 mar. 2014.

SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA - SER. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser-primer-portuguese.pdf>>. Acesso: 17 set. 2013.

SOUZA, A. L.; SOUZA, D. R.; GAMA, J. R.V. **Utilização do Excel no processamento de dados para elaboração de plano de manejo florestal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Engenharia Florestal, 2003.

SOUZA, L. M. **Análise do potencial de regeneração natural no entorno de nascentes em processo de recuperação**. 2010. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, U. L. **Recomendações para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/PLANALSUCAR-STOLF**. Piracicaba, 1983. 9 p. (Série Penetrômetro de Impacto. Boletim Técnico, 1).

TEIXEIRA, C. G. **Preservação das nascentes: o pagamento por serviços ambientais ao pequeno ruralista provedor**. Belo Horizonte: Folium, 2012.

TEIXEIRA, W. F. et al. Atividade da enzima nitrato redutase e crescimento de *swieteniamacrophylla* king sob efeito de sombreamento. **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2013.

THE NATURE CONSERVANCY. Engenharia Ambiental Ltda (NBL); The Nature Conservancy (TNC). **Manual de restauração florestal**: um instrumento de apoio à adequação ambiental de propriedades rurais do Pará. Belém, 2013. 128 p. Disponível em: <<http://www.nature.org/media/brasil/manual-de-restauracao-florestal.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

TOLEDO, J. J. **Influência do solo e topografia sobre a mortalidade de árvores e decomposição de madeira em uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. 2009. 84 p. Tese (Doutorado em Edologia) -Universidade do Amazonas. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2009. Disponível em: <http://peld.inpa.gov.br/sites/default/files/Toledo%202009_tese.pdf>. Acesso em 10 mar. 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Soil Survey Manual**. USDA Agricultural Handbook 18. US Govt. Soil Survey Division Staff. Printing Off., Washington, DC, 1993.

URAMOTO, K.; WALDER, J. M. M.; ZUCCHI, R. A. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 033-039, jan./fev. 2005.

WALKER, L. R. et al. **Linking restoration and ecological succession**. New York: Springer. 2007. (Series on Environmental Management).

ZÔMPERO, A. F. et al. **Gestão ambiental**: fundamentos lógicos, críticos e analíticos. Londrina: Unopar, 2008.

ANEXOS

ANEXO I

Relação das espécies registradas no levantamento do estrato arbóreo na área 1 e na área 2 (ind.ha⁻¹) e seus respectivos grupo ecológico (GE) e número de indivíduos (Ni).

Família/espécie	GE	Número de indivíduos		
		Área 1	Área 2	
		Plantio	Plantio	PR
Anacardiaceae				
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	CL	67	57	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	160	219	-
<i>Tapirira guianensis</i>	P	-	38	-
<i>Litharaea molleoides</i>	P	27	38	85
Asteraceae				
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	P	-	-	10
Bignoniaceae				
<i>Handroanthus serratifolius</i>	P	-	-	38
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	CL	-	19	59
Cannabaceae				
<i>Trema micrantha</i>	P	27	85	-
Clusiaceae				
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	CL	53	57	-
Erythroxylaceae				
<i>Erythroxylum deciduum</i>	P	27	28	-
Euphorbiaceae				
<i>Croton floribundus</i>	P	107	-	-
Fabaceae/caesalpinioideae				
<i>Peltophorum dubium</i>	P	13	19	38
<i>SeQUIERIA langsdorffii</i>	P	-	-	10
Fabaceae/faboideae				
<i>Dalbergia villosa</i>	P	-	10	-
<i>Erythrina falcata</i>	P	27	-	-
<i>Machaerium hirtum</i>	P	0	48	76
<i>Machaerium nyctitans</i>	P	27	19	10
<i>Tipuana tipu</i>	P	-	10	-
Fabaceae/mimosoideae				
<i>Albizia niopoides</i>	CL	-	19	-
<i>Albizia polycephala</i>	P	-	19	28
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	P	13	-	-
<i>Inga affinis</i>	P	160	229	10
<i>Pithecolobium incuriale</i>	P	-	10	19
<i>Platipodium elegans</i>	P	-	-	10
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	P	-	19	-

Continua...

Familia/especie	GE	Número de individuos (Ni/ha)		
		Área 1	Área 2	
		Plantio	Plantio	PR
Lauraceae				
<i>Nectandra Nitidula</i>	P	-	28	-
Lythraceae				
<i>Lafoensia vandellina</i>	P	40	-	-
<i>Persea pyrifolia</i>	CL	-	-	38
Malvaceae				
<i>Ceiba speciosa</i>	P	40	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P	333	48	-
<i>Ochroma pyramidale</i>	P	80	0	-
Melastomataceae				
<i>Miconia albicans</i>	P	-	10	-
Meliaceae				
<i>Cedrela fissilis</i>	CL	-	10	19
<i>Swietenia macrophylla</i>	CS	13	-	-
Moraceae				
<i>Ficus insipida</i>	P	53	28	-
<i>Morus nigra</i>	CL	13	-	-
Myrsinaceae				
<i>Myrsine umbellata</i>	P	-	28	-
Myrtaceae				
<i>Myrcia Splendens</i>	P	-	3	2
<i>Syzygium jambos</i>	CL	27	-	-
Phyllanthaceae				
<i>Hyeronima alchoemeoides</i>	P	13	-	-
Phytolaccaceae				
<i>Seguiera langsdorffii</i>	CS	-	10	-
Piperaceae				
<i>Piper aduncum</i>	CL	-	19	-
Rubiaceae				
<i>Alibertia edulis</i>	CL	-	10	10
<i>Genipa americana</i>	CL	27	29	-
Rutaceae				
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	CL	-	-	10
Salicaceae				
<i>Casearia sylvestris</i>	P	-	28	-
Solanaceae				
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	P	-	85	28

Continua...

Familia/espécie	GE	Número de indivíduos (Ni/ha)		
		Área 1	Área 2	
		Plantio	Plantio	PR
<i>Urticaceae</i>				
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	13	131	115
<i>Verbenaceae</i>				
<i>Citharexylum myrianthum</i>	P	147	10	-
<i>Vochysiaceae</i>				
<i>Aegifila sellowiana</i>	P	-	10	-
Total		1507	1429	619

PR = planta remanescente; Ni = número de indivíduos; GE = grupo ecológico; P = pioneira; CL - clímax exigente de luz; CS = clímax tolerante à sombra.

ANEXO II

Crescimento médio, em altura e diâmetro, das espécies do estrato arbóreo na área 1 e na área 2 (plantio e plantas remanescentes).

Espécie	Área 1		Área 2			
			Plantio		Plantas Remanescentes	
	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)
<i>Aegifila sellowiana</i>	-	-	1,20	1,30	-	-
<i>Albizia niopoides</i>	-	-	3,40	2,45	-	-
<i>Albizia polycephala</i>	-	-	4,05	4,35	4,83	5,83
<i>Alibertia edulis</i>	-	-	1,20	1,50	1,00	1,68
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	4,50	2,00	1,37	1,78	-	-
<i>Casearia sylvestris</i>	-	-	2,00	2,30	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	12,60	13,00	4,60	4,86	6,45	4,72
<i>Cedrela fissilis</i>	-	-	7,20	7,50	5,55	4,10
<i>Ceiba speciosa</i>	20,73	9,00	-	-	-	-
<i>Citharexylum myrianthum</i>	7,63	7,00	4,80	6,00	-	-
<i>Croton floribundus</i>	9,30	7,24	-	-	-	-
<i>Dalbergia villosa</i>	-	-	2,20	1,70	-	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	5,30	5,00	-	-	-	-
<i>Erythrina falcata</i>	6,55	4,85	-	-	-	-
<i>Erythroxylum deciduum</i>	2,05	2,35	1,93	2,43	-	-
<i>Ficus insipida</i>	8,00	6,84	2,68	2,70	-	-
<i>Genipa americana</i>	4,75	4,75	2,10	2,53	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	14,53	10,88	2,26	2,54	-	-
<i>Handroanthus serratifolius</i>	-	-	-	-	9,60	3,55
<i>Hyeronima alchormeoides</i>	2,00	2,50	-	-	-	-
<i>Inga affinis</i>	7,37	7,62	2,28	2,43	1,20	1,50
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	-	-	4,55	4,75	12,38	8,00
<i>Lafoensia vandellina</i>	1,75	2,13	-	-	-	-
<i>Lithraea molleoides</i>	5,60	6,00	3,00	2,63	4,06	3,60
<i>Machaerium hirtum</i>	-	-	2,41	2,40	8,95	4,48
<i>Machaerium nyctitans</i>	4,90	5,75	1,45	1,80	12,00	7,00
<i>Miconia albicans</i>	-	-	1,10	1,30	-	-
<i>Morus nigra</i>	1,90	3,50	-	-	-	-
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	6,98	7,25	2,26	2,14	-	-
<i>Myrcia splendens</i>	-	-	-	-	1,50	4,50

Continua....

Espécie	Área 1		Área 2			
			Plantio		Plantas Remanescentes	
	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)
<i>Myrsine umbellata</i>	-	-	2,28	3,13	-	-
<i>Nectandra nitidula</i>	-	-	3,57	2,87	-	-
<i>Ochroma pyramidale</i>	18,28	11,42	-	-	-	-
<i>Peltophorum dubium</i>	11,00	15,00	3,10	3,75	8,34	3,98
<i>Persea pyrifolia</i>	-	-	-	-	14,73	9,13
<i>Piper aduncum</i>	-	-	1,10	1,40	-	-
<i>Pithecolobium incuriale</i>	-	-	1,60	2,00	2,55	2,50
<i>Platipodium elegans</i>	-	-	-	-	11,00	9,00
<i>Schinus terebinthifolius</i>	5,80	5,76	4,38	3,95	-	-
<i>Sequoiaria langsdorffii</i>	-	-	2,30	2,10	8,70	6,50
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	-	-	2,23	2,85	4,65	4,39
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	-	-	5,40	2,85	-	-
<i>Swietenia macrophylla</i>	4,50	5,00	-	-	-	-
<i>Syzygium jambos</i>	4,90	3,75	-	-	-	-
<i>Tapirira guianensis</i>	-	-	3,68	4,05	-	-
<i>Tipuana tipu</i>	-	-	5,50	7,30	-	-
<i>Trema micrantha</i>	14,65	10,00	5,68	5,29	-	-
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	-	-	-	-	3,40	2,20
Média	7,73	6,61	3,00	3,12	6,72	4,81

ANEXO III

Relação das espécies registradas no levantamento do estrato regenerante na área 1 e na área 2 (ind.ha⁻¹) e seus respectivos grupo ecológico (GE) e número de indivíduos (Ni).

Família/espécie	GE	Ni	
		Área 1	Área 2
Anacardiaceae			
<i>Lithraea molleoides</i>	P	1734	2477
<i>Schinus terebinthifolius</i>	P	267	-
<i>Tapirira guianensis</i>	P	133	-
Apocynaceae			
<i>Peschiera fuchsiaeifolia</i>	P	-	95
Arecaceae			
<i>Acrocomia aculeata</i>	P	-	1333
Asteraceae			
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	P	267	9525
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	P	133	286
Bignoniaceae			
<i>Handroanthus serratifolius</i>	P	-	286
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	CL	-	476
Burseraceae			
<i>Protium heptaphyllum</i>	CL	133	-
Erythroxylaceae			
<i>Erythroxylum deciduum</i>	P	133	-
Euphorbiaceae			
<i>Alchornea triplinervia</i>	P	533	-
<i>Croton floribundus</i>	P	533	-
Fabaceae/caesalpinioideae			
<i>Copaifera langsofii</i>	P	4268	476
Fabaceae/faboideae			
<i>Machaerium hirtum</i>	P	14800	381
Fabaceae/mimosoideae			
<i>Albizia polycephala</i>	P	-	95
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	P	-	190
<i>Pithecolobium incuriale</i>	P	-	95
Lythraceae			
<i>Lafoensia vandellina</i>	P	-	95
Melastomataceae			
<i>Miconia albicans</i>	P	-	1144
Moraceae			
<i>Maclura tinctoria</i>	P	933	-
Myrsinaceae			
<i>Myrsine umbellata</i>	P	267	95

Continua...

Família/espécie	GE	Ni	
		Área 1	Área 2
Myrtaceae			
<i>Myrcia venulosa</i>	P	267	-
<i>Myrcia splendens</i>	P	400	190
<i>Eugenia uniflora</i>	P	133	-
Piperaceae			
<i>Piper aduncum</i>	CL	133	190
Salicaceae			
<i>Casearia sylvestris</i>	P	1200	95
Sapindaceae			
<i>Cupania vernalis</i>	P	133	95
Solanaceae			
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	P	-	476
Urticaceae			
<i>Cecropia pachystachya</i>	P	-	762
Total		26400	18857

Ni = número de indivíduos; GE = grupo ecológico; P = pioneira; CL = clímax exigente de luz.

ANEXO IV

Crescimento médio, em altura e diâmetro, das espécies regenerantes amostradas na área 1 e na área 2.

Espécie	Área 1		Área 2	
	DAS (mm)	Altura (cm)	DAS (mm)	Altura (cm)
<i>Acrocomia aculeata</i>	-	-	9,75	40,11
<i>Albizia polycephala</i>	-	-	5,71	35,00
<i>Alchornea triplinervia</i>	2,37	21,25	-	-
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	8,93	23,50	3,56	34,13
<i>Casearia sylvestris</i>	4,67	23,38	3,37	20,00
<i>Cecropia pachystachya</i>	-	-	8,81	38,33
<i>Copaifera langsdorffii</i>	2,30	10,00	3,72	12,89
<i>Croton floribundus</i>	1,74	10,00	-	-
<i>Cupania vernalis</i>	1,80	10,00	3,28	10,00
<i>Erythroxylum deciduum</i>	3,21	13,00	-	-
<i>Eugenia uniflora</i>	1,49	10,00	-	-
<i>Handroanthus serratifolius</i>	-	-	7,80	25,00
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	-	-	2,00	28,80
<i>Lafoensia pacari</i>	-	-	5,25	40,00
<i>Lithraea molleoides</i>	3,87	21,43	4,26	20,24
<i>Machaerium hirtum</i>	-	-	12,66	33,33
<i>Machaerium nyctitans</i>	2,56	10,00	-	-
<i>Maclura tinctoria</i>	4,58	10,83	-	-
<i>Miconia albicans</i>	-	-	8,16	29,97
<i>Myrcia splendens</i>	3,33	10,75	2,42	32,50
<i>Myrcia venulosa</i>	2,68	10,00	-	-
<i>Myrsine umbelata</i>	2,01	10,00	2,45	11,00
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	-	-	3,50	20,00
<i>Piper aduncum</i>	9,39	60,00	18,11	14,50
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	-	-	2,78	13,50
<i>Pithecolobium incuriale</i>	-	-	14,20	85,00
<i>Protium heptaphyllum</i>	2,20	10,00	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	4,51	30,00	-	-
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	-	-	10,60	49,50
<i>Tapirira guianensis</i>	2,42	14,00	-	-
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	6,49	40,00	4,11	28,17
Média	3,71	18,32	6,50	29,62

ANEXO V

Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência relativa (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato arbóreo encontradas na área 1.

Espécies	Ni	DRi (%)	DoRi (%)	FRi (%)	IVI
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	4	3,54	0,64	5,57	9,75
<i>Cecropia pachystachya</i>	1	0,89	1,26	1,85	4,00
<i>Ceiba speciosa</i>	3	2,65	10,22	3,70	16,57
<i>Citharexylum myrianthum</i>	11	9,73	5,07	7,41	22,21
<i>Croton floribundus</i>	8	7,08	5,49	7,41	19,98
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1	0,89	0,22	1,85	2,96
<i>Erythrina falcata</i>	2	1,77	0,68	3,70	6,15
<i>Erythroxylum deciduum</i>	2	1,77	0,07	3,70	5,54
<i>Ficus insipida</i>	4	3,54	2,03	3,70	9,27
<i>Genipa americana</i>	2	1,77	0,36	3,70	5,83
<i>Guazuma ulmifolia</i>	25	22,12	41,86	9,26	73,24
<i>Hyeronima alchormeooides</i>	1	0,89	0,03	1,85	2,77
<i>Inga affinis</i>	12	10,62	5,17	7,41	23,20
<i>Lafoensia vandellina</i>	3	2,65	0,07	3,70	6,42
<i>Lithraea molleoides</i>	2	1,77	0,50	1,85	4,12
<i>Machaerium nyctitans</i>	2	1,77	0,38	3,70	5,85
<i>Morus nigra</i>	1	0,89	0,03	1,85	2,77
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	5	4,42	1,93	5,57	11,92
<i>Ochroma pyramidale</i>	6	5,31	15,89	5,56	26,76
<i>Peltophorum dubium</i>	1	0,89	0,96	1,85	3,70
<i>Schinus terebinthifolius</i>	12	10,62	3,20	7,41	21,23
<i>Swietenia macrophylla</i>	1	0,88	0,16	1,85	2,89
<i>Syzygium jambos</i>	2	1,77	0,38	1,85	4,00
<i>Trema micrantha</i>	2	1,77	3,40	3,70	8,87
Total	113	100	100	100	300

ANEXO VI

Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência, (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato arbóreo encontradas na área 2.

Espécies	Ni	DRi (%)	DoRi (%)	FRi (%)	IVI
<i>Aegifila sellowiana</i>	1	0,67	0,08	1,56	2,31
<i>Albizia niopoides</i>	2	1,33	1,25	1,56	4,14
<i>Albizia polycephala</i>	2	1,33	1,77	1,56	4,66
<i>Alibertia edulis</i>	1	0,67	0,08	1,56	2,31
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	6	4,00	0,60	3,12	7,72
<i>Casearia sylvestris</i>	3	2,00	0,65	1,56	4,21
<i>Cecropia pachystachya</i>	14	9,33	16,03	6,25	31,61
<i>Cedrela fissilis</i>	1	0,67	2,80	1,56	5,03
<i>Citharexylum myrianthum</i>	1	0,67	1,25	1,56	3,48
<i>Dalbergia villosa</i>	1	0,67	0,26	1,56	2,49
<i>Erythroxylum deciduum</i>	3	2,00	0,60	3,13	5,73
<i>Ficus insipida</i>	3	2,00	1,17	3,13	6,30
<i>Genipa americana</i>	3	2,00	0,72	4,69	7,41
<i>Guazuma ulmifolia</i>	5	3,33	1,38	3,13	7,84
<i>Inga affinis</i>	24	16,00	6,75	7,81	30,56
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	2	1,33	2,24	3,13	6,70
<i>Lithraea molleoides</i>	4	2,67	1,95	4,69	9,31
<i>Machaerium hirtum</i>	5	3,33	1,57	4,69	9,59
<i>Machaerium nyctitans</i>	2	1,33	0,23	1,56	3,12
<i>Miconia albicans</i>	1	0,67	0,07	1,56	2,30
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	6	4,00	1,66	4,69	10,35
<i>Myrsine umbellata</i>	3	2,00	0,84	3,13	5,97
<i>Nectandra nitidula</i>	3	2,00	2,07	1,56	5,63
<i>Peltophorum dubium</i>	2	1,33	1,04	1,56	3,93
<i>Piper aduncum</i>	2	1,33	0,13	3,13	4,59
<i>Pithecolobium incuriale</i>	1	0,67	0,14	1,56	2,37
<i>Schinus terebinthifolius</i>	23	15,33	23,87	7,81	47,01
<i>Sequiaria langsdorffii</i>	1	0,67	0,29	1,56	2,52
<i>Solanum granulosoleprosum</i>	9	6,00	5,08	3,13	14,21
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	2	1,33	3,16	1,56	6,05
<i>Tapirira guianensis</i>	4	2,67	2,93	3,13	8,73
<i>Tipuana tipu</i>	1	0,67	1,64	1,56	3,87
<i>Trema micrantha</i>	9	6,00	15,70	6,25	27,95
Total	150	100	100	100	300

ANEXO VII

Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência, (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato regenerante encontradas na área 1.

Espécies	Ni	DRi (%)	DoRi (%)	FRi (%)	IVI
<i>Alchornea triplinervia</i>	4	2,00	9,00	2,94	13,94
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	2	1,01	1,19	5,89	8,09
<i>Casearia sylvestris</i>	9	4,55	8,48	5,89	18,92
<i>Copaifera langsdorffii</i>	32	16,16	10,43	8,82	35,41
<i>Croton floribundus</i>	4	2,00	0,64	5,89	8,53
<i>Cupania vernalis</i>	1	0,51	0,17	2,94	3,62
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	0,51	0,55	2,94	4,00
<i>Eugenia uniflora</i>	1	0,51	0,12	2,94	3,57
<i>Lithraea molleoides</i>	13	6,57	10,35	11,75	28,67
<i>Machaerium nycitians</i>	111	56,05	38,66	14,71	109,42
<i>Maclura tinctoria</i>	7	3,54	7,80	8,82	20,16
<i>Myrcia splendens</i>	3	1,52	1,77	5,89	9,18
<i>Myrcia venulosa</i>	2	1,01	0,76	2,94	4,71
<i>Myrsine umbelata</i>	2	1,01	0,43	2,94	4,38
<i>Piper aduncum</i>	1	0,51	4,69	2,94	8,14
<i>Protium heptaphyllum</i>	1	0,51	0,26	2,94	3,71
<i>Schinus terebinthifolius</i>	2	1,01	2,16	2,94	6,11
<i>Tapirira guianensis</i>	1	0,51	0,31	2,94	3,76
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	1	0,51	2,23	2,94	5,68
Total		100	100	100	300

ANEXO VIII

Relação do número de indivíduos (Ni), densidade relativa (DRi), dominância relativa (DoRi), frequência, (FRi) e índice de valor de importância (IVI) das espécies do estrato regenerante encontradas na área 2.

Espécies	Ni	DRi (%)	DoRi (%)	FRi (%)	IVI
<i>Acrocomia aculeata</i>	14	7,05	19,01	6,38	32,44
<i>Albizia polycephala</i>	1	0,51	0,47	2,13	3,11
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	100	50,50	18,10	10,64	79,24
<i>Casearia sylvestris</i>	1	0,51	0,16	2,13	2,80
<i>Cecropia pachystachya</i>	8	4,04	8,87	6,38	19,29
<i>Copaifera langsdorffii</i>	5	2,53	0,99	6,38	9,90
<i>Cupania vernalis</i>	1	0,51	0,15	2,13	2,79
<i>Handroanthus serratifolius</i>	3	1,52	2,61	6,38	10,51
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	5	2,53	0,29	2,13	4,95
<i>Lafoensia pacari</i>	1	0,51	0,39	2,13	3,03
<i>Lithraea molleoides</i>	26	13,12	6,74	10,63	30,49
<i>Machaerium hirtum</i>	4	2,02	9,16	6,38	17,56
<i>Miconia albicans</i>	12	6,06	11,41	6,38	23,85
<i>Myrcia splendens</i>	2	1,01	0,17	4,26	5,44
<i>Myrsine umbelata</i>	1	0,51	0,09	2,13	2,73
<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	1	0,51	0,17	2,13	2,81
<i>Piper aduncum</i>	2	1,01	9,37	2,13	12,51
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2	1,01	0,22	4,26	5,49
<i>Pithecolobium incuriale</i>	1	0,51	2,88	2,13	5,52
<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	5	2,53	8,03	6,38	16,94
<i>Vernonanthura phosphorica</i>	3	1,50	0,72	6,38	8,60
Total	198	100	100	100	300