

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E**  
**CONSERVAÇÃO**

**ALESSANDRA VICENTIN**

**MONITORAMENTO DE MUDAS EM PLANTIO PARA RESTAURAÇÃO**  
**ECOLÓGICA EM ÁREA DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA**

**Sorocaba**

**2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA PARA A SUSTENTABILIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E**  
**CONSERVAÇÃO**

**ALESSANDRA VICENTIN**

**MONITORAMENTO DE MUDAS EM PLANTIO PARA RESTAURAÇÃO**  
**ECOLÓGICA EM ÁREA DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Diversidade Biológica e Conservação para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Conservação.

Orientação: Profª. Dra. Eliana Cardoso Leite

**Universidade Federal de São Carlos – *Campus* Sorocaba**

2015

## AGRADECIMENTOS

- Primeiramente à Deus, por todos os sonhos que me tem permitido realizar, mesmo em meio às dificuldades;
- À minha orientadora, Profa. Dra. Eliana Cardoso Leite, pela oportunidade de trabalho com a restauração ecológica e por todo o aprendizado;
- À Fundação FAI principalmente pelo apoio financeiro ao projeto e indiretamente para o desenvolvimento da minha pesquisa;
- À CAPES pelo apoio financeiro, através da bolsa cedida;
- Agradeço especialmente à Tatiana Yukari Wakabayashi, minha parceira desde o início do mestrado, que dividiu comigo todos os “aperreios” do campo, das coletas de dados, da redação da dissertação, foi ótimo dividir esse mestrado com você! E ainda faltam os artigos, viu?
- À Profa. Dra. Kelly Cristina Tonello, pelas sugestões, revisão dos resultados e pelo auxílio nas análises estatísticas;
- Ao Prof. Dr. Fernando Silveira Franco e Prof. Dr. Henry Matos, pela participação e sugestões na pré-banca;
- À Luciana, secretária do programa de pós de Diversidade Biológica e Conservação, que sempre auxiliou no preenchimento de formulários e ofícios, nas dúvidas, sempre com competência e agilidade;
- A minha companheira de turma: Yolanda Salgueiro, pela amizade e o bom humor de sempre;
- Agradeço enormemente a todos que me acompanharam em campo, mesmo aqueles que foram apenas um dia! Sem cada um de vocês, seria impossível realizar esse trabalho!
- Agradeço de maneira muito especial à Fábiana Steyer pela ajuda, paciência e bons momentos no campo.
- Ao meu grande companheiro em todos os momentos, meu amigo e namorado Beto, que sempre me incentivou e me aguentou nos momentos de desesperos e pela força nos momentos difíceis;
- À minha mãe por ter estado ao meu lado sempre, mesmo em pensamentos, sempre acreditando em mim dedico os maiores e mais profundos agradecimentos;

***Muito obrigada !!***

*“A sua estrada é somente sua.  
Outros podem acompanhá-lo,  
mas ninguém pode  
andar por você”.*

*Rumi*

## RESUMO

VICENTIN, Alessandra. Monitoramento de mudas em plantio para restauração ecológica em área de Floresta Ombrófila Densa. 2015. 82 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

O bioma Mata Atlântica é considerado um *hotspot* para conservação da biodiversidade, por apresentar grande diversidade biológica, alto grau de endemismo e elevada ameaça de degradação. Este cenário tem despertado preocupação com relação à busca de informações para subsidiar projetos de recuperação das áreas degradadas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, porcentagem de cobertura no solo e a sobrevivência de espécies da Mata Atlântica, provenientes do plantio de mudas em diferentes tratamentos, presentes em uma área particular em processo de recuperação, na região Vale do Ribeira, Sete Barras-SP. No ano de 2004, o proprietário fez a supressão da vegetação para implantação de pasto com braquiária. No ano de 2009, a UFSCar foi procurada para implantar o projeto de “Recuperação experimental de áreas degradadas”, onde foram plantadas mudas, distribuídas em espaçamentos de 1,5x 2 m (tratamento adensado) e 3 x 2 m (tratamento convencional). Neste estudo, a partir de julho de 2013 foi realizado o monitoramento da área para avaliar o crescimento e a sobrevivência das mudas plantadas assim como a porcentagem de sombreamento e gramíneas. Foram realizados cinco levantamentos (julho de 2013, outubro de 2013, janeiro de 2014, abril de 2014 e julho de 2014) para avaliar a sobrevivência e o crescimento (altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa) das mudas. Após 30 meses do plantio, dos 220 indivíduos levantados inicialmente neste estudo, a sobrevivência foi de 85,2% no tratamento adensado e 84,8% no tratamento convencional, ou seja, a mortalidade ficou em torno de 15% para ambos os tratamentos. As espécies que apresentaram as maiores médias de crescimento em altura foram *Croton floribundus*, *Cytharexylum solanaceum*, *Casearia gossypiosperma*, *Croton urucurana*, *Colubrina glandulosa*, *Lafoensia pacari*, *Inga marginata* e *Myrsine guianensis*. As espécies que apresentaram maior crescimento em diâmetro do colo foram *Acnistus arborescens*, *Croton urucurana*, *Apeiba tibourbou*, *Croton floribundus*, *Inga marginata*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Colubrina glandulosa* e *Lafoensia pacari*. As espécies que apresentaram maior crescimento em diâmetro da copa foram *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Cytharexylum solanaceum*, *Acacia polyphyla*, *Colubrina glandulosa*, *Inga marginata*, *Lafoensia pacari* e *Rhamnidium elaeocarpum*. Quanto à porcentagem de cobertura no solo e gramíneas, houve diferença significativa no tratamento adensado e convencional em comparação com testemunho. Conclui-se que as espécies acima

são indicadas para serem utilizadas em futuros projetos de restauração em área de Floresta Ombrófila Densa. Ambos os tratamentos apresentaram maior sombreamento (em comparação com testemunho) no final do período de monitoramento, possibilitando assim a diminuição das gramíneas exóticas. No entanto, no tratamento adensado não houve maior sombreamento e controle de gramíneas. Dessa forma, pode-se concluir que pelo maior custo de implantação e pelos resultados similares, o tratamento adensado não seria recomendado na região.

Palavras-chaves: Mata Atlântica. Sobrevivência. Restauração florestal.

## ABSTRACT

VICENTIN, Alessandra. Seedling monitoring in planting for restoration ecology in Dense Rainforest area. 2015. 82 f. Dissertation (Master in Biodiversity and Conservation) - Federal University of São Carlos, Sorocaba, 2015.

The Atlantic Forest is considered *hotspot* for biodiversity conservation, due to its high biological diversity, high endemism and high threat of degradation. This scenario has raised concern about finding information to support recovery projects of degraded areas. This study aimed to evaluate the growth, coverage percentage in the soil and the survival of species of the Atlantic Forest, from the planting seedlings in different treatments, present in a particular area in the recovery process, in the region Vale do Ribeira, located in Sete Barras, Brazil. In 2004, the owner made the removal of vegetation for grazing deployment with brachiaria. In 2009, UFSCar was sought to implement the project of "experimental recovery of degraded areas" where seedlings were planted, divided into spacing of 1.5 x 2 m (dense treatment) and 3 x 2 m (conventional treatment). In this study, from July 2013 was carried out monitoring of the area to assess the growth and survival of planted seedlings as well as the percentage of shading and grasses. Five surveys were conducted (July 2013, October 2013, January 2014, April 2014 and July 2014) to evaluate the survival and growth (height, stem diameter and crown diameter) of the seedlings. 30 months after planting, the 220 individuals initially raised in this study, the survival was 85.2% in the dense treatment and 84.8% in the conventional treatment, so mortality was around 15% for both treatments. The species with the highest average growth in height were *Croton floribundus*, *Cytharexylum solanaceum*, *Casearia gossypiosperma*, *Croton urucurana*, *Colubrina glandulosa*, *Lafoensia pacari*, *Inga marginata* e *Myrsine guianensis*. The species with the highest average growth in stem diameter were *Acnistus arborescens*, *Croton urucurana*, *Apeiba tibourbou*, *Croton floribundus*, *Inga marginata*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Colubrina glandulosa* and *Lafoensia pacari*. The species with the highest average growth in crown diameter were *Croton urucurana*, *Croton floribundus*, *Cytharexylum solanaceum*, *Acacia polyphyla*, *Colubrina glandulosa*, *Inga marginata*, *Lafoensia pacari* and *Rhamnidium elaeocarpum*. As for the percentage coverage in the soil and grasses, there was significant difference in the dense and conventional treatment compared to witness. It is concluded that the above species are indicated for use in future restoration projects in areas of Rain Forest. Both treatments showed greatest shading (in comparison with witness) at the end of the monitoring period, thereby enabling a reduction of exotic grasses. However, in dense treatment was no shading and greater control of grasses.

Thus, it can be concluded that at higher cost of implementation and the similar results, the dense treatment was not recommended thickened in the region.

**Keywords:** Atlantic Forest. Survival. Forest restoration.

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-Dados de precipitação e temperatura média durante o período de estudo, obtidos na estação meteorológica de Sete Barras, SP (Fonte: CIIAGRO, 2014).....	21
FIGURA 2 -Localização da área de estudo, mostrando a área antes da supressão da vegetação, ano de 2003, Fazenda São José, Sete Barras- SP. Fonte: Google Earth, 2014. Elaboração do autor.....	22
FIGURA 3 -Localização da área de estudo, mostrando a área depois da implantação do projeto, ano de 2014, onde foram alocadas as parcelas e realizado o monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: Google Earth, 2014. Elaboração do autor.....	23
FIGURA 4 -Parcelas da área de estudo do plantio convencional (4a e 4b).Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).....	33
FIGURA 5 -Parcelas da área de estudo do plantio adensado (Figuras 5a e 5b).Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).....	33
FIGURA 6 - Material usado para coleta de dados de porcentagem de gramíneas durante o período de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).	35
FIGURA7 - Porcentagem de espécies e indivíduos agrupados segundo sua caracterização sucessional das mudas monitoradas. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	38
FIGURA 8 - Números de indivíduos encontrados em cada tratamento segundo sua caracterização sucessional. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	39
FIGURA 9 - Valores de altura média dos indivíduos em cada período de coleta de dados em cada tratamento, considerando seis repetições para cada tratamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	41
FIGURA 10- Comparação entre os tratamentos para o parâmetro altura nos doze meses avaliados. O gráfico mostra a média dos valores e o desvio padrão em torno da mesma. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	42
FIGURA 11 - Crescimento médio do diâmetro do colo dos indivíduos em cada período de coleta de dados em cada tratamento. Média de seis repetições de cada tratamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	43

FIGURA 12 - Comparação entre os tratamentos adensado e convencional para o parâmetro diâmetro do colo nos doze meses avaliados. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	44
FIGURA 13 - Crescimento médio do diâmetro da área da copa dos indivíduos em cada período de coleta de dados em cada tratamento. Média de seis repetições para cada tratamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	45
FIGURA 14 - Comparação entre as médias e desvios padrões, entre os tratamentos convencional e adensado, para o parâmetro diâmetro da copa. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	46
FIGURA 15 - Análise dos resultados do teste de correlação linear de Pearson para os parâmetros HT, DAC e DCO.....	47
FIGURA 16 - Área de restauração na Fazenda São José, Sete Barras, SP, com presença de gramíneas exóticas: (a) <i>Urochloa decumbens</i> (braquiária) e (b) <i>Pennisetum purpureum Schum</i> (capim-elefante). Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).	51
FIGURA 17 -Porcentagem média de sombreamento do solo e gramíneas dentro do tratamento adensado, ao longo do tempo de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	52
FIGURA 18 -Porcentagem média de sombreamento do solo e gramíneas dentro do tratamento convencional, ao longo do tempo de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	52
FIGURA 19 -Porcentagem média de sombreamento do solo e gramíneas dentro do tratamento testemunho, ao longo do tempo de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	53
FIGURA 20-Média e desvio padrão ao longo do período de estudo do parâmetro altura para as cinco espécies com quatro indivíduos ou mais, presente nos dois tratamentos (adensado e convencional).....	69
FIGURA 21- Média e desvio padrão ao longo do período de estudo do parâmetro diâmetro do colo (DAC) para as cinco espécies com quatro indivíduos ou mais, presente nos dois tratamentos (adensado e convencional).....	70
FIGURA 22 - Média e desvio padrão ao longo do período de estudo do parâmetro área da copa para as cinco espécies com quatro indivíduos ou mais, presente nos dois tratamentos (adensado e convencional).....	71

## ÍNDICE DE TABELA

TABELA 1 - Exemplo da tabela utilizada em campo na amostragem dos dados coletados no monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	34
TABELA 2 - Exemplo da tabela utilizada em campo para a coleta dos dados de cobertura do solo e luz no solo realizado no monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	34
TABELA 3 - Relação das famílias e espécies das mudas monitoradas na área de restauração ecológica. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Caracterização Sucessional (Cs): P = Pioneira; NP = Não pioneira.....	37
TABELA 4 - Análise de variância, para o parâmetro altura, nos tratamentos convencional e adensado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	42
TABELA 5 - Análise de variância, para o parâmetro diâmetro do colo, nos tratamentos convencional e adensado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	44
TABELA 6 - Análise de variância, para o parâmetro diâmetro da copa, nos tratamentos convencional e adensado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	46
TABELA 7 - Anova-um critério realizada para os parâmetros gramíneas e sombreamento, comparando os tratamentos adensado, convencional e testemunho e também comparando-os em cada período monitorado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.....	50
TABELA 8 - Porcentagem de sobrevivência e densidade final das mudas plantadas nos tratamentos adensado e convencional. Fazenda São José, Sete Barras, SP.....	54
TABELA 9 - Comparação das espécies com os parâmetros avaliados (altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa) em cada espaçamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP.....	72
TABELA 10 - Análise dos indivíduos da mesma com os parâmetros avaliados (altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa) comparando os tratamentos adensado e convencional. Fazenda São José, Sete Barras, SP.....	73

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	14
2. OBJETIVO GERAL .....	19
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.1. Caracterização da região de estudo .....	20
3.2 Histórico da área .....	21
3.3. Preparo da área para implantação das espécies.....	25
3.4. Coleta dos dados .....	26
4. <b>SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS PLANTADAS EM DIFERENTES TRATAMENTOS, INSERIDOS NUMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO</b> .....	27
1. Introdução.....	30
2. Material e métodos.....	32
2.1 Caracterização dos tratamentos instalados .....	32
2.2 Monitoramento .....	34
2.3 Análise dos dados .....	36
3. Resultados e discussão .....	37
3.1. As mudas e espécies monitoradas.....	37
3.2. Análise do crescimento das espécies.....	40
3.2.2 Crescimento em altura.....	40
3.2.3 Crescimento em diâmetro do colo.....	43
3.2.4 Crescimento em diâmetro da copa .....	45
3.3. Espécies com maiores valores de crescimento em altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa. .	48
3.4. Porcentagem de gramíneas e de sombreamento .....	49
3.5. Sobrevivência das mudas plantadas .....	53
4. Conclusões.....	55
REFERÊNCIAS .....	56
5. <b>ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE CINCO ESPÉCIES EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM UMA ÁREA EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO</b> .....	63
1. Introdução.....	65
2. Material e métodos.....	66
3. Resultados e discussão .....	67
4. Conclusão .....	73
REFERÊNCIAS .....	73

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	76
REFERÊNCIAS GERAIS .....	77

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Originalmente, a Mata Atlântica abrangia 148.194.638 ha, sendo que 92% estavam no Brasil e o restante se entendia até o Paraguai (CARTES; YANOSKY, 2003; HUANG et al., 2007) e à Argentina (GIRAUDO, 2003). Esta floresta era considerada uma das maiores florestas tropicais das Américas (CÂMARA, 2003), abrangendo 17 estados brasileiros. Por sua geografia e complexidade histórica, gerou um cenário em que as espécies não são distribuídas homoganeamente, mas sim agrupadas em diferentes sub-regiões biogeográficas (SILVA et al., 2004; SILVA; CASTELETTI, 2003).

Ribeiro (2009) realizou um estudo da Mata atlântica, conseguindo mapear 139.584.893 ha, e obtendo como resultado que apenas 11,26 % da área original ainda encontram-se florestadas. Assim, 88,74% da original Mata Atlântica foram perdidos, e o restante da vegetação original está distribuída em 245.173 fragmentos florestais. O estado de São Paulo tem registrado cerca de 300.000 fragmentos de vegetação, ocupando assim 17,5 % do território paulista (SÃO PAULO, 2009). Na Serra do mar está localizado o maior fragmento do Estado de São Paulo, estendendo até a parte Sul do estado do Rio de Janeiro.

O bioma Mata Atlântica compreende os tipos de vegetação caracterizados como Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária); Floresta Ombrófila Aberta; Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais; e as vegetações associadas incluindo manguezais, restingas, campos de altitude, encaves de campos e cerrados e as florestas montanas da região Nordeste (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2012). O bioma tem atraído a atenção internacional em função da sua importância, sendo um dos vinte e cinco "*hotspots* de biodiversidade" (MYERS et al., 2000), devido ao seu alto nível de endemismo de espécies (MITTERMEIER, 2005) e por apresentar elevada ameaça de degradação e grande número de espécies ameaçadas de extinção (BRASIL, 2008).

Por ser um bioma de grande biodiversidade e endemismos, há leis que protegem esse ecossistema. A Lei 11.428 (BRASIL, 2006) e o Decreto 6660 (BRASIL, 2008) regulamentam a supressão da vegetação em área de Mata Atlântica. Segundo esta Lei (Art. 14) “a supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado de regeneração somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública, e interesse social, e quando necessários ao pequeno produtor rural e populações tradicionais para o exercício de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais imprescindíveis à sua subsistência e de sua família”, ou seja, a

supressão é proibida para todos os casos não previstos neste artigo. Porém, entre 2002 e 2008 a Mata Atlântica teve 2,7 mil Km<sup>2</sup> de sua área desmatada, com uma taxa média de 457 Km<sup>2</sup> por ano (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA, 2010).

No Vale do Ribeira, onde há vários fragmentos de Mata Atlântica, muitos proprietários têm suprimido áreas de vegetação primária ou secundária em estágio médio/avançado de regeneração, e constantemente têm sido autuados pelo poder público, no sentido de recuperar a vegetação e de arcar com a compensação ambiental pelo dano causado. Nestes casos, as áreas podem ser recuperadas através da restauração ativa (plantio de sementes ou mudas) ou restauração passiva (deixar a área se regenerar naturalmente). No entanto, uma vez suprimida a vegetação e com o manejo do solo para fins de utilização econômica, a regeneração natural da área pode ser lenta ou inexistente, ainda que a mesma seja abandonada.

Nos primeiros projetos de restauração ecológica no Brasil, as práticas de restauração eram realizadas buscando-se apenas a reconstrução de uma fisionomia florestal, considerando poucos aspectos ecológicos, sucessionais ou a escolha das espécies que deveriam ser utilizadas para recuperar os ecossistemas e seu funcionamento (ASSIS, G.B. et al., 2013).

Segundo Salomão (2014), muitas metodologias de restauração ecológica têm sido aplicadas em áreas degradadas para tentar reverter essa situação. As estratégias são focadas em diferentes aspectos da sucessão secundária tal como o plantio de mudas (CAMPOE et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011). Esses plantios são amplamente utilizados no Brasil (RODRIGUES et al., 2009) e combinam espécies de crescimento inicial (pioneiras) com espécies de crescimento tardio (não pioneiras) em diferentes proporções, com objetivo reconstruir a estrutura de floresta e restaurar os processos ecológicos (SILVER et al., 2004; CAMPOE et al., 2010). Esse modelo de plantio representa a maior parte dos projetos de restauração florestal realizados nos últimos anos, especialmente na Mata Atlântica brasileira, onde a classificação dos grupos ecológicos é razoavelmente bem conhecida (BRANCALION et al., 2009). A combinação de diferentes espécies pioneiras e não pioneiras também fornece um maior potencial para as plantas utilizarem os recursos naturais (água, luz e nutrientes) disponível na área a ser restaurada, devido às suas diversas estratégias da copa e da colonização do solo (ERSKINE et al., 2005; CHAER et al., 2011).

A sucessão ecológica é o processo natural de reconstrução dos ecossistemas, onde espécies herbáceas, arbustivas e lenhosas são gradativamente substituídas na comunidade, no tempo e no espaço, sendo geralmente rápida em ambientes de alta produtividade, como os

tropicos, e lenta em ambientes de baixa produtividade, tais como áreas mediterrâneas (ENGEL; PARROTA, 2003; GUARIGUATA; OSTERTAG, 2001; MUNIZ et al., 2006; BONET; PAUSAS, 2004). Mudanças quanto à disponibilidade de luz, umidade e temperatura favorecem novos habitats para diferentes espécies, se iniciando a sucessão secundária a qual favorece o estabelecimento de espécies pioneiras e espécies daninhas (LIEBSCH et al., 2008). A sucessão secundária, quando é possível no ambiente, constitui a restauração passiva, ou seja, sem intervenção humana. No entanto em muitos ambientes a restauração passiva dificilmente acontece, ou acontece muito lentamente devido ao estado de degradação, sendo necessária a intervenção humana. Sempre que a restauração tem ação humana denomina-se restauração ativa, porém todo o processo de restauração tem como princípio a sucessão ecológica.

Engel e Parrota (2003) relatam que a ausência ou baixa disponibilidade de propágulos (sementes, estoques radiculares), falhas no recrutamento de plântulas e jovens, falta de colonização por espécies arbóreas, fatores adicionais de estresse (pastoreio, fogo), falhas no estabelecimento de interações essenciais (micorrizas, bactérias, polinizadores, dispersores), para a manutenção da integridade do ecossistema dificultam a regeneração e a sucessão secundária, numa escala de tempo compatível com as necessidades humanas, devido a limitações no ambiente físico ou biótico. Porém, outro fator que pode dificultar a sucessão é a presença de gramíneas exóticas como braquiária (EYLES et al., 2012).

Segundo Barbosa (2006), os estudos de regeneração natural devem ser usados como indicadores da capacidade de resiliência de ecossistemas florestais e da qualidade dos reflorestamentos heterogêneos. Conhecer a estrutura e composição da regeneração natural de comunidades vegetais pode ajudar a compreender o papel dos diferentes tipos de vegetação no recrutamento de plântulas, bem como determinar a técnica de restauração florestal mais adequada para áreas com usos do solo semelhantes (SILVESTRINI, 2012).

Salomão et al. (2014) afirma que os trabalhos de restauração florestal no Brasil começaram a ser executados a partir de 1981, porém no ano de 1996 que foi iniciado o monitoramento com os objetivos de diagnosticar e subsidiar os diversos procedimentos de restauração das áreas degradadas e, também, conhecer a dinâmica dos plantios florestais e da regeneração natural das espécies arbóreas nas mesmas áreas dos reflorestamentos.

A história da restauração ativa de ecossistemas no Brasil se iniciou pela preocupação com o intenso desmatamento da Mata Atlântica desde o começo do século XIX, por causa da escassez de recursos naturais, pragas agrícolas e mudanças climáticas na cidade do Rio de Janeiro. Dessa forma, houve uma grave crise no abastecimento de água relacionada a

conversão de áreas de florestas para áreas de plantações de café. Diante disso, o imperador do Brasil ordenou que se implantasse o primeiro projeto de restauração florestal. Assim, entre os anos de 1862 e 1892, milhares de mudas de espécies nativas e exóticas foram plantadas na colina que rodeia a cidade. Depois dessa iniciativa, vários projetos de restauração foram conduzidos na Floresta Atlântica (RODRIGUES et al., 2009) e avançaram para outros biomas. O plantio de mudas tem sido assim o método mais utilizado em projetos de restauração, mesmo demandando um alto custo inicial, porém seu sucesso é evidente mesmo dependendo de vários fatores, entre os quais se destacam: o grau de modificação em relação ao ambiente natural, as espécies a serem utilizadas, a obtenção de propágulos e a distribuição dessas espécies no novo ambiente (FERREIRA et al., 2007; CURY; CARVALHO, 2011).

A restauração ativa em ecossistemas naturais busca, dentro de limites razoáveis, a maior semelhança possível entre a área restaurada e os ecossistemas naturais que foram destruídos (ASSIS et al., 2013). Ela é implantada em áreas degradadas e, portanto pobres em nutrientes (REIS; KAGEYAMA, 2003). Dessa forma, essa restauração ativa da floresta é pensada por ter vários benefícios, tais como proteção dos recursos hídricos, desenvolvimento de zonas tampão para atenuar os efeitos da fragmentação, a criação de um melhor habitat para a vida selvagem e disponibilização de mais áreas de floresta para a recreação.

Busato et al (2012) salienta que um bom projeto de restauração deve atingir seu objetivo com custos otimizados e no menor espaço de tempo. O mesmo autor enfatiza que na prática, muitas vezes a eficácia da restauração é observada somente sob a ótica dos custos, numa abordagem que na maioria das vezes resulta no insucesso do projeto em relação aos seus objetivos de recuperação do ambiente. O autor também diz que num projeto convencional de plantio, o custo das mudas representa 10% do custo total da restauração e, juntamente com o plantio, soma menos de 50% do custo total do projeto, ou seja, os custos mais altos da restauração estão associados com o manejo e manutenção da área. Brancalion et al (2010) também relatam em seu estudo que a implantação e manutenção por dois anos de reflorestamentos com espécies nativas (cerca de 1.700 indivíduos/ha) tem um custo variável entre R\$6.000,00 e R\$10.000,00/ha. Outros autores também enfatizam que os custos e o tempo de monitoramento são altos, isto quer dizer que a implantação das mudas é a parte que apresenta os menores custos em projetos de restauração (PARKER, 1997; WHITE; WALKER, 1997; RUIZ-JAEN; AIDE, 2005). O custo também pode representar uma barreira significativa para a implementação de programas de restauração por parte dos executores e financiadores da atividade, de modo que métodos eficientes, mas com custos excessivamente altos são prontamente esquecidos e/ou descartados (BELLOTTO et al., 2007).

Holl et al (2000) descreve que a necessidade de manutenção da área restaurada, pelo menos nos primeiros dois anos, é um processo importante no controle de espécies de gramíneas exóticas, já que as mesmas podem comprometer seriamente o processo de restauração. Assim, avaliar a fase inicial do projeto é importante ferramenta para monitoramentos em longo prazo, permitindo acompanhar o desenvolvimento das mudas implantadas e a sua sucessão e estabelecimento ao longo do tempo (RODRIGUES et al., 2010).

O encorajamento de iniciativas de restauração é uma prioridade do governo em alguns estados brasileiros (BARBOSA et al., 2003). Os governos do estado de São Paulo já promoveram uma discussão e publicação de boas práticas de restauração incorporando-as em suas leis. Políticas públicas foram desenvolvidas entre 1998 e 2007 com agências governamentais e de pesquisa e tiveram como resultado, a publicação da Resolução SMA-21, de 21/11/2001, e do Decreto Estadual nº 46.113 (SÃO PAULO, 2001). Essa resolução trata de normas e diretrizes legais detalhadas sobre as espécies, bem como o uso exclusivo de espécies nativas a utilizar, entre outros dispositivos. Posteriormente, a Resolução SMA 21/01 foi alterada e reeditada três vezes nos anos seguintes pela Resolução SMA 47/2003, Resolução SMA-08 de 07/03/2007 e Resolução SMA 08/2008, visando o aumento do número mínimo de espécies exigido para a restauração e indicação de proporções entre grupos funcionais. Conseqüentemente, tornou-se uma importante ferramenta para orientar projetos de restauração e ações de monitoramento e fiscalização dos mesmos (RODRIGUES et al., 2009). Em 2014, outra resolução foi elaborada, a Resolução SMA nº32, de 03 de abril de 2014 (SÃO PAULO, 2014), a qual estabelece diretriz e orientações para a elaboração, execução e monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica no Estado de São Paulo, além de critérios e parâmetros para avaliar seus resultados e atestar sua conclusão. Dessa forma, essas resoluções são importantes para a restauração ecológica nos ecossistemas.

Kageyama e Gandara (2004) relatam que na busca por iniciativas mais eficientes de restauração, tanto em termos de resultados quanto de custos, os governos se aproximaram aos institutos de pesquisa e às universidades, fundamentando suas recomendações na ecologia das florestas tropicais e formações florestais brasileiras, criando novas estratégias de restauração com base, principalmente, no conceito de sucessão secundária.

Neste sentido, tem-se proposto vários modelos de restauração ecológica, na tentativa de estimular ou acelerar o processo sucessional. Neste trabalho, que é parte de um projeto maior, foi escolhida a restauração ativa para recuperar a área. Ela foi realizada através da

implantação de espécies (plantio de mudas) de diferentes grupos ecológicos, buscando acelerar o processo sucessional e restaurar as funções ecológicas na área em questão.

## 2. OBJETIVO GERAL

O objetivo do estudo foi monitorar diferentes tratamentos de restauração ecológica, instalados num projeto conduzido por pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) *campus* Sorocaba, no ano de 2009. O projeto foi instalado com intuito de restaurar uma área de Floresta Ombrófila Densa onde a vegetação foi suprimida e implantado pasto com gramíneas exóticas. Dentro dessa área suprimida foram instalados alguns modelos de restauração ativa, porém nesse estudo foi selecionado o plantio de mudas com tratamento adensado (espaçamento de 1,5 x 2,0m) e tratamento convencional (espaçamento de 3,0 x 2,0m) e testemunho (área sem plantio) para comparar dados de cobertura do solo. Foram comparados alguns parâmetros de monitoramento entre o tratamento adensado e o tratamento convencional, com intuito de analisar quais obtiveram os melhores resultados para restauração da área. Dessa forma, para obter esses resultados, este trabalho procurou responder às seguintes questões:

- As mudas plantadas cresceram ao longo do tempo em altura (HT), diâmetro do colo (DAC), e diâmetro da copa (DCO)? Existiram diferenças no crescimento em HT, DAC e DCO entre os dois tratamentos?
- Existiu correlação entre crescimento em HT e DAC? E entre crescimento em HT e DCO?
- Existiram diferenças nos dados de cobertura do solo (porcentagem de sombreamento e gramíneas exóticas) da área entre os tratamentos e entre estes e o testemunho?
- Qual foi a taxa de sobrevivência das mudas em cada tratamento? Elas foram diferentes entre os tratamentos?

Para responder essas questões, foram levados em conta alguns objetivos específicos como:

- Análise do crescimento em HT, DAC e DCO das espécies plantadas, no período de julho de 2013 a julho de 2014 e comparação dos resultados entre o tratamento adensado e o tratamento convencional;
- Análise das espécies que melhor se adaptaram ao local;
- Avaliação da sobrevivência das mudas plantadas no período de julho de 2013 a julho de 2014 e comparação dos valores de sobrevivência entre os tratamentos.

Dessa maneira, sob um aspecto mais abrangente, espera-se que os resultados encontrados nesse estudo forneçam subsídios para melhorar os métodos de restauração em áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa.

### **3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1. Caracterização da região de estudo**

A região do Vale do Ribeira localiza-se no litoral sul-sudoeste do Estado de São Paulo (BARROSO; HANAZAKI, 2010), geograficamente circunscrita entre a Serra do Mar a leste e os contrafortes da Serra de Paranapiacaba a oeste (ANDRIETTA, 2002). De acordo com Resende (2002), o Vale do Ribeira possui 60% de toda a sua área recoberta por vegetação nativa e unidades de conservação estaduais.

No Vale do Ribeira a economia está baseada principalmente em atividades agrícolas como o cultivo da banana, chá, arroz, frutas, legumes, verduras e mandioca, atividades pesqueiras, extrativistas (madeiras, fibras, palmito, plantas medicinais e ornamentais), além da pecuária (criação de bovinos e bubalinos), mineração de areia, em geral feita por grandes proprietários, além da agricultura familiar e da pesca de subsistência e dos trabalhos assalariados (GONÇALVES-COSTA et al., 2010).

O relevo local apresenta-se de plano a ondulações, e a paisagem no entorno e dentro da propriedade consiste em áreas com vegetação nativa e áreas de pasto com criação de gado e de búfalos.

Segundo a classificação de Koeppen (1948), o clima da região define-se como quente/úmido com temperaturas inferiores de 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C no mês mais quente (Fig. 1). Sete Barras recebe a classificação **Af**, caracterizada pelo clima tropical chuvoso, sem estação seca com a precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm (CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA-CEPAGRI, 2014).

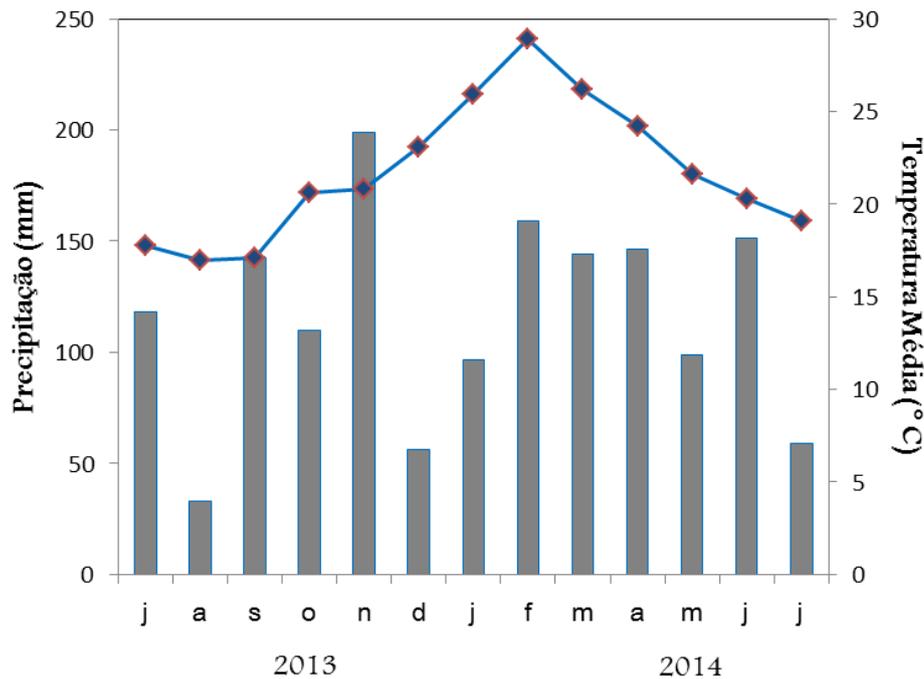


FIGURA 1. Dados de precipitação e temperatura média durante o período de estudo, julho de 2013 até julho de 2014, obtidos na estação meteorológica de Sete Barras, SP. As barras correspondem aos dados de precipitação e a linha pontilhada à temperatura média. (Fonte: CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS -CIAGRO, 2014)

### 3.2 Histórico da área

A Fazenda São José, onde foi realizado o presente estudo é uma propriedade particular com área total de 995,82 hectares. Está localizada no Vale do Ribeira, no município de Sete Barras/SP (24°20'35,3"S 47°51'08,0"W) (Figuras 2 e 3), em região de Floresta Ombrófila Densa e ecossistemas associados, e no perímetro da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Mar (SÃO PAULO, 1984).



FIGURA 2. Localização da área de estudo, com destaque da área de pasto (objeto desse estudo) antes da supressão da vegetação, ano de 2003, mostrando os pontos SM (sem manejo) e P (pasto), Fazenda São José, Sete Barras- SP. Fonte: Google Earth, 2014. Elaboração do autor.

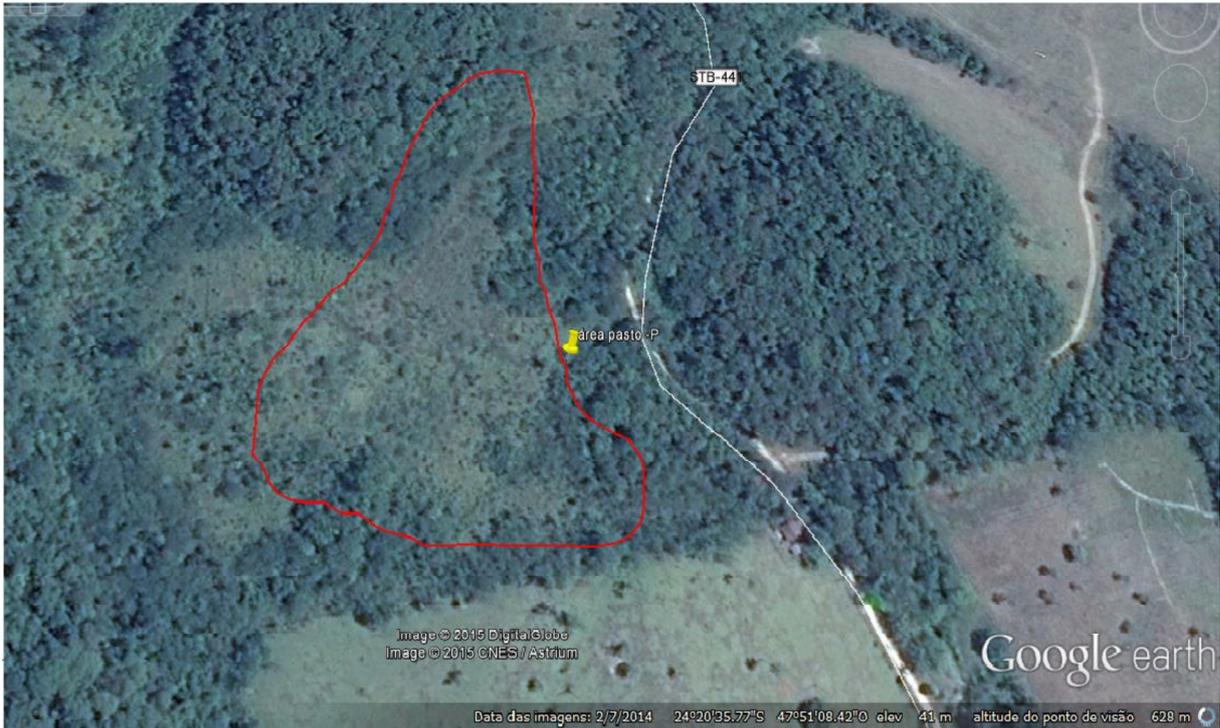


FIGURA 3. Localização da área de estudo, com destaque da área P, depois da implantação do projeto, ano de 2014, onde foram alocadas as parcelas e realizado o monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: Google Earth, 2014. Elaboração do autor.

Em 2004, o proprietário da Fazenda São José fez a supressão ilegal da vegetação nativa em muitos locais dentro da fazenda, dessa forma nos anos de 2005 e 2006 ocorreram várias autuações pelo poder público por degradar Floresta Ombrófila Densa em estágio médio de regeneração e por suprimir vegetação de caxetal (Floresta Ombrófila Densa Paludosa) e abrir valas para drenagem dessa última formação.

Assim, a UFSCar - *campus* Sorocaba foi procurada pelo Ministério Público para propor um projeto de pesquisa com foco na restauração ecológica desses ecossistemas. Como o proprietário foi multado pela supressão da vegetação, ocorreu algo inédito, pois o recurso financeiro da multa não foi para um fundo de compensação ambiental, e sim para um projeto experimental em recuperação de áreas degradadas dentro da Fazenda São José e especificamente nos locais que havia ocorrido supressão. Em resposta a esta demanda, no ano de 2009 foi estabelecido na área o projeto: “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP”, coordenado pela profa. Dra. Eliana Cardoso Leite.

Anteriormente à realização da recuperação experimental, foi feito um levantamento florístico/fitossociológico da vegetação nativa dentro da fazenda, em remanescentes que não haviam sido suprimidos e na área suprimida (13.933,27 m<sup>2</sup>), para conhecimento das espécies

de ocorrência local e assim as mudas necessárias à recuperação se basearam nesse levantamento e também em listas de espécies de ocorrência em FOD no Vale do Ribeira. Posteriormente, o local passou pelo processo de limpeza e preparo do solo com a retirada de gramíneas invasoras, adubação do solo e abertura de covas para o plantio. Houve também o cercamento das áreas antes do plantio para que bois e búfalos não invadissem as áreas experimentais.

Dessa maneira o projeto foi instalado em 2012. Na área havia duas situações, uma de floresta suprimida onde foi implantado pasto (P) e outra onde a vegetação foi suprimida, porém sem implantação de pasto, ou seja, a área ficou sem manejo (SM) e foi abandonada por seis anos. Na área P, a restauração se deu por plantio de mudas (objeto deste estudo), sementes e sistema agroflorestal, e na área SM, houve plantio de mudas e sementes. O experimento foi monitorado até julho de 2014.

Como esse é um projeto grande, envolvendo muitos professores de diferentes áreas do conhecimento, houve vários estudos que resultaram em trabalhos de conclusão de curso, resumos e dissertações de mestrado. A seguir são citados alguns trabalhos.

Martinez (2013) desenvolveu um estudo com uma espécie que foi plantada acidentalmente na área de pasto, *Senna alata* (L.) Roxb, a qual é considerada invasora em pastos da região Amazônica. A autora analisou se a espécie na área apresentou comportamento de invasora ou facilitadora. Com o estudo, foi concluído que a espécie apresentou comportamento facilitador para outras espécies que estavam próximas à sua copa.

Oliveira (2013) analisou a ocorrência de guildas de formigas em diferentes estratégias de restauração florestal nas áreas de recuperação experimental (pasto, semeadura, sistema agroflorestal e área de enriquecimento). O autor observou que há mais formigas predadoras em áreas de vegetação em estágio sucessional mais avançado e maior presença de formigas cortadeiras em áreas de estágio inicial de sucessão. Dessa forma o estudo concluiu que as formigas podem ser utilizadas como bioindicadores do sucesso de projetos de restauração florestal.

Steyer (2015) também analisou o modelo de recuperação de áreas degradadas utilizando semeadura direta, em área de corte raso com pasto implantado e área de corte raso com regeneração natural, a qual seria aplicável às condições de Floresta Atlântica e ecossistemas associados, buscando minimizar o tempo de recuperação e restauração destas áreas. A mesma concluiu que a semeadura direta é boa com destaque para áreas onde houve corte raso da floresta sem implantação de pasto, agindo como uma técnica de auxílio a regeneração natural.

O presente estudo, que é parte do projeto maior, teve como foco o modelo de plantio de mudas, com os dois tratamentos (adensado e convencional) na área de pasto (P).

### **3.3.Preparo da área para implantação das espécies**

As operações realizadas antes do plantio em todos os tratamentos foram:

- *Limpeza da área*

Essa atividade foi realizada visando a diminuir a altura e o volume das espécies competidoras (principalmente das gramíneas exóticas invasoras agressivas). A limpeza da área foi feita com uso de trator e roçadeira, em todos os tratamentos, exceto no Testemunho.

- *Preparo do solo*

A atividade preparatória para o plantio foi feita por meio de coveamento do solo. O coveamento tem como objetivo principal, promover o rompimento de eventuais camadas compactadas do solo, na profundidade mínima de 40 cm em solos argilosos, além de propiciar a inclusão de adubação misturada homogeneamente na cova de plantio.

- *Plantio*

Foram utilizadas mudas adquiridas em viveiro, cultivadas em saco plástico. O plantio de mudas foi realizado de forma manual, dispondo as mudas diretamente nas covas. Antes da implantação, as covas receberam tratamento com formicida.

- *Adubação de base*

No plantio, foi utilizada adubação de base na cova, com a formulação NPK 6:30:6 na quantidade aproximada de 150g/cova. Essa adubação foi realizada em todos os tratamentos, exceto no Testemunho.

- *Coroamento*

O coroamento consistiu na remoção (manual) de toda e qualquer vegetação, em um raio de, no mínimo, 50 cm ao redor da muda plantada. Foi realizado o coroamento manual com enxada, com remoção das gramíneas a uma profundidade de cerca de 5 cm no solo, em todos os tratamentos (exceto no Testemunho), em dois momentos, ou seja, julho de 2013 e outra no período de julho de 2014. No projeto inicial estavam previstos coroamentos de seis em seis meses, porém por problemas técnicos, o coroamento previsto para janeiro de 2014 não ocorreu.

- *Replantio*

Aproximadamente 6 meses após o plantio, as covas que apresentaram mudas mortas, foram replantadas, ou seja, receberam novas mudas.

### 3.4. Coleta dos dados

O levantamento dos indivíduos sobreviventes e as medidas de crescimento em altura (HT) e em diâmetro do colo (DAC) foram realizados em cinco diferentes períodos: julho de 2013, outubro de 2013, janeiro de 2014, abril de 2014 e julho de 2014. Em julho de 2013, primeiro monitoramento realizado nesse estudo, também foi analisado a mortalidade de indivíduos.

Os dados tomados em campo foram utilizados para análise do crescimento em HT, DAC e diâmetro da copa (DCO) e para o cálculo da porcentagem de sobrevivência das mudas plantadas e também as porcentagens de sombreamento e gramíneas exóticas entre os tratamentos (Ítem4).

No monitoramento, foram consideradas e analisadas as espécies que obtiveram mais de três indivíduos em cada tratamento (adensado e convencional) para comparação da altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa com os tratamentos, levando em consideração cada espaçamento (Ítem5).

Todos os indivíduos provenientes das mudas plantadas presente nas parcelas foram medidos. As medições de altura, diâmetro do colo (medida do caule logo acima do solo) e diâmetro da copa (medida do maior diâmetro da copa) foram realizadas com uso de trena na escala em cm.

4.

## **SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS PLANTADAS EM DIFERENTES TRATAMENTOS, INSERIDOS NUMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO**

### **Resumo**

A sobrevivência de espécies de diferentes categorias sucessionais é importante nos projetos de recuperação de áreas degradadas. Objetivou-se acompanhar o crescimento de mudas de espécies pioneiras e não pioneiras em plantio implantado na propriedade rural Fazenda São José, localizada na região do Vale do Ribeira, em Sete Barras- SP e especificamente verificar o crescimento em altura (HT), diâmetro do colo (DAC) e diâmetro da copa (DCO), durante o período analisado, comparando o crescimento das plantas com os tratamentos implantados na área, adensado e convencional. As mudas foram trimestralmente medidas, totalizando 5 medições. Também foi acompanhada a taxa de sobrevivência, em função das mudas plantadas inicialmente e as porcentagens de sombreamento e gramíneas exóticas relacionadas aos tratamentos. Os dados obtidos de HT, DAC, DCO e de sombreamento e gramíneas, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação do desenvolvimento das espécies nos tratamentos. *Croton floribundus* e *Colubrina glandulosa* apresentaram os maiores valores para crescimento em HT. Em relação ao crescimento em DAC, os maiores valores foram alcançados pela *Acnistus arborescens* e *Inga marginata*, e para DCO os maiores valores foram registrados para as espécies *Croton urucurana* e *Colubrina glandulosa*. Todos os parâmetros obtiveram resultados maiores e significativos no tratamento adensado. As porcentagens de sombreamento e gramíneas obtiveram valores significativos nos tratamentos adensado e convencional entre o testemunho, porém entre o tratamento adensado e tratamento convencional não foi significativo. A taxa de sobrevivência no período analisado foi de aproximadamente 85% para ambos os tratamentos. Conclui-se que as espécies pioneiras *Croton floribundus*, *Croton urucurana*, *Acnistus arborescens*, *Luehea grandiflora* e *Senna multijuga* e as espécies não pioneiras *Colubrina glandulosa*, *Inga marginata* e *Lafloensia pacari* poderiam ser indicadas como mais adaptadas às condições da área, pois estas espécies apresentaram um enorme potencial de crescimento inicial na região.

**Palavras-chave:** Recuperação de área degradada. Categoria sucessional. Indicadores de restauração.

## **SURVIVAL AND CHARACTERISTICS OF SEEDLING GROWTH PLANTED IN DIFFERENT TREATMENT, INSERTED IN AN AREA OF ATLANTIC FOREST IN RESTORATION PROCESS**

### **Abstract**

The survival of species of different successional categories is important in recovery projects of degraded areas. It aimed to follow the growth of seedlings of pioneer species and non-pioneer in planting deployed on the farm Fazenda São José, located in the region Vale do Ribeira, in Sete Barras-SP and specifically check the growth in height (HT), stem diameter (DAC) and crown diameter (DCO) during the period analyzed, comparing the growth of the plants with the treatments deployed in the area, dense and conventional. The seedlings were measured quarterly, totaling 5 measurements. It was also accompanied the survival rate, depending on the seedlings planted initially and the percentages of shading and exotic grasses related to treatment. Data from HT, DAC, DCO and shading and grasses were subjected to analysis of variance (ANOVA), followed by test Tukey at 5% probability to compare the development of species in treatments. *Croton floribundus* and *Colubrina glandulosa* showed the highest values for growing HT. Compared with the growth in DAC, the highest values were achieved by *Acnistus arborescens* and *Inga marginata*, and DCO the highest values were recorded for the species *Croton urucurana* and *Colubrina glandulosa*. All parameters had higher and significant results in dense treatment. Shading percentages and grasses obtained significant values in the dense and conventional treatments between the witness, but among the dense treatment and conventional treatment was not significant. The survival rate in this period was approximately 85% for both treatments. It concludes that the pioneer species *Croton floribundus*, *Croton urucurana*, *Acnistus arborescens*, *Luehea grandiflora* and *Senna multijuga* and non-pioneer species *Colubrina glandulosa*, *Inga marginata* and *Lafoensia pacari* could be indicated as most adapted to the conditions of the area, as both species will enormous potential for early growth in the region.

**Keywords:** Degraded area recovery. Successional category. Restore indicators.

## 1.Introdução

A Mata Atlântica é uma das formações florestais mais ameaçadas do mundo. A maior parte de seus remanescentes florestais estão localizados no Vale do Ribeira- SP, região do presente estudo, sendo que no Estado de São Paulo 40% da mata atlântica remanescente está concentrado nessa região (SILVA MATOS; BOVI, 2002). São cerca de 800.000 hectares de floresta nativa, as quais estão distribuídas em unidades de conservação e em propriedades particulares (CASTRO, 2002). Apesar de toda importância desse ecossistema para conservação de recursos naturais, como solo, recursos hídricos e biodiversidade, as cidades desta região apresentam os menores índices de desenvolvimento humano (IDH) do Estado de São Paulo (CARDOSO-LEITE et al., 2010).

Segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica (2013), nos últimos 28 anos, foram perdidos 18.509 km<sup>2</sup> de vegetação. Atualmente restam apenas 11,26 % da área original florestada, ou seja, 88,74% foram perdidos, e o restante da vegetação original está distribuído em 245.173 fragmentos florestais (RIBEIRO, 2009). No município de Sete Barras, onde está localizada a fazenda onde foi realizado o presente estudo, 70% da área do município apresenta vegetação natural. Uma grande parte do que restou de Mata Atlântica está em propriedades privadas (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003), onde uma importante porcentagem da mata foi suprimida nas últimas décadas para pastagem (GALINDO-LEAL; CAMARA, 2003). Porém, a mata remanescente ainda continua a ser degradada pela extração de lenha, exploração madeireira ilegal, coleta de plantas e produtos vegetais (TABARELLI et al., 2003).

Assim, com a diminuição dos fragmentos de Mata Atlântica, a busca de informações referentes à recuperação de áreas degradadas é importante para garantir a manutenção da diversidade neste bioma. A recuperação de áreas degradadas (RAD) é um conjunto de ações que pode levar a um estado de melhor condição ambiental de uma área alterada (SOUSA-SILVA; FAGG, 2011). O aumento de áreas degradadas resultou em informações relacionadas à recuperação destes ambientes (FELFILI et al., 2008).

De acordo com Salomão et al. (2013), na definição dos métodos adequados para a restauração ecológica dos ecossistemas duas questões são essenciais para o sucesso do objetivo, independentemente do método selecionado, ou seja, qual espécie plantar e quanto plantar de cada espécie de modo a recobrir o solo e restaurar os processos ecológicos intrínsecos à vegetação em menos tempo, com menores perdas e menor custo.

Dentre os parâmetros analisados para escolher quais espécies utilizar nos plantios de recuperação, pode ser citado a avaliação da sobrevivência e do crescimento destas espécies

quando plantadas nestas condições. Poggiani et al. (1998) destaca que alguns indicadores que refletem bem o desempenho das espécies implantadas são o crescimento das plantas em altura, diâmetro e área da copa. Estes parâmetros permitem demonstrar quais são as espécies indicadas como potenciais para recuperação (MELO, 2006; SAMPAIO; PINTO, 2007; MOURA, 2008). A identificação de espécies nativas capazes de se estabelecerem e desenvolverem em áreas degradadas também é um importante passo para estabelecimento de manejo nestas áreas, tanto sob critérios ecológicos, como sob critérios econômicos (CORRÊA, 1998).

A cobertura de copa segundo Brancalion et al. (2012) é obtida através da medição do diâmetro das copas dos indivíduos com trena (distância de uma extremidade da copa à outra) ou da projeção da copa no solo. Ela também controla a quantidade, qualidade e distribuição temporal e espacial da luz, determinando níveis diferenciados de umidade do ar, temperatura e condições de umidade do solo (JENNINGS et al., 1999). Assim, a cobertura está relacionada ao crescimento e a sobrevivência das mudas (MELLO, 2007). Ela também é importante nos processos de restauração, pois auxilia no controle da mato-competição por sombrear a área.

Cortes (2012), também relata em seu estudo que a taxa de mortalidade é um fator que deve ser tratado com precaução pela quantidade de fatores envolvidos (qualidade da muda, período de plantio, competição por gramíneas, compactação do solo, estresse hídrico e condições de água no solo) pois estes fatores apresentam influência direta sobre ela e dessa forma irão determinar a mortalidade dos indivíduos ao longo do plantio.

Melo (2006) destaca que a intensidade de degradação determina a mortalidade das espécies, pois em um estudo realizado houve menor sobrevivência em locais degradados com solo compactado, em relação a outro local abandonado e com solos férteis. Segundo o mesmo autor, a mortalidade de algumas mudas também pode ter ocorrido pelo fato de que houve competição com as gramíneas (braquiária). Porém a simples sobrevivência da muda não significa que ela terá um bom desenvolvimento, uma vez que existem vários fatores que podem influenciar seu crescimento como disponibilidade de água, luz, nutrientes e outros recursos.

Diante disso, esse estudo teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o desenvolvimento das espécies plantadas em uma área de restauração localizada em Floresta Ombrófila Densa, de modo a identificar quais espécies melhor se desenvolveram, apresentando os maiores valores de crescimento em altura e em diâmetro, contribuindo com informações que possam facilitar e auxiliar em implantação de projetos de restauração em áreas degradadas semelhantes de Mata Atlântica no sudeste do Brasil.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Caracterização dos tratamentos instalados

Na área em questão a vegetação original foi suprimida, foi realizada destoca, o solo foi corrigido com calcário e foi implantado pasto com *Urochloa decumbens* (braquiária). Na recuperação da área degradada com plantio de espécies nativas a área foi limpa, com retirada mecânica (trator) das gramíneas exóticas, e foram abertas as covas e realizada adubação nas covas. As mudas foram plantadas manualmente em janeiro de 2012 e, após o plantio, foram acompanhadas por dois anos.

Foram utilizados os seguintes modelos de plantio:

**Testemunho (T)**- foram implantadas parcelas experimentais consideradas como testemunho onde foi acompanhado o processo de cobertura do solo relacionado com a porcentagem de sombreamento e gramíneas exóticas sem a interferência humana. Foram delimitadas 3 parcelas de 10 x 10 m. O objetivo deste modelo foi realizar uma comparação desses dados com os outros tratamentos (adensado e convencional). Nas áreas T não foi suprimida a vegetação nativa.

**Tratamento convencional (TC)**- nesta área foi realizado o plantio de mudas de espécies florestais obedecendo-se as recomendações da Resolução SMA 08 de 7 de março de 2007 (SÃO PAULO, 2007) em relação a proporção de espécies de diferentes grupos ecológicos e número de indivíduos por espécies. Neste modelo o espaçamento utilizado foi de 3,0 x 2,0 m, sendo intercaladas na linha pioneiras e não pioneiras. O objetivo deste modelo foi avaliar sua eficiência no crescimento das espécies e sobrevivência e comparar os dados entre os dois tratamentos. A área total do plantio convencional foi de 2.413,00 m<sup>2</sup>, onde foram instaladas 6 parcelas de 10 x 10 m para coleta dos dados. Após 20 meses a área de plantio encontra-se com o aspecto mostrado na FIGURA 4.

**Tratamento densado (PA)** - neste modelo foram empregadas as mesmas espécies utilizadas no plantio convencional, porém foi utilizado espaçamento de 1,5 x 2,0 m. O objetivo deste modelo foi avaliar sua eficiência no crescimento das espécies e sobrevivência e comparar com os dados do plantio convencional. A área total do plantio densado foi de 5.697,59 m<sup>2</sup>, onde foram instaladas 6 parcelas de 10 x 10 m para coleta de dados. Após 20 meses a área de plantio encontra-se com o aspecto mostrado na FIGURA 5.

Foram realizadas também operações antes do plantio em todos os tratamentos como:

- *Limpeza da área*

Essa atividade foi realizada visando a diminuir a altura e o volume das espécies competidoras (principalmente das gramíneas exóticas invasoras agressivas). A limpeza da área foi feita com uso de trator e roçadeira, em todos os tratamentos, exceto no Testemunho.

- *Preparo do solo*

A atividade preparatória para o plantio foi feita por meio de coveamento do solo. O coveamento tem como objetivo principal, promover o rompimento de eventuais camadas compactadas do solo, na profundidade mínima de 40 cm em solos argilosos, além de propiciar a inclusão de adubação misturada homogeneamente na cova de plantio.

- *Plantio*

Foram utilizadas mudas adquiridas em viveiro, cultivadas em saco plástico. O plantio de mudas foi realizado de forma manual, dispondo as mudas diretamente nas covas. Antes da implantação, as covas receberam tratamento com formicida.

- *Adubação de base*

No plantio, foi utilizada adubação de base na cova, com a formulação NPK 6:30:6 na quantidade aproximada de 150g/cova. Essa adubação foi realizada em todos os tratamentos, exceto no Testemunho.

- *Coroamento*

O coroamento consistiu na remoção (manual) de toda e qualquer vegetação, em um raio de, no mínimo, 50 cm ao redor da muda plantada. Foi realizado o coroamento manual com enxada, com remoção das gramíneas a uma profundidade de cerca de 5 cm no solo, em todos os tratamentos (exceto no Testemunho), em dois momentos, ou seja, julho de 2013 e outra no período de julho de 2014. No projeto inicial estavam previstos coroamentos de seis em seis meses, porém por problemas técnicos, o coroamento previsto para janeiro de 2014 não ocorreu.

- *Replantio*

Aproximadamente 6 meses após o plantio, as covas que apresentaram mudas mortas, foram replantadas, ou seja, receberam novas mudas.

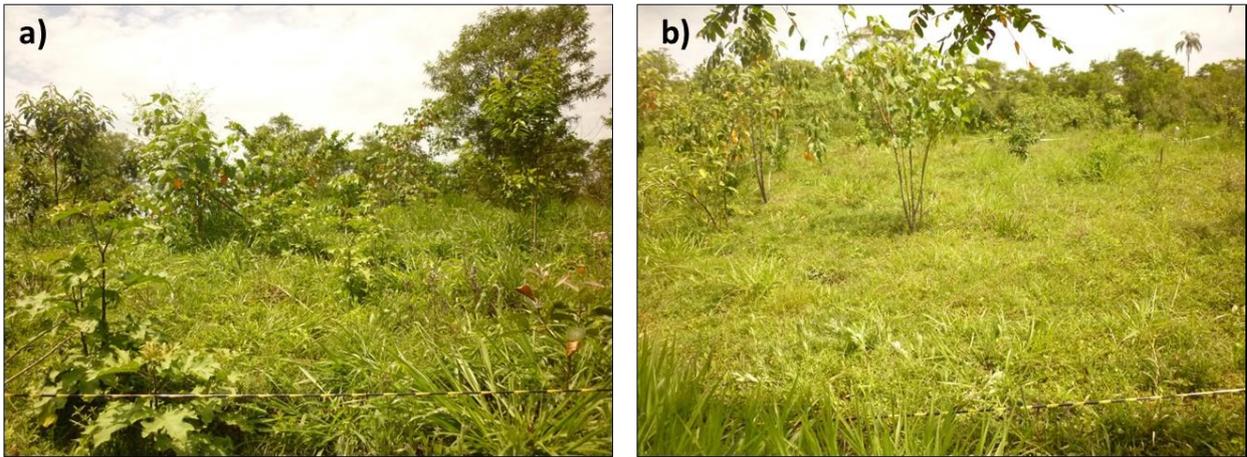


FIGURA 4. Parcelas da área de estudo do tratamento convencional após 20 meses de implantação (4a e 4b). Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).

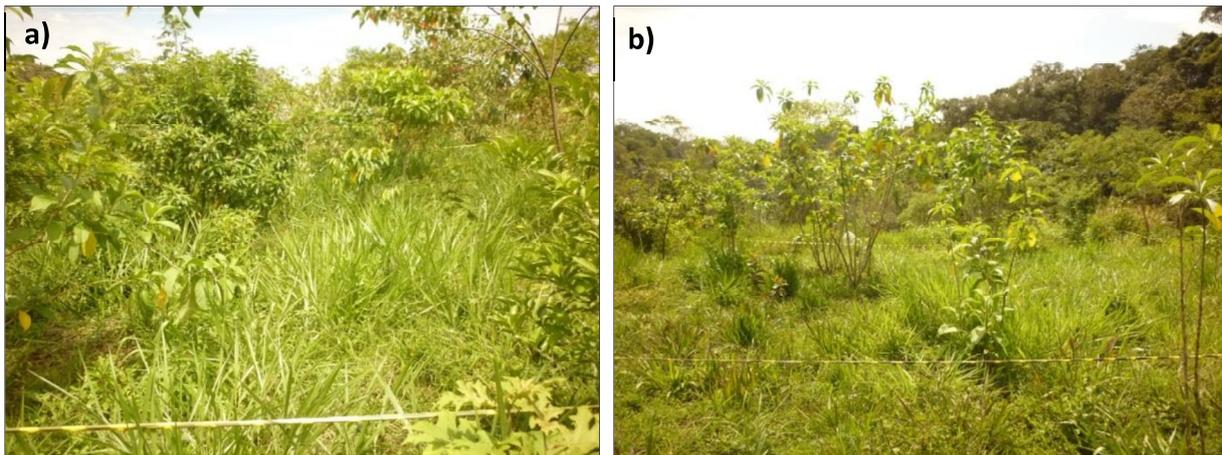


FIGURA 5. Parcelas da área de estudo do tratamento adensado, 20 meses após a implantação (Figuras 5a e 5b). Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).

## 2.2 Monitoramento

O monitoramento dos tratamentos implantados para esse estudo iniciou-se em julho de 2013, um ano e meio após o plantio. Assim, a primeira coleta de dados do monitoramento ocorreu nesse mês, e as demais coletas de dados foram realizadas em outubro de 2013, janeiro, abril e julho de 2014, compreendendo um período de um ano.

No monitoramento foram coletados os seguintes dados em todas as parcelas instaladas (Tabela 1): diâmetro do colo (DAC), altura total (HT: medida da base do caule até a parte aérea mais alta), diâmetro da copa e cobertura no solo (Tabela 4.3).

TABELA 1. Exemplo da tabela utilizada em campo na amostragem dos dados coletados no monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

Tratamento	Parcela	n° indivíduo	Família	Nome científico	Nome popular	DAC (cm)	HT (cm)	copa (cm)	Grupo sucessional	OBS.

Os dados de cobertura e luz no solo nas parcelas do monitoramento consistiram em registrar a porcentagem de cobertura por gramíneas, e o sombreamento no solo foi medido com um *canopy densiometer*. Primeiramente em cada parcela foram encontrados os pontos cardeais (norte (N), sul (S), leste (L) e oeste (O)) com auxílio do GPS. Depois, a coleta desses dados consistiu em cada parcela, ser jogado quatro vezes aleatoriamente, um quadrado de 0,5 x 0,5 m feito de PVC, o qual era dividido em 4 quadrantes que consistiam em 25% cada quadrante para mensuração dos dados (Fig. 6). Esse quadrado era jogado na altura do solo e depois com o *canopy densiometer*, que consiste num equipamento que é composto por um espelho convexo onde há 24 quadrículas, se contava em cada pontos cardeais quantas quadrículas apresentava sombreamento, ou seja, quais tinham cobertura do solo pela copa das plantas naquele ponto. Esse procedimento foi realizado em todas as quatro vezes que era jogado o quadrado e em todas as parcelas do TA, TC e T. Também pelo quadrado, por mensuração visual, dentro dos limites das parcelas, seguindo porcentagens de cobertura do solo por gramíneas situadas entre 0% a 100%, esse dado era obtido pela média de cada quadrado amostral.

TABELA 2. Exemplo da tabela utilizada em campo para a coleta dos dados de cobertura do solo e luz no solo realizado no monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

		Cobertura do solo	Luz no Solo
Tratamento	Parcela	Cobertura gramínea (0%, 25%, 50%,75%,100%)	N, S, L, O (n° quadrículas no <i>canopy densiometer</i> )

Vale ressaltar que o diâmetro da copa e dados de cobertura do solo só ocorreu nos meses de julho de 2013, janeiro e julho de 2014.

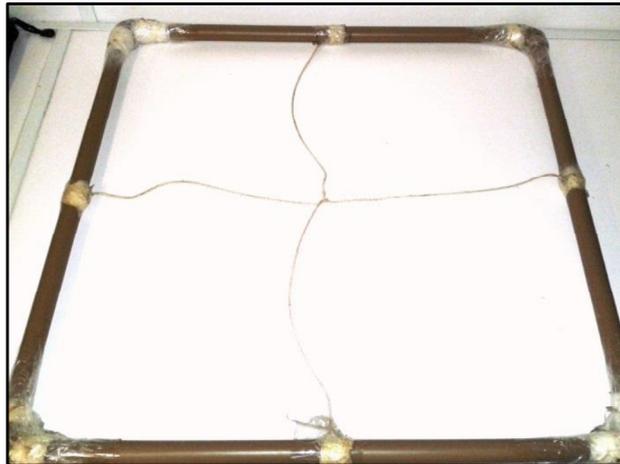


FIGURA 6. Material usado para coleta de dados de porcentagem de gramíneas durante o período de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).

### 2.3 Análise dos dados

As espécies foram identificadas em campo, sempre que possível, com ajuda de manuais de identificação. Quando necessário, foram realizadas coletas de material vegetal para posterior identificação em laboratório ou consulta a especialistas.

As espécies foram identificadas em grupos ecológicos como pioneiras e não pioneiras segundo a Resolução SMA-SP 08, de 31 de janeiro de 2008 (SÃO PAULO, 2008), e Gandolfi (1995), onde as espécies pioneiras e secundárias iniciais ficaram identificadas como pioneiras e as secundárias tardias e clímax como não pioneiras.

A análise do crescimento em altura, diâmetro do colo e da copa para todos os indivíduos de todas as espécies foram realizadas considerando-se as médias de crescimento amostradas no monitoramento. Foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos parâmetros HT, DAC e DCO para os tratamentos adensado e convencional e as médias destes quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, através do programa BioEstat 5.0® e para realização dos gráficos foi usado o programa estatístico Minitab17®.

Também foi realizada análise de correlação de Pearson para os parâmetros HT, DAC, DCO através do programa estatístico BioEstat 5.0®, considerando a nível 1% de significância.

Os dados de cobertura do solo que compreende a percentagem de gramíneas e de sombreamento foram comparados entre os tratamentos adensado, convencional e testemunho, e estes também comparados com os períodos de monitoramento. Foi realizada análise de variância (ANOVA) para comparar os resultados com os tratamentos adensado, convencional e testemunho, e as médias destes quando significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, através do programa estatístico BioEstat 5.0®.

A partir do número de indivíduos sobreviventes no primeiro monitoramento foi calculada a taxa de sobrevivência para cada tratamento para comparar a mortalidade dos indivíduos dos dois tratamentos. Foram considerados como mortos os indivíduos que apresentaram folhas e caule secos, sem qualquer indício de rebrotamento ou quando a muda não foi encontrada nas medições subsequentes a primeira medição (julho de 2013).

Para se obter os dados de sobrevivência foram considerados o número de indivíduos amostrados e o número de indivíduos esperado, considerando-se o espaçamento utilizado. Assim, no TA o número esperado foi de 180 indivíduos por 600 m<sup>2</sup>(1666 ind/ha), enquanto que no TC o número esperado foi de 90 indivíduos por 600 m<sup>2</sup>(3333 ind/ha). Também foi realizado o cálculo da densidade final a partir dos indivíduos sobreviventes no primeiro monitoramento (julho de 2013) até o último período de monitoramento (julho de 2014).

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. As mudas e espécies monitoradas

Dentre as 12 parcelas foram levantadas 220 indivíduos na primeira coleta do monitoramento (julho de 2013), identificadas em 25 famílias e 56 espécies (Tab. 3). Destas, 27 espécies foram identificadas como pioneiras e 29 espécies como não pioneiras.

TABELA 3. Relação das famílias e espécies das mudas monitoradas na área de restauração ecológica. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Caracterização Sucessional (Cs): P = Pioneira; NP = Não pioneira.

Família	Espécie	Nome popular	Cs
Apocynaceae	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	guatambu-peroba	NP
	<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg	casca-d'anta	NP
	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud. [ <i>Peschierafuchsifolia</i> (A. DC.) Miers]	leiteira	P
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	erva-mate	NP

Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	ipê-roxo-de-bola	NP
	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	caroba-miúda	P
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	café-de-bugre	NP
Chrysobalanaceae	<i>Couepia uiti</i> (Mart. &Zucc.) Benth. exHook.f.		NP
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	capixingui	P
	<i>Croton urucurana</i> Baill.	sangra d'agua	P
Fabaceae (Leguminosae)	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	NP
Subfamília Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne) Y. T. Lee &Langenh. [ <i>Hymenaeastilbocarpa</i> Hayne]	jatobá	NP
	<i>Senna multijugaa</i> (Rich.) H. S. Irwin &Barneby	pau-cigarra	P
Fabaceae (Leguminosae)	<i>Bauhinia forficata</i> Link	pata de vaca	P
Subfamília Cercideae	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud.	pata-de-vaca-sem-espinho	p
	<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemín exBenth.	araribá	NP
Fabaceae (Leguminosae)	<i>Dahlstedtia pinnata</i> (Benth.) Malme	embira	NP
Subfamília Faboideae	<i>Erythrina speciosa</i> Andr.	mulungu	P
	<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel.	pau-sangue	NP
	<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel.*	aldrago	NP
	<i>Acacia polyphylla</i> DC.*	espinho-de-maricá	P
Fabaceae (Leguminosae)	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong [Enterolobiumtimbouva Mart.]	orelha-de-negro	P
Subfamília Mimosoideae	<i>Inga marginata</i> Willd. *	ingá-feijão	NP
	<i>Ingá-vera</i> Willd. [IngaauruguensisHook. &Arn.] *	ingá-comum	P
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.*	tamanqueiro	P
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.)Mart.*	salta-martim	NP
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.*	dedaleiro	NP
	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	escova-de-macaco	P
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.*	mutambo	P
	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	algodoeiro	P
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	açoita-cavalo	P
	<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.*	açoita-cavalo	P
Melastomataceae	<i>Miconia chamissois</i> Naudin*	jacatirão-do-brejo	P
	<i>Tibouchina mutabilis</i> (Vell.) Cogn. *	manacá-da-serra	P
Meliaceae	<i>Cedrella fissilis</i> Vell.*	cedro-rosa	NP
Monimiaceae	<i>Mollinedia elegans</i>		NP
Myrsinaceae	<i>Myrsine</i> sp.		NP
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	gabirola	NP
Myrtaceae	<i>Eugenia florida</i> DC.	pitanga-preta	NP
	<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	grumixama	NP
	<i>Psidium myrtoides</i> O. Berg.*	araçá-roxo	NP
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins [Colubrina rufa (Vell.) Reissek]	saguaragi-vermelho	NP
	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	saguaragi-amarelo	NP
	<i>Genipa americana</i> L. *	jenipapo	NP
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> Mart.	laranja-de-macaco	NP
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.*	erva-de-rato	NP
Salicaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briquet	espeteiro	P
	<i>Acnistus arborescens</i> (L.) Schltdl.*	fruto-de-sabiá	P
Solanaceae	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Sun.	gravitinga	P
	<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	tripoquina	P
	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St.-Hil.	lobeira	P
Urticaceae	<i>Boehmeria caudata</i> Sw.*	urtiga-mansa	P
	<i>Cecropiapa chystachya</i> Trec.	embaúba	P

Verbenaceae	<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.*	pau-viola	NP
	<i>Cytharexylum solanaceum</i> Cham.	pau-viola-gráudo	P
	<i>Vitex polygama</i> Cham.	tarumã	NP

\* Espécies que apresentaram 100 % de sobrevivência durante o período de estudo.

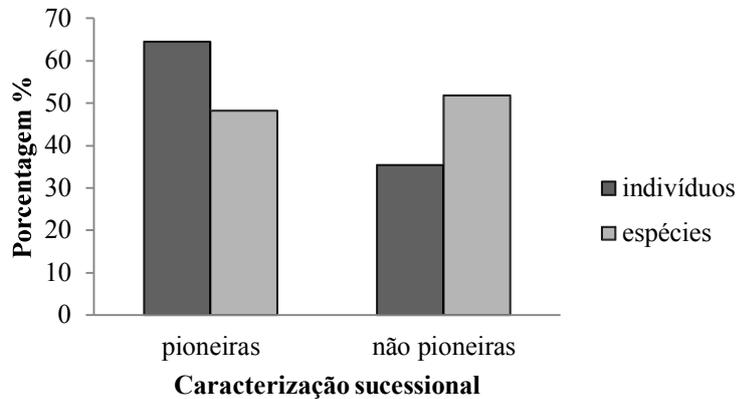


FIGURA 7. Percentagem de espécies e indivíduos amostrados segundo sua caracterização sucessional. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

No plantio analisado (Figura 7) observa-se que 48,20% das espécies foram identificadas como pioneiras e 51,80% como não pioneiras. De acordo com Rodrigues et al. (2010), num modelo sucessional, as pioneiras são a chave que desencadeia as condições adequadas para o desenvolvimento das espécies não pioneiras. Durigan (2010) também complementa que a alta proporção de pioneiras acelera o processo de fechamento das copas e, portanto, reduz os custos de manutenção. No presente estudo embora o número de espécies não pioneiras tenha sido maior que de pioneiras, para o número de indivíduos a relação foi inversa (Fig. 7). Em outros projetos de restauração também houve maior proporção de indivíduos pioneiros (BARBOSA, 2007; PREISKORN, 2011; NAVES, 2013 e FRAGOSO, 2015).

A Resolução SMA-SP 08, de 31 de janeiro de 2008 (SÃO PAULO, 2008) determina que as espécies plantadas pertençam aos dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não pioneiras (secundárias tardias e climácicas), e que a proporção de espécies de cada um dos grupos deve ser no mínimo 40%. Dessa forma, nesse estudo obtivemos os valores acima desse mínimo, estando de acordo com as recomendações legais para o Estado de São Paulo.

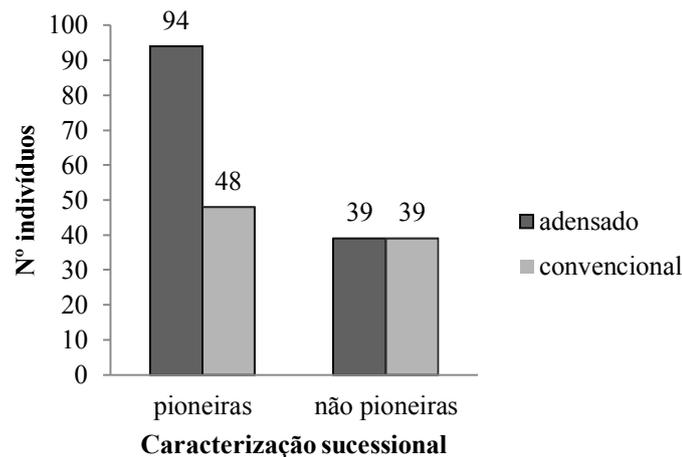


FIGURA 8. Números de indivíduos encontrados em cada tratamento segundo sua caracterização sucessional. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

Foi observado também que no TA houve maior número de indivíduos de espécies pioneiras do que no TC (Fig. 8), enquanto que as não pioneiras nos dois tratamentos obtiveram igual número de indivíduos. O fato de ocorrer mais indivíduos de espécies pioneiras no adensado ocorre porque o adensamento com mudas de espécies pioneiras e/ou secundárias iniciais deve ser usado para um rápido sombreamento e proteção do solo (ATTANASIO et al., 2006).

### 3.2. Análise do crescimento das espécies

#### 3.2.2 Crescimento em altura

O crescimento em altura do tratamento adensado foi significativamente maior em comparação ao convencional ( $p=0,000$ ;  $F= 28,00$ ) (Tab. 4). Isso pode estar relacionado ao fato do tratamento adensado apresentar maior número de indivíduos de espécies pioneiras, pois estas apresentam uma velocidade de crescimento maior do que as espécies não pioneiras, ou seja, as espécies pioneiras apresentam características de estágio inicial de sucessão como crescimento rápido e ciclo de vida curto (BUDOWSKY, 1965). As pioneiras crescem mais nessa fase porque colonizam ambientes onde há muita luz, como clareiras, bordas de fragmentos, locais abertos e áreas degradadas, já que são intolerantes à sombra (ALMEIDA, 2000; VALCARCEL; SILVA, 1997). Ao contrário, as espécies não pioneiras possuem crescimento lento, intolerância a luz e grande porte (LEITÃO-FILHO, 1993). Silva et al.

(2012) realizaram um estudo com restauração em Áreas de Preservação Permanente no sul do Estado do Espírito Santo, SP e analisando os parâmetros de altura e cobertura dos indivíduos obtiveram que as pioneiras foram responsáveis por proporcionar um crescimento mais rápido na área.

As espécies pioneiras que apresentaram os maiores valores de crescimento em altura neste estudo (diferença da altura final – altura inicial) foram *Croton floribundus* (187,7cm/ano), *Cytherexylum solanaceum* (167,0 cm/ano), *Casearia gossypiosperma* (162,3 cm/ano) e *Croton urucurana* (148,8 cm/ano). Dentre as espécies não pioneiras as que apresentaram os maiores valores de altura foram *Colubrina glandulosa* (150,5 cm/ano), *Lafoensia pacari* (125,5 cm/ano), *Inga marginata* (124,5 cm/ano) e *Myrsine guianensis* (110,6 cm/ano).

O crescimento médio em altura para todas as espécies indicou o estabelecimento desses indivíduos na área ocorre com incremento constante (Fig. 9), pois no período de monitoramento, o crescimento médio foi em torno de 1 m em altura. No estudo realizado por Silva et al. (2012) no município de Alegre-ES, em região de Mata Atlântica, foram encontradas médias de crescimento em altura de 48,5 cm no mês de outubro, 61,2 cm no mês de janeiro e 174,2 cm no mês de abril, ou seja, crescimento médio em altura de 94,6 cm no período de seis meses. Comparando-se os resultados aqui obtidos (crescimento médio de 100 cm/ano) os resultados não foram similares. No entanto, esse crescimento para um período de doze meses de monitoramento é satisfatório, pois quanto mais rápido as espécies pioneiras recobrirem e sombrearem a área, mais acelerada será a dinâmica de sucessão florestal.

Melo (2004) também encontrou em plantios de um ano e de três anos de idade que as espécies *Croton urucurana* e *Croton floribundus* foram que apresentaram maior crescimento em altura.

Quanto ao TA, este apresentou maior crescimento em altura em relação ao TC em todos os períodos avaliados (Fig. 10). Leles et al. (2011), em estudo que analisou a influência do espaçamento de plantio no crescimento de espécies pioneiras e não pioneiras registrou que em espaçamentos maiores onde há mais entrada de luz, houve maior crescimento em altura, principalmente para espécies pioneiras. Estes dados discordam do presente estudo. Os resultados obtidos indicam que o TA deve estar proporcionando melhores condições, provavelmente de sombreamento parcial, o que pode ter determinado o maior crescimento em altura das mudas pioneiras e não pioneiras.

Macedo et al. (2005) ao estudar o desenvolvimento inicial de uma espécie pioneira em diferentes espaçamentos no município de Paracatu- MG até os 36 meses, também observou

que os valores de altura apresentou-se de forma inversamente proporcional ao aumento do espaçamento de plantio, ou seja, quanto maior espaçamento valores menores de altura.

Considerando o período analisado (julho de 2013 a julho de 2014), é fato que o TA promoveu maior crescimento em altura (Fig.10).

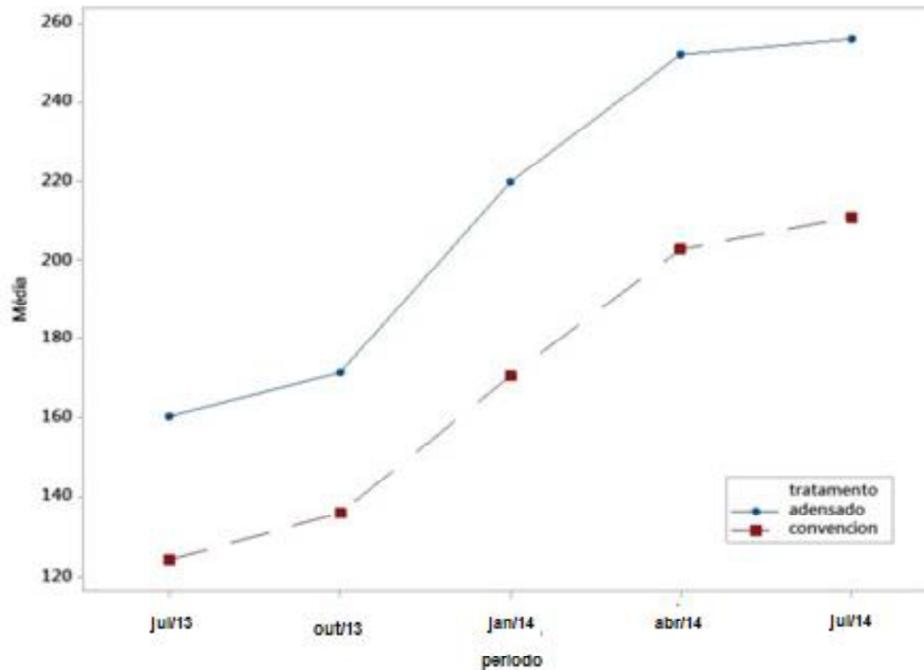


FIGURA 9. Valores de altura média dos indivíduos em cada período de coleta de dados em cada tratamento, considerando seis repetições para cada tratamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

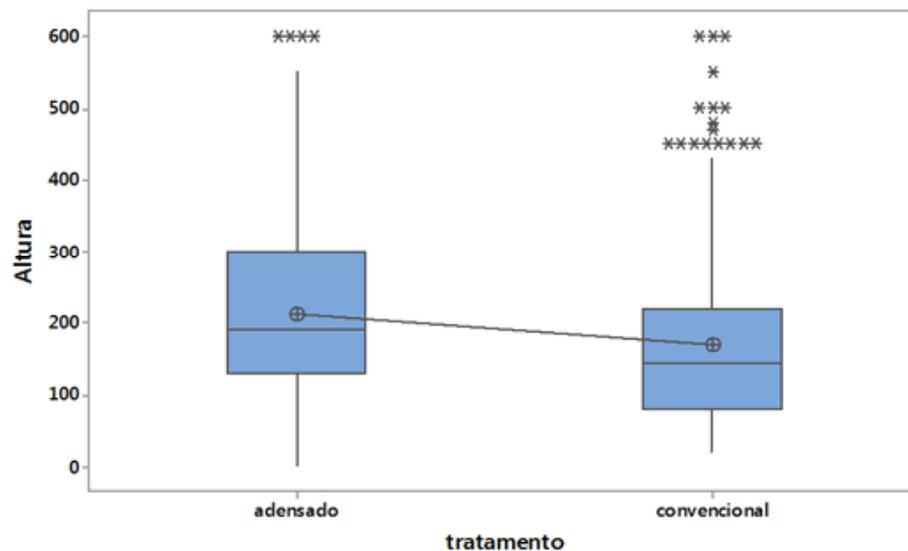


FIGURA 10. Comparação entre os tratamentos para o parâmetro altura nos doze meses avaliados e a média dos valores e o desvio padrão em torno da mesma. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

TABELA 4. Análise de variância, para o parâmetro altura, nos tratamentos convencional e adensado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

Tratamento	N	Média
Adensado	520	211.8 a
Convencional	350	168.8 b

\*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.2.3 Crescimento em diâmetro do colo

O crescimento em diâmetro do colo foi significativamente maior no tratamento adensado em comparação ao convencional ( $p=0,000$ ;  $F= 30,87$ ) (Tab. 5). Dentre as espécies pioneiras, as que apresentaram maior crescimento (diferença do DAC final – DAC inicial) em diâmetro do colo foram *Acnistus arborescens* (6,9 cm/ano), *Croton urucurana* (5,1 cm/ano), *Apeiba tibourbou* (5,0 cm/ano) e *Croton floribundus* (4,3 cm/ano) e dentre as não pioneiras foram *Inga marginata* (2,6 cm/ano), *Campomanesia xanthocarpa* (2,2 cm/ano), *Colubrina glandulosa* (2,1 cm/ano) e *Lafoensia pacari* (1,8 cm/ano). Neste estudo constatou-se que o maior crescimento em diâmetro do colo ocorreu nas espécies pioneiras, a qual segundo Budowski (1965) e Gandolfi et al. (1995) confirmam que isso ocorre nas pioneiras em idades mais jovens do que nas espécies não pioneiras.

Segundo Sette Junior et al. (2010) a avaliação do diâmetro é importante para que se possa entender o comportamento das plantas aos estímulos e variações climáticas, como a temperatura e a precipitação na região. Oliveira (2013) também diz que o incremento em diâmetro pode ser influenciado pela genética das espécies e pelas condições ambientais.

A Figura 11 mostra o crescimento médio em diâmetro do colo, relacionando todas as espécies e os tratamentos. Isso demonstra que o crescimento médio foi maior também no tratamento adensado. No gráfico (Figura 12) também se pode notar que o TA apresentou maior crescimento em diâmetro em relação ao TC. Essa diferença entre os tratamentos foi significativa (Tabela 5), pois considerando todo o período analisado (julho de 2013 a julho de 2014), fica evidente que houve maior crescimento em diâmetro do colo no plantio adensado.

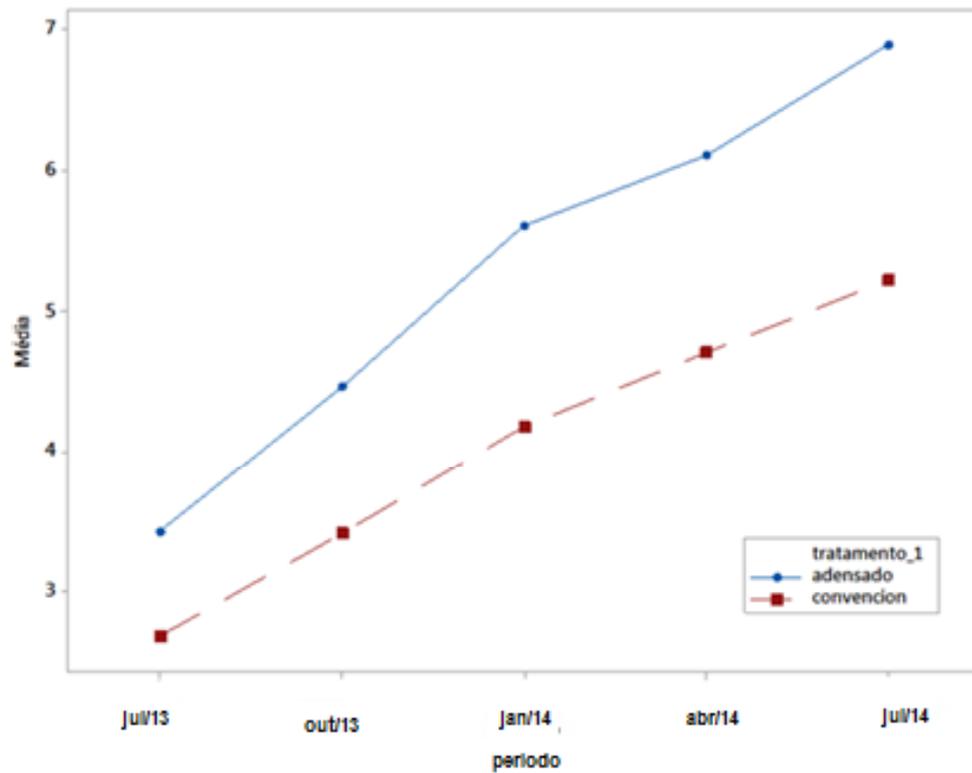


FIGURA 11. Crescimento médio do diâmetro do colo dos indivíduos em cada período de coleta de dados em cada tratamento. Média de seis repetições de cada tratamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

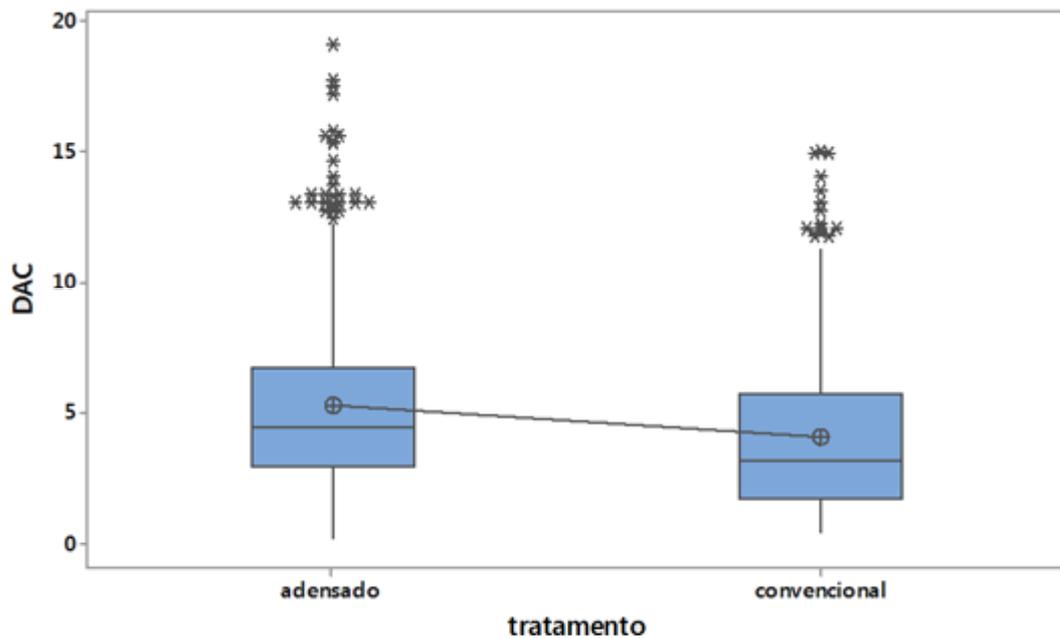


FIGURA 12. Comparação entre os tratamentos adensado e convencional para o parâmetro diâmetro do colo nos doze meses avaliados. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

TABELA 5. Análise de variância para o parâmetro diâmetro do colo, nos tratamentos convencional e adensado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

Tratamento	N	Média
Adensado	520	5.2a
Convencional	350	4.0 b

\*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3.2.4 Crescimento em diâmetro da copa

O crescimento em diâmetro da copa foi significativamente maior no tratamento adensado em comparação ao convencional ( $p=0,006$ ;  $F= 7,52$ ) (Tab. 6). Dentre as espécies pioneiras, as que apresentaram maior crescimento (diâmetro da copa final – diâmetro da copa inicial) em diâmetro da copa foram *Croton urucurana* (104,8 cm/ano), *Croton floribundus* (101,2 cm/ano), *Cytharexylum solanaceum* (93,0 cm/ano) e *Acacia polyphylla* (90,5 cm/ano) e dentre as não pioneiras: *Colubrina glandulosa* (117,7 cm/ano), *Inga marginata* (64,4 cm/ano), *Lafoensia pacari* (64,2 cm/ano) e *Rhamnidium elaeocarpum* (49,0 cm/ano).

A Figura 13 mostra o crescimento médio em diâmetro da copa, considerando todas as espécies, foi maior no tratamento adensado, demonstrando que no período de um ano de monitoramento, o crescimento médio foi em torno de 38,9 cm em diâmetro da copa. No gráfico (Figura 14) também se pode notar que o TA apresentou maior crescimento em diâmetro da copa em relação ao TC.

Considerando todo o período analisado (julho de 2013 a julho de 2014), fica evidente que o TA também apresentou maior crescimento de copa. Na tabela 6 pode-se notar que houve diferença significativa nas médias dos tratamentos.

De acordo com Brancalion et al., (2009), as espécies pioneiras permitem que a área apresente fisionomia florestal em pouco tempo, com fechamento do dossel e consequente sombreamento do sob-bosque, dificultando a competição com as gramíneas. A utilização de espécies pioneiras também é eficiente para acelerar o processo de restauração, pois em cerca de um a três anos após o plantio é esperado que o domínio das espécies arbóreas reduza a competição com espécies invasoras, por meio do sombreamento (SUGANUMA et al., 2008). Contudo, Mônico (2012) afirma que quando as pioneiras estão mal distribuídas na área e

apresenta alta densidade pode comprometer a sucessão, pois essas espécies apresentam ciclo de vida curto.

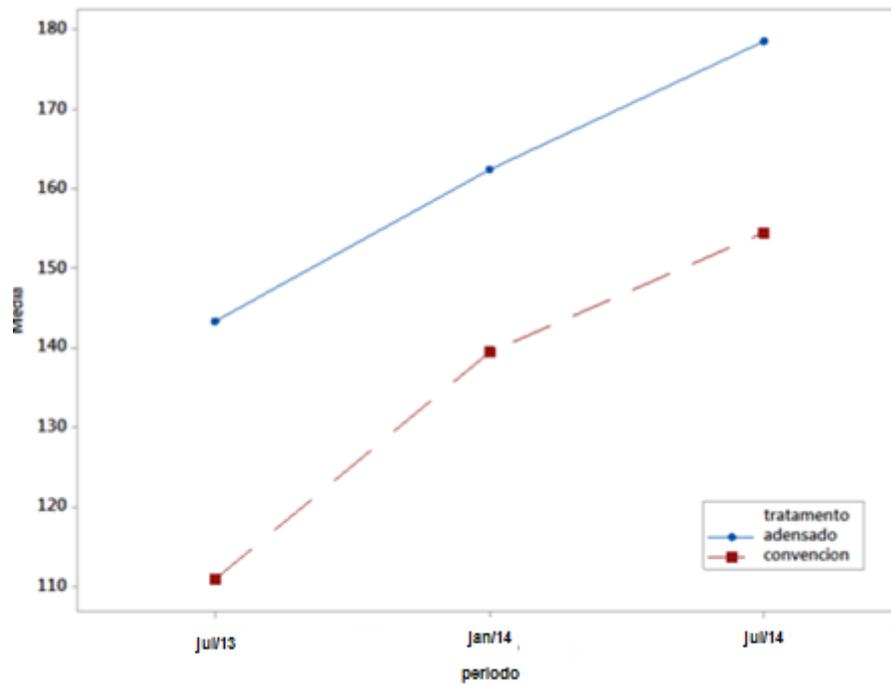


FIGURA 13. Crescimento médio do diâmetro da copa dos indivíduos em cada período de coleta de dados em cada tratamento, considerando seis repetições para cada tratamento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

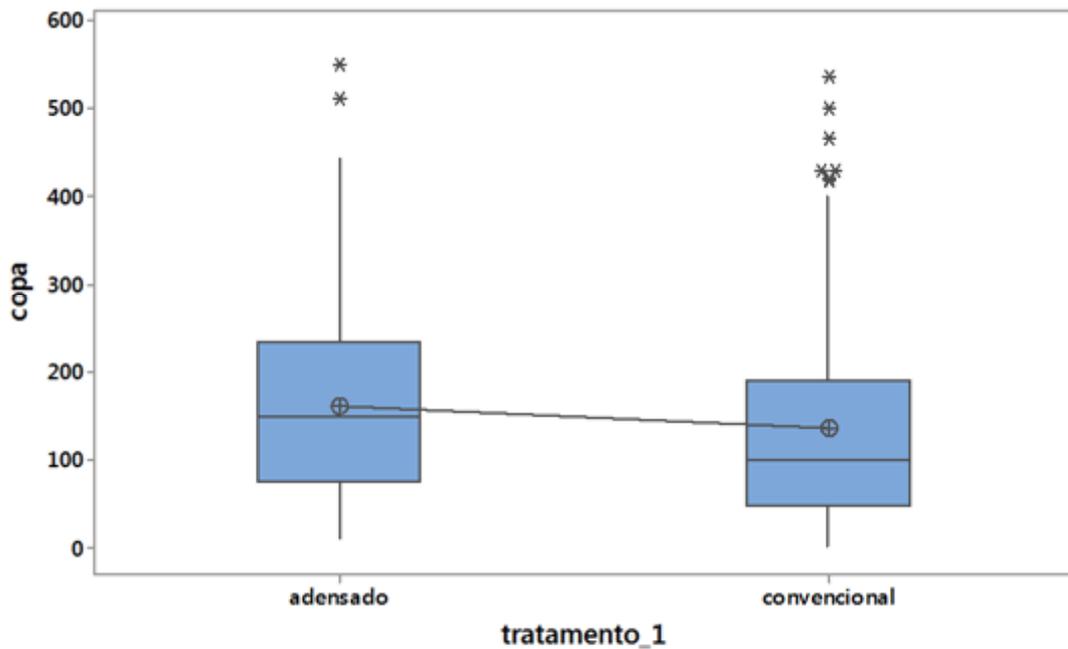


FIGURA 14. Comparação entre as médias e desvios padrões, entre os tratamentos convencional e adensado, para o parâmetro diâmetro da copa. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

TABELA 6. Análise de variância para o parâmetro diâmetro da copa, nos tratamentos convencional e adensado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

Tratamento	N	Média
Adensado	520	161.4a
Convencional	350	134.9 b

\*Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação a todos esses parâmetros apresentados acima (HT, DAC e DCO), e considerando todos os indivíduos avaliados, no teste de correlação de Pearson foi obtido que há uma forte relação do parâmetro HT e DCO ( $r= 0.805$ ), seguidos de HT e DAC ( $r= 0.765$ ), sendo que todos eles mostraram resultados significativos nessa correlação (Fig. 15).

Diante desse resultado, pode-se dizer que para HT e DCO, e HT e DAC, houve crescimento diretamente proporcionais, ou seja, um aumento da HT significa aumento também de DAC e DCO.

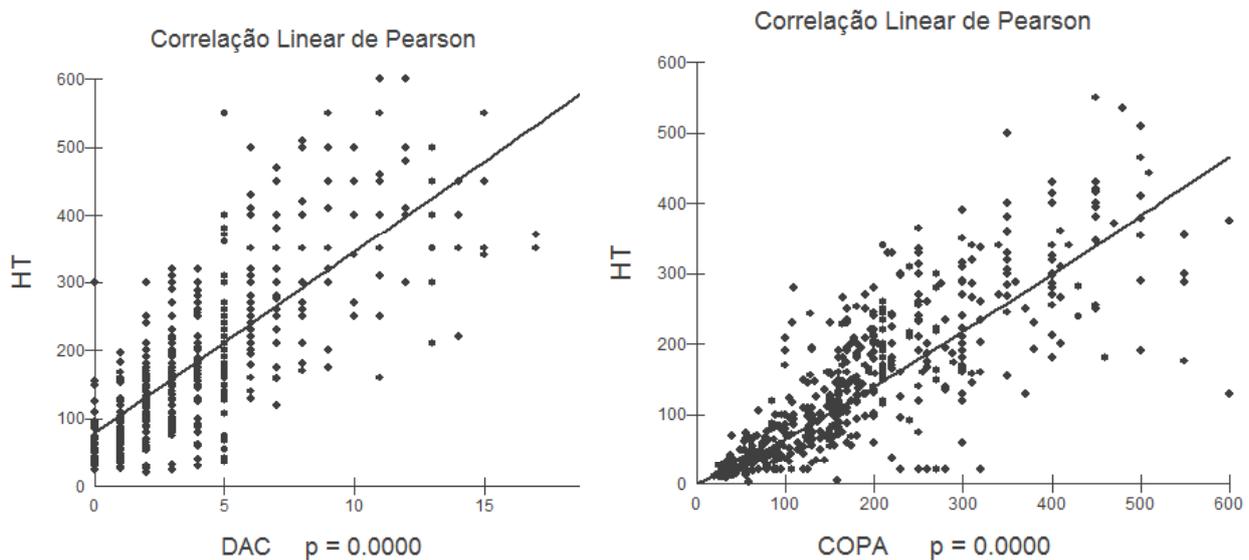


FIGURA 15. Análise dos resultados do teste de correlação linear de Pearson para os parâmetros HT, DAC e DCO.

### 3.3. Espécies com maiores valores de crescimento em altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa.

As espécies pioneiras *Croton floribundus* e *Croton urucurana* e as espécies não pioneiras *Colubrina glandulosa*, *Lafoensia pacari* e *Inga marginata* apresentaram os maiores valores de crescimento considerando-se os três parâmetros analisados, ou seja, altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa.

*Croton floribundus*, popularmente chamada de capixingui é uma espécie pioneira, heliófila, de crescimento muito rápido e ciclo de vida curto, muito abundante em formações secundárias, repovoando clareiras e proliferando em bordas de mata, sendo uma espécie muito empregada em reflorestamentos mistos em áreas degradadas, com sombreamento de espécies de estágios mais avançados de sucessão (DURIGAN et al., 2002). Além disso, Max et al. (2004), analisaram o crescimento de seis espécies nativas, dentre elas, o capixingui, e verificaram que os diferentes espaçamentos não interferiram no seu crescimento, ou seja, a espécie se desenvolveu bem em qualquer tratamento.

A espécie *Croton urucurana*, popularmente chamada de sangra d'água, é pioneira de pequeno a médio porte, heliófila, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, abundante em diversas formações florestais brasileiras, tolera encharcamento e inundações, sendo adaptada a terrenos muito úmidos, mas ocorre também em clareiras e bordas de mata em terrenos secos de encosta, sendo resistente a geadas fracas (LORENZI, 2008; DURIGAN et al., 2004). Ferreira et al. (2008) em um estudo realizado em área de preservação permanente, próximo a um córrego no município de Garça – SP, obtiveram que dentre todas as espécies estudadas, *Croton urucurana* foi a espécie que apresentou maior crescimento em altura e diâmetro.

*Colubrina glandulosa* é uma planta da família Rhamnaceae, vulgarmente conhecida como saguaraji (CARVALHO, 1994). Planta heliófita e seletiva higrófila, comum na mata pluvial da encosta atlântica, é rara na floresta primária, preferindo matas mais abertas, principalmente secundárias (capoeirões), situadas em solos úmidos e pedregosos e planícies quaternárias (LORENZI, 1998). Sobre esta espécie Reitz et al. (1978) comentaram ser uma das poucas espécies nativas com possibilidades de reflorestamento homogêneo, ou associado a outras espécies pioneiras como o *Tibouchina mutabilis* (jacatirão) e a *Hieronyma alchorneoides* (licurana), que desempenham ecologicamente o mesmo papel nas matas secundárias. Oliveira (2008) em seu estudo concluiu que o plantio de *Colubrina glandulosa* é indicado para a recuperação e enriquecimento de áreas de vegetação secundária e capoeirões,

apresentando melhor desenvolvimento em áreas de menor intensidade luminosa, porém não se desenvolvendo em locais de dossel muito fechado.

*Lafoensia pacari* é uma espécie de porte arbóreo, pertencente à família Lythraceae, conhecida popularmente como dedaleiro, e encontra-se presente principalmente em florestas de altitude, no cerrado, mas também pode ser observada em Floresta Ombrófila Densa no sudeste do estado de São Paulo (CARVALHO, 1994; LORENZI, 2002).

*Inga marginata* é uma espécie de sub-bosque, tolerante à sombra, mais conhecida como ingá-feijão, pertencente à família Fabaceae. É heliófila e seletiva higrófila podendo atingir 15 m de altura e é característica da vegetação secundária, de Floresta Ombrófila Densa (LORENZI, 2002; BURKART, 1979). Ferreira (2007) avaliando o crescimento do estrato arbóreo de uma área degradada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG, obteve que a espécie *Inga marginata*, espécie não pioneira, aumentou em altura e diâmetro no período analisado devido ao sombreamento proporcionado por espécies pioneiras.

### **3.4. Porcentagem de gramíneas e de sombreamento**

Para sombreamento por espécies lenhosas, não houve diferença significativa entre o tratamento adensado e o convencional em nenhum período, porém ambos os tratamentos comparado com o testemunho houve diferença significativa no último período de monitoramento (Tab. 7, Fig. 17,18, 19). Quanto ao fato de ocorrer diferença significativa somente no último período de monitoramento, pode ser que nesse período as mudas já estivessem com uma copa maior proporcionando maior sombreamento e sendo dessa forma significativo. Porém, analisando estatisticamente, não se pode afirmar o melhor tratamento, já que adensado e convencional apresentaram a mesma proporção de sombreamento (Fig.17, 18). A caracterização da cobertura vegetal ajuda, principalmente, a identificar espécies invasoras que podem competir com as espécies nativas (CURY; CARVALHO, 2011). Segundo Guilherme (2000), o rápido desenvolvimento da cobertura da copa é importante nos processos de restauração, pois com a diminuição da luminosidade incidente no solo faz com que tenha um controle da mato-competição.

Através da análise estatística, foi observado que para as gramíneas, houve diferença significativa entre o tratamento adensado e o testemunho e entre o tratamento convencional e o testemunho no último período de monitoramento, porém entre adensado e convencional não foi significativo em nenhum período analisado (Tab. 7). Dessa forma, os tratamentos

adensado e convencional, por apresentarem mudas que proporcionaram sombra, controlam melhor as gramíneas em comparação ao testemunho (regeneração natural). Esse resultado também realça que para a condição estudada (pasto) a restauração ativa é mais eficaz que a restauração passiva. Melo (2004) também encontrou resultado parecido em seu estudo, quando obteve que o abandono de áreas à regeneração é menos adequado do que os plantios, tendo apenas a vantagem no custo reduzido.

No TA, como as mudas estão mais próximas, o sombreamento é favorecido, sendo assim esperava-se que a porcentagem de gramíneas fosse menor nesse tratamento em comparação ao TC, porém o resultado foi diferente, ou seja, a proporção de gramíneas foi praticamente igual nos dois tratamentos (Tab. 7).

Segundo Brancalion et al. (2012), a avaliação da cobertura do solo por gramíneas invasoras permite uma boa indicação sobre as necessidades de intervenção nas áreas de plantio a respeito das práticas de controle e manutenção de plantas daninhas. Alguns autores indicam que é necessário o controle da população de gramíneas combinando os métodos de controle químico (herbicidas) e mecânico antes e após os plantios, principalmente logo após a germinação das sementes das gramíneas, no início da estação das chuvas (CURY; CARVALHO, 2011). Os mesmos autores enfatizam que outra maneira possível de se controlar gramíneas em situações específicas (ex. áreas encharcadas, áreas onde não é possível a mecanização) seria a roçada manual seletiva que tem a vantagem de apresentar um custo menor em comparação às outras técnicas.

A Resolução SMA N° 32 DE 03/04/2014 (SÃO PAULO, 2014) estabelece alguns valores de referência para monitoramento dos projetos de restauração ecológica, dentre vários, há a cobertura do solo com vegetação nativa. Relacionando o tempo de restauração da área deste estudo (dois anos e meio) com a cobertura do solo, houve no tratamento adensado o valor de 40% de sombreamento no final do período analisado (Fig.17), a qual está dentro do valor mínimo proposto pela resolução (15 a 80%). No tratamento convencional o valor de sombreamento foi de aproximadamente 58% (Fig. 18), também inserido dentro do valor mínimo proposto pela resolução, enquanto que o testemunho apresentou valor de 16,74 % (Fig. 20), sendo um valor pouco acima do considerado crítico pela resolução (0 a 15%). Segundo a resolução, esses valores mínimos estão dentro da margem de tolerância do prazo determinado, que é até três anos de plantio, no entanto, por serem valores muito baixos indica que devem ser tomadas ações corretivas.

TABELA 7. Anova realizada para os parâmetros gramíneas e sombreamento, comparando os tratamentos adensado, convencional e testemunho e também comparando-os em cada período monitorado. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

Sombreamento	Período		
	jul/13	jan/14	jul/14
Adensado vs Convencional	ns	ns	ns
Adensado vs Testemunho	ns	ns	< 0.05
Convencional vs Testemunho	ns	ns	< 0.05
Gramíneas	jul/13	jan/14	jul/14
Adensado vs Convencional	ns	ns	ns
Adensado vs Testemunho	ns	ns	< 0.05
Convencional vs Testemunho	ns	ns	< 0.05

\*Comparação quando a média foi significativa pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Cheung et al. (2009) relataram que práticas como a remoção de espécies gramíneas exóticas ou o controle de gramíneas nativas podem ser necessárias para acelerar a recuperação de pastagens no domínio da Floresta Ombrófila Densa. O autor observou em seu estudo que entre todas as espécies exóticas analisadas, a espécie *Brachiarias sp* (braquiária) foi a mais representativa (abundância e biomassa), o que indica uma potencial interferência desta gramínea na regeneração e restauração de pastagens. Essa mesma espécie, juntamente com outra espécie, *Pennisetum purpureum Schum* (capim-elefante), também foi observada em abundância na área desse estudo (Figura 16).



FIGURA 16. Área de restauração na Fazenda São José, Sete Barras, SP, com presença de gramíneas exóticas: (a) *Urochloa decumbens* (braquiária) 22 meses após o plantio e (b) *Pennisetum purpureum Schum* (capim-elefante) 26 meses após o plantio. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil. Fonte: (Arquivos do projeto “Recuperação experimental de áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa, na Fazenda São José, Sete Barras/SP, Coord. Eliana Cardoso-Leite).

Uma importante característica dessa colonização por gramíneas está associada a capacidade de algumas espécies formarem bancos de sementes no solo, permitindo a ocupação com grande rapidez (MACMAHON, 1981). Cheung et al. (2009) enfatiza que o hábito alastrante de muitas gramíneas favorece uma propagação lateral e rápida ocupação do espaço. Segundo Vieira e Pessoa (2001), as gramíneas forrageiras apresentam características que favorecem seu rápido crescimento em áreas abertas, tais como a tolerância a solos com poucos nutrientes.

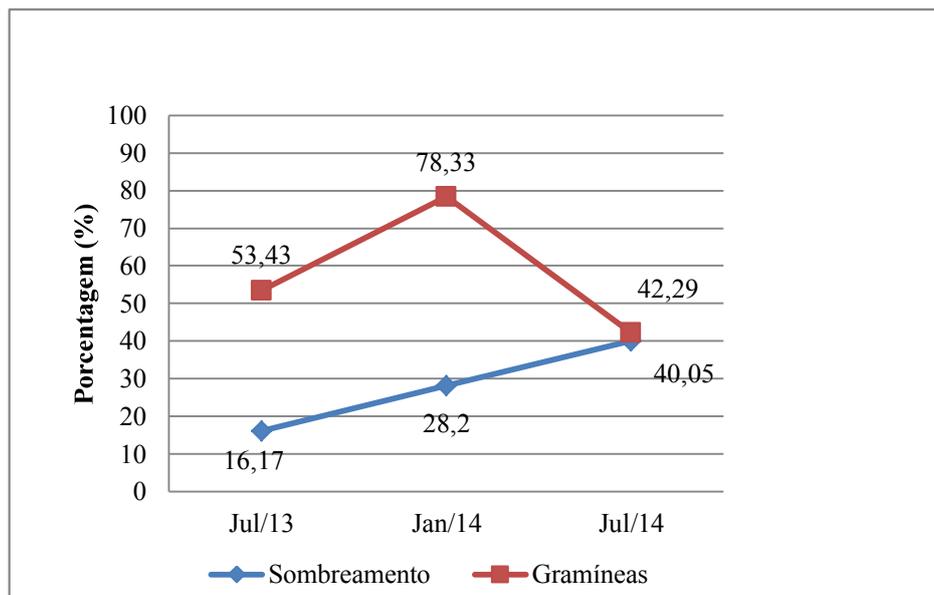


FIGURA 17. Porcentagem média de sombreamento do solo e cobertura do solo por gramíneas dentro do tratamento adensado, ao longo do tempo de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

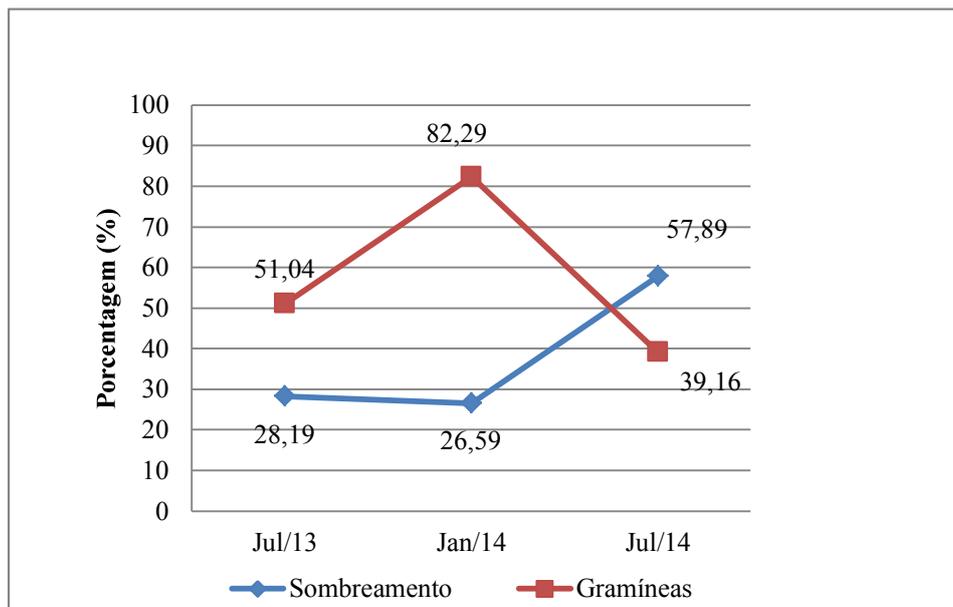


FIGURA 18. Porcentagem média de sombreamento do solo e cobertura do solo por gramíneas dentro do tratamento convencional, ao longo do tempo de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

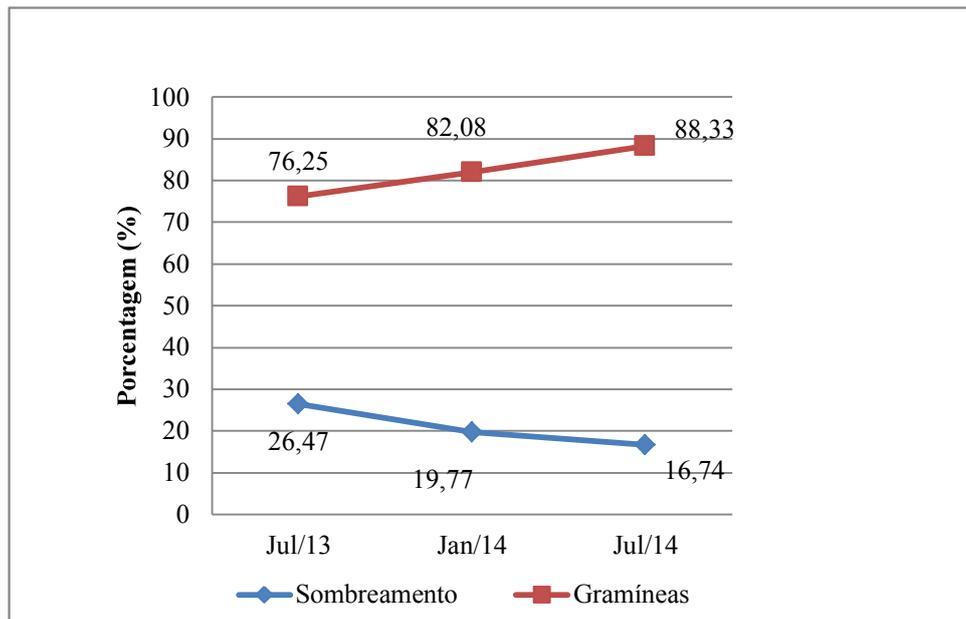


FIGURA 19. Porcentagem média de sombreamento do solo e cobertura do solo por gramíneas dentro do tratamento testemunho, ao longo do tempo de monitoramento. Fazenda São José, Sete Barras, SP, Brasil.

### 3.5. Sobrevivência das mudas plantadas

Das 56 espécies plantadas foi observada a sobrevivência de 53 espécies. As três espécies provenientes das mudas plantadas no primeiro monitoramento e obtiveram mortalidade de todos os seus indivíduos foram: *Bauhinia longifolia* (1), *Heliocarpus popayanensis* (1) e *Eugenia florida* (2). Das 53 espécies que permaneceram (até o final do monitoramento) 18 obtiveram 100% de sobrevivência (Tab.3).

Considerando o N inicial (primeiro monitoramento) dos 220 indivíduos (133 no tratamento adensado e 87 no tratamento convencional), a porcentagem de sobrevivência foi de 85,2% no tratamento adensado e 84,8% no convencional, ou seja, a mortalidade ficou em torno de 15% para ambos os tratamentos. Segundo o referencial teórico “Pacto pela restauração da mata atlântica”, um percentual de mortalidade acima de 10% demanda “ações de imediata correção” (RODRIGUES et al., 2009), porém Piña-Rodrigues et al.(1997), afirmam que até 20% de mortalidade pode ser consideradas aceitáveis em projetos de restauração de áreas degradadas.

No entanto, considerando o espaçamento utilizado no plantio, o N esperado era de 180 indivíduos no adensado, e 90 indivíduos no convencional. Analisando os resultados (Tab. 8) pode-se perceber que para o tratamento convencional no início do monitoramento o N inicial

foi muito próximo ao esperado, ou seja, de 90 indivíduos (esperado) amostrou-se 87, sendo assim, entre o período do plantio (2012) e o início do monitoramento (julho de 2013) morreram apenas 3 indivíduos. Porém no tratamento adensado, houve uma grande mortalidade de indivíduos entre o momento do plantio e o início do monitoramento, sendo assim o N inicial representou no início do monitoramento apenas 73,9% do N esperado (Tab.8).

Considerando-se o espaçamento utilizado o tratamento convencional deveria apresentar densidade de 1.666ind/ha, e o tratamento adensado deveria apresentar 3.333 ind/ha. Porém os resultados (Tab. 8) mostraram que no final do monitoramento obteve-se uma densidade de 1.233ind/ha no tratamento convencional, e de 1.866 ind/ha no tratamento adensado. Essa densidade no tratamento adensado é superior ao encontrado por Souza e Batista (2002) em área reflorestada com 5, 9 e 10 anos de idade (1.426 ind/ha; 1.661ind/ha; 1.528 ind/ha), estando relacionada principalmente com o espaçamento (2 x 2,3m; 2,0 x 2,0 m e 3 x 1,5 m respectivamente)e com a densidade do plantio, pois no plantio original a densidade tinha sido maior que 1.666 ind/ha. Ademais o tratamento convencional deste estudo apresentou densidade menor em comparação ao estudo de Souza e Batista. Mas vale ressaltar que no presente estudo, em ambos os tratamentos, foi feita reposição de mudas no período de janeiro de 2014, porém estas não foram computadas neste cálculo.

TABELA 8. Porcentagem de sobrevivência e densidade final das mudas plantadas nos tratamentos adensado e convencional. Fazenda São José, Sete Barras, SP.

	<b>N esperado</b>	<b>N inicial - % sobrev.</b>	<b>N final - % sobrev.</b>	<b>Densidade final</b>
<b>Plantio adensado</b>	180	133 (73,9 %)	112 (96,7)	1866 ind/ha
<b>Plantio convencional</b>	90	87 (85,2 %)	74 (84,8)	1233 ind/ha

A grande mortalidade para as espécies plantadas, antes do início do monitoramento, principalmente no TA, pode estar relacionado ao fato de que as mudas passaram por um período de adaptação às condições locais, já que na área de estudo a alocação de algumas parcelas desse tratamento ficaram sobre um solo mais úmido, sobrevivendo somente aquelas espécies adaptadas a estas condições, pois no início do plantio não foram consideradas diferenças de ambiente na área, não sendo escolhidas espécies que suportam encharcamento para plantio nestes locais específicos. Sendo assim, vários indivíduos morreram, pois muitas

das espécies plantadas não estavam adaptadas à condição de umidade excessiva no solo. Assis et al. (2013) também encontraram, em estudo sobre restauração em matas ciliares, a ocorrência de alta mortalidade para espécies pouco adaptadas ao ambiente em que são introduzidas.

A falta dos tratos culturais necessários, como roçagem e coroamento das plantas, também têm sido apontados como causador de mortalidade para algumas espécies plantadas em áreas degradadas e isso também pode ter favorecido a mortalidade na área, já que as mudas competiam com as braquiárias. Como houve apenas uma manutenção por ano (julho de 2013 e julho de 2014), isso deve ter afetado na sobrevivência das mudas. Esses resultados também foram encontrados em outros estudos (REZENDE, 2004; MUNDIM et al., 2006; SILVA, 2007; MOURA, 2008; FERREIRA, 2009). Segundo alguns autores (CURY; CARVALHO, 2011; PINTO et al., 2011; OLIVEIRA, 2013), a manutenção da área deve ser realizada constantemente, por pelo menos ao longo de três anos após o plantio, para evitar a ocorrência da mortalidade das mudas, porém fazer o controle frequentemente das gramíneas exóticas eleva mais o custo em restauração. Entretanto não se pode descartar outros fatores com o determinante para o desenvolvimento das mudas como Encinas et al.(2005) propõe eventos climáticos, topográficos, biológicos e competição com outras espécies vegetais.

Outro fator observado foi a maior mortalidade ter ocorrido no grupo de espécies pioneiras, e como este grupo também apresentou maior número de indivíduos no tratamento adensado (Fig. 8), isso pode ter influenciado a grande mortalidade neste tratamento. Segundo Souza (2000) a proporção de indivíduos de acordo com o grupo ecológico também tem influência diretamente na taxa de mortalidade.

#### **4. Conclusões**

Conclui-se que as mudas tiveram um crescimento considerável ao longo do período de estudo em altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa. Porém no tratamento adensado foram registrados valores maiores para todos esses parâmetros comparados ao tratamento convencional.

As espécies pioneiras *Croton floribundus*, *Croton urucurana*, *Acnistus arborescens*, *Luehea grandiflora* e *Senna multijuga* e as espécies não pioneiras *Colubrina glandulosa*, *Inga marginata* e *Lafoensia pacari* poderiam ser indicadas como mais adequadas às condições da área, pois estas espécies apresentaram um grande potencial de crescimento inicial na região,

reforçando a forte correlação entre os parâmetros avaliados e favorecendo a etapa inicial da restauração ecológica. Assim, os custos com manutenção e replantio ficariam menores, já que essas espécies poderiam proporcionar um sombreamento mais rápido e fazer com que as gramíneas exóticas diminuíssem na área a ser restaurada.

A taxa de sobrevivência no período analisado foi de aproximadamente 85% para ambos os tratamentos, mas considerando-se a densidade esperada (devido ao espaçamento utilizado) o tratamento convencional apresentou densidade mais próxima do esperado que o tratamento adensado.

Quanto à avaliação de sombreamento e gramíneas, conclui-se que para o controle da gramínea também não houve diferença significativa no tratamento adensado e no tratamento convencional, pois os dois se mostraram igualmente eficazes no controle da gramínea em comparação à área do testemunho.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. S. de. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. 130p.
- ARAGAO, A. G. **Estabelecimento de espécies florestais nativas em áreas de restauração ciliar no Baixo rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado). Núcleo de pós-graduação em estudos em recursos naturais. Universidade Federal do Sergipe, 2009. 61p.
- ASSIS, G. B. de et al. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957 - 2008). **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.4, p.599-609, 2013.
- ATTANASIO, C.M. et al. **Adequação Ambiental De Propriedades Rurais, Recuperação de Áreas Degradadas e Restauração de Matas Ciliares**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. 66 p. (Apostila Técnica).
- 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. 162-163, 2007.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentado na sucessão florestal. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.) **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. p.14-23.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, maio/Jun. 2010.

- BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R.A.G; RODRIGUES, R. R; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de Ecossistemas degradados**. Viçosa, MG: Ed. UFV, Cap.9, p. 262- 293, 2012.
- BUDOWSKY, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, San José, v.15, n.1, p.40-42, 1965.
- BURKART, A. Flora ilustrada catarinense. As Plantas Leguminosas-Mimosoideas. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 49-83, 1979.
- CASTRO, F.C. Análise econômica do manejo da caixeta- *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC na região do Vale do Ribeira-SP: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- CARDOSO-LEITE, E.; PODADERA, D. S.; PERES, J. C. Conservação e uso sustentável da biodiversidade florestal na mata atlântica do Vale do Ribeira. In: SILVA, R. B. e MING, L. **Relatos de pesquisa e outras vivências no Vale do Ribeira**. 2010.
- CARVALHO PER DE. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira. Colombo: EMBRAPA-CNPQ/SPI; 1994.
- CHEUNG, K. C.; MARQUES, M.C.M. E LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta botânica brasílica**, Belo Horizonte, v.23, n. 4, p.1048-1056, 2009.
- CORRÊA, R. S. Degradação e recuperação de áreas no Distrito Federal. In: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B.(Org.). **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. p. 13 -20.
- 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, Planaltina-DF**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2012.
- CURY, R.T.S.; CARVALHO, O. Jr. **Manual para a restauração florestal**: florestas de transição. Belém: IPAM, 2011. 43 p. (Série boas práticas, v.5).
- DURIGAN, G.et al. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.3, p.471-485, 2010.
- DURIGAN, G.et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2.ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2002. p.22.
- DURIGAN, G.; RODRIGUES R. R.; SCHIAVINI, I. Aspectos Ecofisiológicos da Vegetação de Mata Ciliar do Sudeste do Brasil. In: RODRIGUES R. R. & LEITÃO FILHO H. F. (Ed.). **Matas Ciliares**: Conservação e Recuperação. São Paulo, Edusp/FAPESP, 2004, p. 159-168.
- ENCINAS, J. I.; SILVA, G.F.; PINTO, J. R. R. **Idade e Crescimento das Á Árvores**. Brasília – DF: Departamento de Engenharia Florestal/UnB, 2005. 40 p.
- FELFILI, M J.; FAGG, C. W.; PINTO, J. R. R. Recuperação de áreas degradadas. In: FELFILI, M. J.; SAMPAIO, J. C.; CORREIA, C. R. M. A. **Conservação da Natureza e**

**Recuperação de Áreas Degradadas na Bacia do São Francisco:** treinamento e sensibilização. Brasília, DF: UnB, 2008. p. 51-62.

FERREIRA, R. A. et al. Análise do potencial de crescimento inicial de espécies arbóreas florestais, implantadas em área de preservação permanente, próximo a um córrego no município de Garça – SP. **Revista científica eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, n. 11, fev. 2008.

FERREIRA, W.C. Estoque de biomassa e carbono e parâmetros indicadores de recuperação de mata ciliar. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras, 163p. 2009.

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**, v. 31, n.1 p. 177-185, 2007.

FRAGOSO, A.C.F. **Tamanho, formas de parcelas e suficiência amostral para avaliação e monitoramento do componente vegetal de ecossistemas em restauração com cinco anos de idade no estado de São Paulo**. 2015. 128 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica:** período 2008-2012. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/>>. Acesso em: 22 dez. 2012.

GALINDO-LEAL, C.; CAMARA, I.G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In C. GALINDO-LEAL & I.G. CAMARA (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C.: Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, 2003. P. 3-11.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, p.753-767, 1995.

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

GUILHERME, F.A.G. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria. **Cerne**, Brasília, DF, v.6, n.1, p.60-66, 2000.

JENNINGS, S.B.; BROWN, N.D.; SHEIL, D. Assessing forest canopies and understory illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. **Forestry**, v.72, n.1, p.59-73, 1999.

LEITÃO- FILHO, H. F. (Org). **Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão**. Campinas, SP. Editora UNESP/Editora da UNICAMP, 1993. 184 p.

LELES, P. S. dos S. et al. Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 231-239, jun. 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. V.2, p 326-327.

LORENZI H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4rd ed. Nova Odessa: Editora Plantarum; 2002. v. 1.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 384 p. vol. 1. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

MACEDO, R.L.G. et al. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L. f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Brasília, DF, v. 11, n.1, p.61-69, 2005.

MACMAHON, J. A. Sucessional processes: comparisons among biomes with special references to probable roles of and influences on animals. In: WEST, D.C.; SHUGAR, H.H.; BOTK, D. B. **Forest succession**: concepts and applications. New York. Spriger-Verlag, 1981. p. 277-304.

MAX, J. C. M.; MELO, A. C. G. de; FARIA, H. H. de. Comportamento de seis espécies nativas de dois grupos ecológicos plantadas em diferentes espaçamentos em reflorestamento ciliar. In: VILLAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Instituto Florestal, 2004. p. 385-395.

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

MELO, A. C. G., DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 73, p. 101–111, 2007.

MELO, V. G. **Uso de espécies nativas do bioma Cerrado na recuperação de área degradada de Cerrado sentido restrito, utilizando lodo de esgoto e adubação química**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2006. 96p.

MÔNICO, A. C. **Transferência de bancos de sementes superficiais como estratégia de enriquecimento de uma floresta em processo de restauração**. 2012. 174 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MOURA, A. C. C. **Recuperação de áreas degradadas no Ribeirão do Gama o envolvimento da comunidade do núcleo hortícola de Vargem Bonita, DF**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2008.

MUNDIM, T. G.FELFILI, J. M.; PINTO, J. R.R.; FAGG, C. W. Avaliação de espécies nativas do bioma Cerrado usadas na revegetação de áreas degradadas do Cerrado *Strictu sensu*. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 18, p. 47 a 64, 2006.

NAVES R.P. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração de áreas em processo de restauração com diferentes idades, comparadas a ecossistema de referência**.2013. 100 f. (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

OLIVEIRA, A.S. **Semeadura direta e plantio de mudas para recuperação de nascentes no rio Piauitinga-SE**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, Aracaju,2013.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F.; PEREIRA, D. J. S. Produção de mudas de algumas espécies nativas de uso múltiplo do Bioma Cerrado. In: FELFILI, M. J.; SAMPAIO, J. C.; CORREIA, C. R. M. A. **Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas na Bacia do São Francisco: treinamento e sensibilização**, n. 1, p. 51-62, 2008.

PINTO, J. R. R. et al. Princípios e técnicas usadas na recuperação de áreas degradadas. In: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado**. Brasília; CRAD, 2011. p. 149-184.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, L.;BLOOMFIELD, V. K. Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas da Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encosta, no entorno do Parque Estadual do Desengano (RJ). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS - III SINRAD, 1997, Ouro Preto. **Anais...** Curitiba: Sobrade/UFV, 1997, p.283-291.

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

PREISKORN, G.M. **Composição florística, estrutura e quantificação de carbono em florestas restauradas com idades diferentes**. 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

RAMBALDI, D.M.;OLIVEIRA, D.A.S. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Ministério do Meio Ambiente, 2003.

REITZ, R., KLEIN, M.; REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. Itajaí, SC. Ed. Herbário Barbosa Rodrigues. 320 p. 1978.

REZENDE, R. P.; **Recuperação de Matas e Galeria em propriedades rurais do Distrito Federal e entorno**. 2004. 145 f. Dissertação (mestrado). Departamento de Ciências Florestais, Universidade de Brasília, 2004.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left , and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, Malden, n. 142, p.1141-1153, 2009.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.) **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JUNIOR, L. Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.853-861, 2010.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C. E BRIENZA JÚNIOR, S. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 139-151, jan./mar., 2013.

SAMPAIO, J. C.; PINTO, J. R. R.; Critérios para Avaliação do Desempenho de Espécies Nativas Lenhosas em Plantios de Restauração no Cerrado. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 504-506, jul. 2007.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA nº32, de 03 de abril de 2014**. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. Diário oficial do estado de São Paulo, São Paulo, SP, 04 abr. 2014. p-36-37.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA 8, de 31 de janeiro de 2008 (ANEXO)**. Listagem das espécies arbóreas e indicação de ocorrência natural nos biomas, ecossistemas e regiões ecológicas no Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=7834>>. Acesso em: 02 maio 2014.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA 8, de 7 de março de 2007. Altera e amplia as resoluções SMA 21 de 21-11-2001 e SMA 47 de 26-11-2003. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 08 mar. 2007. p. 28.

SETTE JUNIOR, C.R.S. et al. Crescimento em diâmetro do tronco das árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill. x *Maiden* e relação com as variáveis climáticas e fertilização mineral. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.6, nov/dez. 2010.

SILVA MATOS, D.M.; BOVI, M.L.A. Understanding the threats to biological diversity in southeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, New York, v.11, p. 1747-1758, 2002.

SILVA, J. C.S. **Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas, nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de Cerrado sentido no Distrito Federal**. 2007. 120 f. Dissertação (mestrado), Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, 2007.

SILVA, W. M.; KUNZ, S. H.; BIGHI, K. S. Avaliação e monitoramento de projeto de restauração de Áreas de Preservação Permanente, por meio de plantio aleatório de espécies pioneiras e não-pioneiras, no município de Alegre, ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, 2., 2012, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SESC/Centro de Turismo de Guarapari, 2012.

SIEGEL, S.; CASTELLAN Jr., N.J. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. 2.ed. New York: McGraw Hill, 1988. 399p.

SOUZA, F.M. **Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas**. 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SOUZA, C. C. **Estabelecimento e crescimento inicial de espécies florestais em plantios de recuperação de Mata de Galeria do Distrito Federal**. 2002. 99 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Florestal, UnB. Brasília-DF, 2002.

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

SOUSA-SILVA, J. C.; FAGG, C. W. Viveiros: produção de mudas nativas do bioma Cerrado. In: FAGG, C. W.; MUNHOZ, C. B. R.; SOUSA-SILVA, J. C. **Conservação de áreas de preservação permanente do Cerrado**. Brasília; CRAD, 2011.p. 115-146.

SUGANUMA, M.S. et al. Enriquecimento artificial da diversidade de espécies em reflorestamentos: análise preliminar de dois métodos, transferência de serapilheira e sementeira direta. **Revista Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 30. n. 2, p. 151-158, 2008.

TABARELLI, M., L.P. PINTO, J.M.C. SILVA; C.M.R. COSTA. The Atlantic Forest of Brazil: endangered species and conservation planning. In: GALINDO-LEAL, C; CÂMARA, I. G (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, trends, and outlook**. Washington, D.C.: Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, 2003. p. 86-94.

VALCARCEL, R.; SILVA. Z. S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Revista Floresta**, Curitiba, v.27, n.12. p. 101-114. 1997.

VIEIRA, C. M.; PESSOA, S. V. A. Estrutura florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ. **Rodriguésia**, v. 52, p. 17-30, 2001.

5.

## ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE CINCO ESPÉCIES EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM UMA ÁREA EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO

### Resumo

O presente trabalho teve por objetivo, analisar o crescimento de cinco espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos, a qual se trata dos tratamentos adensado e convencional, em uma área em processo de restauração florestal dos 12 aos 30 meses de idade. O plantio foi realizado em janeiro de 2012 na Fazenda São José, Sete Barras- SP. O projeto experimental foi formado por dois espaçamentos de plantio, tratamento adensado de 1,5 x 2,0 m e tratamento convencional de 3,0 x 2,0 m e dois grupos de espécies arbóreas, pioneira e não pioneira. Em diferentes períodos foram mensurados altura (HT), diâmetro do colo (DAC) e diâmetro da copa (DCO). Constatou-se que para o parâmetro HT e DAC no tratamento adensado, *Acnistus arborescens* e *Inga marginata* foi significativo, o restante não foi significativo em altura, porém *I. marginata* e *Senna multijuga* para o parâmetro DAC foi significativo. No tratamento convencional houve diferença significativa para *A. arborescens* e *Croton floribundus* tanto em HT como DAC. As espécies *I. marginata* e *S. multijuga*, *I. marginata* e *Luehea grandiflora* apresentaram resultados significativos em DAC para o tratamento convencional e o crescimento foi significativamente maior para *A. arborescens* e *S. multijuga*, não havendo diferença no desempenho das demais espécies. Para o DCO, não houve diferença significativa para nenhuma espécie no tratamento adensado. No tratamento convencional houve diferença significativa entre *A. arborescens* e *L. grandiflora* e entre *C. floribundus* e *L. grandiflora*. Concluiu-se nesse estudo que apenas *L. grandiflora* apresentou diferença significativa entre os tratamentos, no qual o tratamento adensado obteve maior crescimento nos parâmetros analisados.

**Palavras-chaves:** Mudas. Grupos sucessionais. Adensado e convencional.

## ANALYSIS OF SPECIES OF FIVE DEVELOPMENT SPACINGS DIFFERENT IN AN AREA IN RESTORATION PROCESS

### Abstract

This study aimed to analyze the growth of five tree species under different spacing conditions, which it is the dense and conventional treatments, in an area where forest restoration process from 12 to 30 months. Planting was carried out in January 2012 in the Fazenda São José, Sete Barras- SP. The experimental project was comprised of two planting spacing, dense treatment of 1.5 x 2.0 m and conventional treatment of 3.0 x 2.0 m and two groups of tree species, pioneer and not a pioneer. At different periods were measured height (HT), stem diameter (DAC) and crown diameter (DCO). It was found that for the HT and DAC parameter in dense treatment *Acnistus arborescens* and *Inga marginata* was significant, the remaining height was not significant, however *I. marginata* and *Senna multijuga* to the DAC parameter was significant. In the conventional treatment was no significant difference for *A. arborescens* and *Croton floribundus* both HT and DAC. The species *I. marginata* and *S. multijuga*, *I. marginata* and *Luehea grandiflora* showed significant results in DAC to conventional treatment and the growth was significantly higher for *A. arborescens* and *S. multijuga*, with no difference in the performance of other species. For the DCO, no significant differences for any species in the dense treatment. In the conventional treatment was no significant difference between *A. arborescens* and *L. grandiflora* and between *C. floribundus* and *L. grandiflora*. It was concluded in this study that only *L. grandiflora* significantly different between treatments, in which the dense treatment had a higher growth in the analyzed parameters.

**Keywords:** Saplings. Successional groups. Dense and conventional.

## 1. Introdução

No manejo florestal o espaçamento é um fator de grande importância, pois influencia as taxas de crescimento das plantas, e também nas práticas de manejo a serem adotadas durante o ciclo de crescimento das plantas em áreas restauradas (MAX et al., 2004; NASCIMENTO, 2007). Nascimento (2007) ao estudar custos de implantação e manutenção de uma área de restauração na bacia do Rio Guandu aos 22 meses de implantação no município de Seropédica, RJ, salienta que o menor custo de implantação e o alto custo de manutenção estão relacionados ao espaçamento convencional, enquanto que no espaçamento adensado há maior custo de implantação e menor custo de manutenção.

Max et al. (2004), citam que o espaçamento recomendado para restauração de florestas nativas é de 3,0 x 2,0 m, pois este permite melhores tratos culturais mecanizados, sugerindo o espaçamento 2,0 x 2,0 m para locais onde não é permitida a mecanização. Já o espaçamento adensado representa a ocupação dos espaços vazios, aqueles não cobertos pela regeneração natural, por mudas de espécies iniciais da sucessão como as pioneiras, sendo mais indicado em áreas com grandes clareiras em estágio inicial de sucessão, visando controlar a expansão de espécies invasoras e favorecer o desenvolvimento das espécies finais por meio do sombreamento (ISERNHAGEN et al., 2007). Nestes casos, pode ser usado o espaçamento 1,5 x 2 m.

De acordo com alguns autores, plantios feitos para a restauração de uma área degradada podem ser realizados com diferentes densidades e espaçamentos e ainda assim resultar em florestas permanentes (CASTANHO, 2009; RODRIGUES et al., 2009, PREISKORN, 2011; MÔNICO, 2012). No entanto, Gandolfi (2013) afirma que o espaçamento de 3 x 2 m é o mais empregado, o que reflete em menores custos iniciais e em um maior tempo de manutenção nas linhas e entrelinhas do plantio, resultando na sobrevivência das mudas plantadas.

Segundo Abaurre (2009), o conhecimento e o entendimento do comportamento das espécies de cada grupo sucessional é fundamental para viabilizar a adoção de técnicas de interação entre elas, possibilitando que cada espécie tenha seu crescimento otimizado pela formação de um ambiente apropriado para seu crescimento. O autor também salienta que existe um déficit de conhecimento sobre como as espécies dos diferentes grupos sucessionais se comportam frente às diferentes técnicas de plantio como, por exemplo, o espaçamento.

São inúmeros os estudos sobre espaçamentos de plantio para espécies tradicionais na silvicultura econômica, como as dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Para as espécies nativas com

potencial de cultivo alguns estudos sobre espaçamento foram conduzidos (FONSECA et al., 1990; RONDON, 2002; SOUZA, 2004), entretanto poucos são aqueles para reflorestamento com espécies nativas, com fins de recomposição da vegetação florestal. Assim, o espaçamento é uma decisão muito importante, pois ele influencia o crescimento e desenvolvimento da planta e influencia nas tomadas de decisão para o manejo da área a ser restaurada.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar o crescimento em altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa de cinco espécies de diferentes grupos sucessionais, (pioneira e não pioneira), inseridos em diferentes espaçamentos de plantio.

## **2. Material e métodos**

Este estudo faz parte de um projeto que visa à restauração ecológica de fragmentos de Mata Atlântica implantado em janeiro de 2012, em uma propriedade rural particular, Fazenda São José (24°20'35,3"S 47°51'08,0"W), localizada, na região do Vale do Ribeira, no município de Sete Barras, São Paulo.

O clima da região é classificado como Af, segundo a classificação de Koeppen (1948), caracterizada pelo clima tropical chuvoso, sem estação seca com a precipitação média do mês mais seco superior a 60mm, com temperaturas inferiores de 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C no mês mais quente (CEPAGRI, 2014).

Os tratamentos são constituídos por dois espaçamentos de plantio: 1,5 x 2,0 m e 3,0 x 2,0 m, onde foram implantadas espécies de dois grupos sucessionais: espécies pioneiras e não pioneiras. O enquadramento das espécies como pioneiras ou não pioneiras foi baseado na Resolução SMA-SP 08, de 31 de janeiro de 2008 (SÃO PAULO, 2008), utilizando-se também o trabalho de Gandolfi (1995), onde as espécies pioneiras e secundárias iniciais foram identificadas como pioneiras e as secundárias tardias e clímax como não pioneiras.

A área foi limpa, aberto as covas, obedecendo aos respectivos espaçamentos. O plantio foi realizado em janeiro de 2012 seguindo o modelo proposto por Piña-Rodrigues et al. (1997), no qual é implantada uma linha com mudas de espécies pioneiras e outra linha alternando mudas de espécies pioneiras e não pioneiras.

Foram realizadas capinas manual e coroamento em dois períodos (julho de 2013 e julho de 2014) para minimizar a incidência de plantas competidoras, que podem teoricamente influenciar de maneira negativa o crescimento das espécies florestais. Ambos os tratamentos receberam os mesmos tratos silviculturais simultaneamente.

Para realizar essa análise, foram selecionadas as espécies que ocorreram na área de estudo tanto no tratamento adensado quanto no convencional com um número mínimo de quatro indivíduos por espécie, isto permitiu verificar o efeito dos dois tratamentos (adensado e convencional) no crescimento destas espécies.

É válido ressaltar que o número de indivíduos das espécies em cada tratamento diferiu. As espécies *Acnistus arborescens* apresentou 13 indivíduos no adensado e 5 no convencional, *Croton floribundus* apresentou 7 no adensado e 5 no convencional, *Luehea grandiflora* apresentou 6 no adensado e 4 no convencional, *Senna multijuga* apresentou 10 no adensado e 4 no convencional e *Inga marginata* teve 5 no adensado e 6 no convencional.

Foram realizadas cinco medições trimestrais ao longo de 12 meses (julho de 2013 até julho de 2014), após um ano e meio do plantio, da altura total (HT), diâmetro do colo (DAC) e diâmetro da copa (DCO) das seguintes espécies: *Acnistus arborescens*, *Croton floribundus*, *Luehea grandiflora*, *Senna multijuga* (pioneiras) e *Inga marginata* (não pioneira). Para estas avaliações utilizou-se, fita métrica e trena. Os dados avaliados ao longo do tempo das características de crescimento (HT, DAC e DCO), foram utilizados para elaborar os gráficos de crescimento pelo programa Minitab®.

Para a análise dos dados de HT, DAC e DCO para as espécies foi realizado análise de variância (ANOVA). As médias quando significativas foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 1% e 5% de significância, analisando as espécies entre si e em relação às outras espécies nos espaçamentos, utilizando-se software Biostat 5.0®.

### 3. Resultados e discussão

As espécies pioneiras *Acnistus arborescens*, *Croton floribundus*, *Luehea grandiflora*, *Senna multijuga* e a espécie não pioneira *Inga marginata* (não pioneira) tiveram comportamentos diferentes entre si em cada tratamento.

Analisando as espécies em relação ao parâmetro HT no tratamento adensado, apenas a comparação entre *A. arborescens* (275,5 cm) e *I. marginata* (176,4 cm), apresentou diferença significativa na média, pois a média de *A. arborescens* foi muito maior em relação à *I. marginata*, porém em relação às outras espécies não obteve diferença significativa. No tratamento convencional houve diferença significativa entre as espécies *A. arborescens* (250,7 cm) e *L. grandiflora* (98,0 cm) e entre *C. floribundus* (262,0 cm) e *L. grandiflora* (98,0 cm). Para as restantes, não houve diferenças significativas (Tab.9).

Comparando o crescimento em DAC, verificou-se diferença significativa no tratamento adensado entre a espécie *A. arborescens* (8,7 cm) entre *C. floribundus* (4,0 cm), *I. marginata* (3,2 cm) e *S. multijuga* (5,1 cm). E também entre *I. marginata* (3,2 cm) e *L. grandiflora* (6,9 cm). Para o tratamento convencional, o crescimento foi significativamente maior para *A. arborescens* (6,8 cm) entre as espécies *L. grandiflora* (2,6 cm), *S. multijuga* (2,7 cm) e *I. marginata* (3,8 cm), apenas não havendo diferença significativa de *C. floribundus* (4,8 cm) com as demais espécies.

Quanto ao parâmetro DCO, não houve diferença significativa para nenhuma espécie no tratamento adensado (Tab.9). No tratamento convencional houve diferença significativa entre *A. arborescens* (227,0 cm) e *L. grandiflora* (90,6 cm) e entre *C. floribundus* (227,2 cm) e *L. grandiflora*.

No intervalo de um ano não foi possível identificar maiores ou menores valores de incrementos em diâmetro da copa no tratamento adensado, já que os valores não foram significativos, indicando a necessidade de realizar avaliações em intervalos maiores de tempo. Comparando os tratamentos, a figura 20 mostra que para o parâmetro altura, as espécies *A. arborescens*, *L. grandiflora* e *S. multijuga* tiveram maior valor no tratamento adensado. As espécies *C. floribundus* e *I. marginata* tiveram maior valor no tratamento convencional.

Em um plantio em São Mateus do Sul, PR, a espécie *Senna multijuga* alcançou uma altura média de 128 cm no primeiro ano, em espaçamento de 2x 2 m (CARVALHO, 1994). Já nesse estudo, essa espécie alcançou altura média maior, de 244 cm em período de dois anos e meio no espaçamento de 2 x 1,5 m. Esse valor é muito inferior aos 13,46 m, encontrados por Carvalho (1994) em um plantio de sete anos em Ponta Grossa, PR, no espaçamento de 3 x 2 m.

A espécie *Inga marginata* apresentou maior altura no tratamento convencional (Tab. 9). Silva e Côrrea (2008) também obtiveram em seus estudos um maior crescimento em altura desta espécie comparada a outras em plantio de área minerada, porém não analisou a relação com o espaçamento do plantio. Nascimento et al. (2012), estudando o crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos, analisou essa espécie e foram observados que em espaçamentos de 3,0 x 2,0 m houve menores valores de altura. Esse resultado difere do presente estudo, pois se obteve maior valor no tratamento convencional.

Stolarskiet al. (2012) encontraram que a espécie *Croton floribundus*, plantada em espaçamento 3 x 2 m obteve uma das maiores médias em altura, onde alguns indivíduos chegaram a quase três metros, sendo satisfatório para um período de seis meses. Esse

resultado está próximo desse estudo, pois essa espécie obteve maior altura média no espaçamento maior (tratamento convencional).

Bufo (2008) analisou a altura média relacionada aos fatores de variação dos modelos de plantio, entre vários tinha o espaçamento e obteve que este não influenciou significativamente no crescimento em altura dos indivíduos plantados. Segundo Aragão (2009), os espaçamentos não influenciam no desenvolvimento das espécies implantadas, o que pode ser resultado por não se estabelecer um maior nível de competição entre estas. Outros autores afirmam que diferentes espaçamentos não afetam o crescimento em altura da espécie, tendo influência mais significativa na produção de biomassa e associado com a qualidade do sítio e a idade de avaliação (RONDON, 2006; OLIVEIRA NETO et al., 2010).

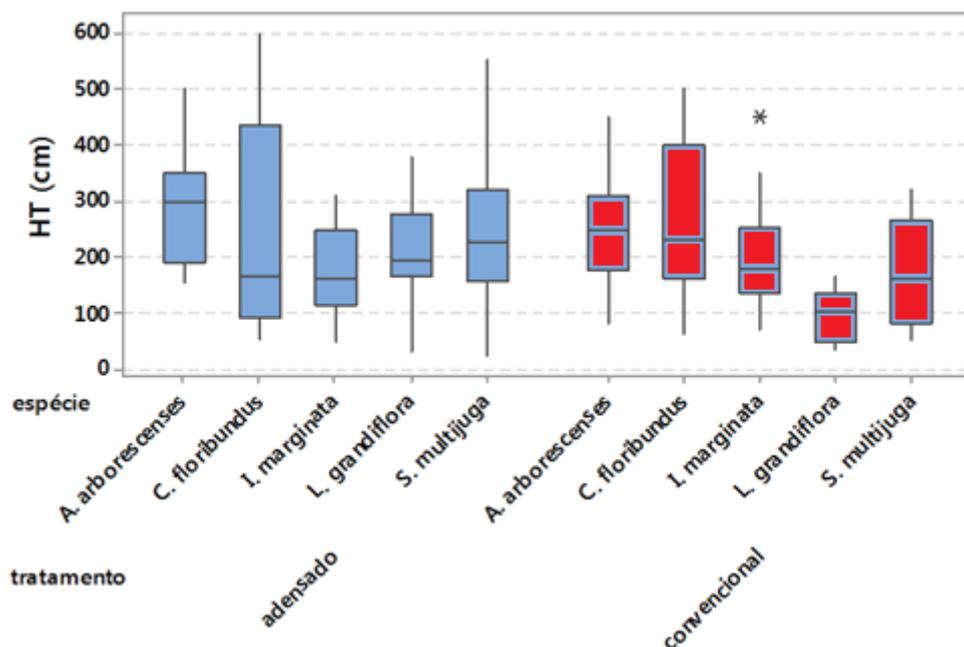


FIGURA 20. Média e desvio padrão ao longo do período de estudo do parâmetro altura para as cinco espécies com quatro indivíduos ou mais, presente nos dois tratamentos (adensado e convencional). Fazenda São José, Sete Barras, SP.

A maioria dos trabalhos relaciona os diferentes espaçamentos com o crescimento em altura, assim, são escassos os trabalhos que analisam os espaçamentos relacionados com o diâmetro do colo, dificultando a discussão sobre este parâmetro.

Para o parâmetro diâmetro do colo (DAC), três espécies, *Acnistus arborescens*, *Luehea grandiflora* e *Senna multijuga*, sendo todas pioneiras, tiveram maior crescimento no tratamento adensado. Enquanto que *Croton floribundus* e *Inga marginata*, obtiveram maior valor no tratamento convencional (Fig.21).

Segundo SHIMOYAMA e BARRICHELO, (1989) o espaçamento de plantio, ou densidade inicial, podem afetar o crescimento e morfologia das plantas, principalmente no incremento em diâmetro. Já nesse estudo, obteve-se que as maiores médias de DAC ocorreram no tratamento adensado. Entretanto, alguns autores afirmam que espaçamentos mais amplos tendem a produzir plantas com maiores diâmetros os quais favorecem as condições de crescimento e possibilitam um bom aproveitamento dos fatores edáficos e ambientais de um determinado local, enquanto em espaçamentos mais fechados as plantas possuem menor diâmetro e conseqüentemente maior volume por unidade de área (FISHWICK,1976apud PAULESKI,2010; BALLONI; SIMÕES, 1980; BERGER et al., 2002; BENIN et al., 2012).

Em estudo de Berger (2000) é relatado que muitos autores confirmam a influência do espaçamento nas características de crescimento e sobrevivência das espécies, sendo que essas influências são dependentes das características de cada espécie e podem ser positivas ou negativas com o aumento ou diminuição do espaçamento. O mesmo autor também enfatiza que espaçamentos mais abertos disponibilizam maior área para o crescimento individual de cada planta, e de certa forma minimizam o efeito da competição entre as plantas, propiciando um melhor aproveitamento de água, luz, nutrientes e espaço.

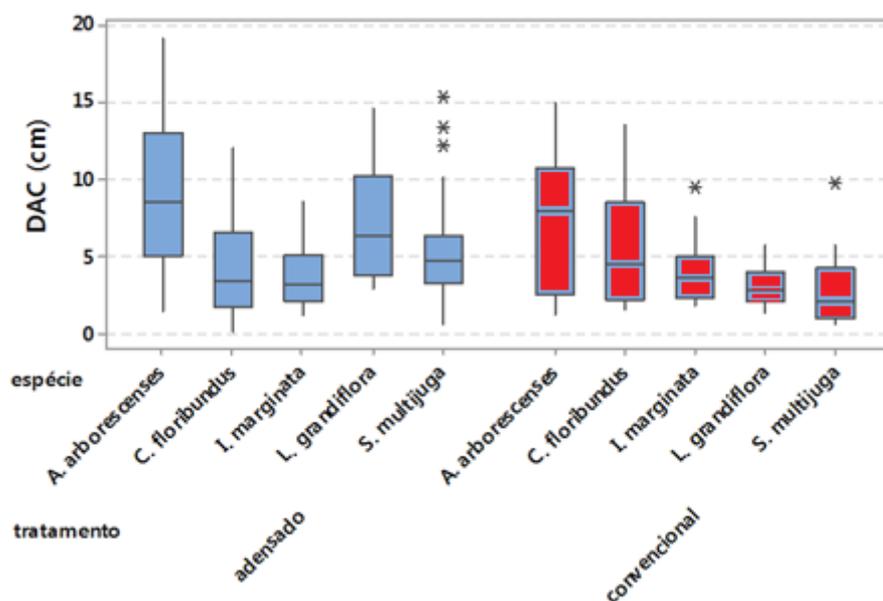


FIGURA 21. Média e desvio padrão ao longo do período de estudo do parâmetro diâmetro do colo (DAC) para as cinco espécies com quatro indivíduos ou mais, presente nos dois tratamentos (adensado e convencional). Fazenda São José, Sete Barras, SP.

Quanto ao parâmetro DCO, duas espécies, *L. grandiflora* e *S. multijuga* tiveram maior crescimento no tratamento adensado, sendo que *A. arborescens*, *C. floribundus* e *I. marginata* obtiveram maior crescimento no tratamento convencional (Fig. 22).

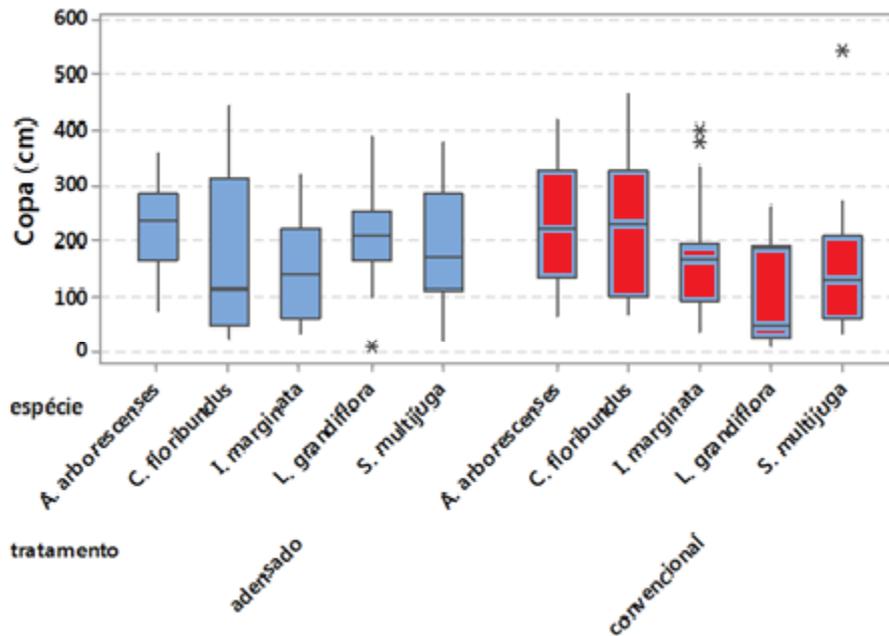


FIGURA 22. Média e desvio padrão ao longo do período de estudo do parâmetro área da copa para as cinco espécies com quatro indivíduos ou mais, presente nos dois tratamentos (adensado e convencional). Fazenda São José, Sete Barras, SP.

Para a variável diâmetro da copa, também são poucos os trabalhos que relacionam essa variável com o tipo de espaçamento utilizado. Porém, Faria (1997), pesquisando na literatura nacional, comprovou a escassez de dados de crescimento de espécies florestais nativas plantadas em áreas degradadas e geralmente estes se resumem apenas à altura da planta. Assim, esse autor estudou o comportamento de algumas espécies quanto ao diâmetro da copa e encontrou maiores valores para *Senna multijuga* (212 cm). Já nesse estudo, essa mesma espécie obteve valor inferior de 182,5 cm no tratamento adensado e de 168,4 cm no tratamento convencional, mostrando que esse parâmetro não está sendo diretamente influenciado pelo espaçamento.

Bufo (2008) encontrou em seu estudo que a cobertura da área pelas copas nos plantios de restauração ecológica foi mais influenciada pelo espaçamento do que pela forma de distribuição das espécies, sendo mais eficiente o plantio no espaçamento 3 x 2 m do que no espaçamento 3 x 3 m. Dessa forma o autor concluiu que quanto maior o espaçamento menor será a média de cobertura de copas, corroborando os resultados neste trabalho, pois a maior média do diâmetro da copa, a qual está relacionada com a cobertura que esta apresenta, foi

maior no espaçamento menor (tratamento adensado) em comparação com o valor do espaçamento maior (tratamento convencional) (Tab.9).

TABELA 9.Comparação das espécies com os parâmetros avaliados (altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa) em cada espaçamento (adensado e convencional). Fazenda São José, Sete Barras, SP.

Espécie	Valores- Adensado 2 x 1,5 m								
	Altura Total (cm)			Diâmetro do colo (cm)			Diâmetro da copa (cm)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
<i>Acnistus arborescens</i>	156	500	275,5 A	1	19	8,7 A	75	359	225,7 A
<i>Croton floribundus</i>	55	600	245,1 A B	1	12	4,0 B	25	443	170,8 A
<i>Luehea grandiflora</i>	32	380	211,0 A B	3	14	6,9 A C	10	390	208,6 A
<i>Senna multijuga</i>	25	550	244,3 A B	1	15	5,1 C	20	380	182,5 A
<i>Ingá marginata</i>	49	310	176,4 B	1	8	3,2 B	35	320	149,2 A

Espécie	Valores- Convencional 3 x 2 m								
	Altura(cm)			Diâmetro do colo (cm)			Diâmetro da copa (cm)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
<i>Acnistus arborescens</i>	81	450	250,7 A	1	15	6,8 A	65	420	227,2 A
<i>Croton floribundus</i>	65	500	262,0 A	1	13	4,8 A B	68	465	227,0 A
<i>Luehea grandiflora</i>	35	165	98,0 B	1	5	2,6 B	10	265	90,6 B
<i>Senna multijuga</i>	55	320	168,9 A B	1	9	2,7 B	34	545	168,4 A B
<i>Ingá marginata</i>	70	450	199,0 A B	2	9	3,8 A B	40	400	173,6 A B

\*Médias de crescimento, seguidas de ao menos uma letra igual, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na análise dos indivíduos da mesma espécie com os parâmetros avaliados (altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa) comparando os tratamentos, obteve-se que os indivíduos da espécie *Luehea grandiflora* apresentaram em todos os parâmetros (HT, DAC e DCO) diferença significativa na comparação com os tratamentos (Tab.10), resultado esperado para esta espécie, já que a mesma apresenta maior crescimento em plantio adensado (GÜNTZEL, 2011).

*Senna multijuga* também apresentou diferença significativa no parâmetro DAC entre os tratamentos. As outras espécies, *Acnistus arborescens*, *Croton floribundus* e *Inga marginata*, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Porém, essas espécies apresentaram crescimento satisfatório comparado com outros estudos, sendo indicadas em ambos os tratamentos.

TABELA 10. Análise dos indivíduos da mesma espécie com os parâmetros avaliados (altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa) comparando os tratamentos adensado e convencional. Fazenda São José, Sete Barras, SP.

Espécies	Altura	DAC	Diâmetro da copa
	Adensado vs Convencional	Adensado vs Convencional	Adensado vs Convencional
<i>Acnistus arborescens</i>	ns	ns	ns
<i>Croton floribundus</i>	ns	ns	ns
<i>Luehea grandiflora</i>	< 0.01	< 0.01	< 0.01
<i>Senna multijuga</i>	ns	< 0.05	ns
<i>Inga marginata</i>	ns	ns	ns

\*Pelo teste de Tukey ao nível de 1% e 5% de significância.

#### 4. Conclusão

Considerando-se os resultados obtidos ao longo de 12 meses de monitoramento, conclui-se que apenas *Luehea grandiflora* apresentou diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, essa espécie obteve maiores valores de altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa no tratamento adensado. Sendo assim pode-se dizer que para *Luehea grandiflora* é mais aconselhável o plantio adensado e para as demais espécies (*Acnistus arborescens*, *Croton floribundus*, *Inga marginata*, *Senna multijuga*), os diferentes espaçamentos não influenciaram, ou seja, elas podem ser plantadas em qualquer espaçamento.

#### REFERÊNCIAS

ABAURRE, G.W. Crescimento de espécies florestais pioneiras e não pioneiras sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. 2009. 25 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal). Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.

ARAGAO, A. G. **Estabelecimento de espécies florestais nativas em áreas de restauração ciliar no Baixo rio São Francisco**. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado). Núcleo de pós-graduação em estudos em recursos naturais. Universidade Federal do Sergipe, 2009.

BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. IPEF, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 1-16, 1980.

BENIN, C. C.; WIONZEK, F. B.; WATZLAVIK, L. F. Incremento anual em diâmetro e altura em plantio de *Eucalyptus Benthamii* Maidenet Cambage sob diferentes espaçamentos. In: Congresso Florestal Paranaense, 4., 2012, Curitiba, PR. Anais... Curitiba, PR: Malinovski Florestal, 2012.

BERGER, B. G., & MOTL, R. W. Exercise and mood: A selective review and synthesis of research employing the Profile of Mood States. **Journal of Applied Sport Psychology**, v. 12, p. 69-92, 2000.

BERGER, R.; SCHENEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e da adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, v.12, n.2, p.75-87, 2002.

BUFO, L.V.B. Restauração florestal e estoque de carbono em modelos de implantação de mudas sob diferentes combinações de espécies e espaçamentos. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CASTANHO, G.G. **Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil**. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 674p.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA (CEPAGRI). 2014. Disponível em <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_580.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_580.html)>. Acesso em 22 de dezembro de 2014.

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.

FONSECA, C. E. L.; BUENO, D. M.; SPERÂNDIO, J. P. Comportamento do Jacarandá-dabaía aos cinco anos de idade, em quatro diferentes espaçamentos em Manaus, AM. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 78-84, 1990.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, p.753-767, 1995.

GANDOLFI, S. Reflexões sobre as ações de restauração e a definição de parâmetros de avaliação e monitoramento. In: SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 5., 2013. São Paulo, **Anais...** São Paulo: Instituto de Botânica, 2013.

GÜNTZEL, A.M. et al. Análise fitossociológica de um remanescente de vegetação na microbacia do Córrego Criminoso (Bacia do Rio Taquari, Coxim, MS, Brasil): subsídios para a recomposição da vegetação. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, p.586-592. 2011.

ISERNHAGEN, I. et al. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando a definição de metodologias de restauração florestal. In: **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, 2007.

KOEPEEN, W. **Climatologia**. México. Ed. Fundo de Cultura Econômica, 1948.

MÔNICO, A. C. **Transferência de bancos de sementes superficiais como estratégia de enriquecimento de uma floresta em processo de restauração.** 2012. 174 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

MAX, J. C. M.; MELO, A. C. G. de; FARIA, H. H. de. Comportamento de seis espécies nativas de dois grupos ecológicos plantadas em diferentes espaçamentos em reflorestamento ciliar. In: VILLAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Instituto Florestal, 2004. p. 385-395.

NAVES, R. P. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração de áreas em processo de restauração com diferentes idades, comparadas a ecossistema de referência.** 2013. 100 f. (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

NASCIMENTO, D. F. et al. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 1, p. 159-165, jan./mar. 2012.

NASCIMENTO, D. F. **Avaliação do crescimento inicial, custos de implantação e manutenção de reflorestamento com espécies nativas em diferentes espaçamentos.** 2007. 60 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

OLIVEIRA NETO, S.N. et al. Sistemas agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa, **Sociedade de investigações florestais**, 2010, 190 p.

PAULESKI, D. T. Influência do espaçamento sobre o crescimento e a qualidade da madeira de *Pinus taeda* L. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, RS, Brasil, 2010.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; LOPES, L.; BLOOMFIELD, V. K. Análise do desenvolvimento de espécies arbóreas da Mata Atlântica em sistema de plantio adensado para a revegetação de áreas degradadas em encosta, no entorno do Parque Estadual do Desengano (RJ). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Anais...** Curitiba: Sobrade/UFV, 1997. p.283-291.

PREISKORN, G. M. **Composição florística, estrutura e quantificação de carbono em florestas restauradas com idades diferentes.** 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

RODRIGUES, R. R. et al. On the restoration of high diversity forests:30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Essex, v. 142, n. 6, p. 1242-1251, 2009.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 573-576, set./out. 2002.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA 8, de 31 de janeiro de 2008/Anexo**. Listagem das espécies arbóreas e indicação de ocorrência natural nos biomas, ecossistemas e regiões ecológicas no Estado de São Paulo. SMA, [2008]. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=7834>>. Acesso em: 02 maio 2014.

SHIMOYAMA, V.R. de S; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. Sér. Téc. - INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS ESALQ/USP (IPEF), **Departamento de Ciências Florestais**. Piracicaba v.6 n.20 p. 1 – 22 Ago.1989.

SILVA, L. C. R E CORRÊA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.731-740, 2008.

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

SOUZA, C. C. **Modelo de crescimento, com variáveis ambientais, para o ipê felpudo em diferentes espaçamentos**. 2004. 96 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

STOLARSKI, O. C. et al. Avaliação inicial de plantio de espécies nativas pioneiras para a restauração de áreas degradadas no sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 4., 2012, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APRE, 2012. v. 1.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que houve crescimento em altura, diâmetro do caule e da copa ao longo do tempo, e que esse foi comparável com o desenvolvimento de mudas em plantios de restauração em condições similares. Conclui-se também que houve diferença significativa nestes parâmetros entre os tratamentos analisados, ou seja, no tratamento adensado os valores de altura, diâmetro do caule e da copa foram sempre maiores. As espécies que tiveram melhor desenvolvimento na área foram *Acnistus arborescens*, *Luehea grandiflora* e *Croton floribundus*.

Também se conclui que houve correlação entre altura e diâmetro da copa, e entre altura e diâmetro do caule, ou seja, as mudas se desenvolveram normalmente, no período analisado, apresentando um crescimento diretamente proporcional entre caule, altura e copa.

Ambos os tratamentos apresentaram maior sombreamento (em comparação com testemunho) no final do período de monitoramento possibilitando assim a diminuição das

gramíneas exóticas. A relação entre sombreamento e quantidade de gramíneas exóticas foi diretamente inversa, ou seja, quanto maior o sombreamento menor presença de gramíneas, indicando que o plantio de mudas está modificando o ambiente e permitindo que o processo sucessional seja acelerado. Entre os tratamentos não houve diferença significativa para estes parâmetros, ou seja, qualquer um deles está proporcionando o sombreamento e o controle de gramíneas.

A taxa de sobrevivência no período analisado foi de aproximadamente 85% para ambos os tratamentos, mas considerando-se a densidade esperada (devido ao espaçamento utilizado) o tratamento convencional apresentou densidade mais próxima do esperado que o tratamento adensado.

Desta forma, embora os valores de crescimento em altura, diâmetro do colo e diâmetro da copa tenham sido significativamente maiores no tratamento adensado, os valores de sombreamento não apresentaram essa diferença, ou seja, mesmo com o adensamento das mudas não houve maior sombreamento e controle de gramíneas. Somando-se a este fato, a mortalidade maior do tratamento adensado, pode-se concluir que pelo maior custo de implantação e pelos resultados serem similares, não seria recomendado na região utilizar o tratamento adensado.

No entanto, sabe-se que neste estudo o tratamento adensado apresentou alguns problemas, ou seja, a alta mortalidade pode estar associada a outros fatores e não diretamente ao adensamento. Neste sentido, seriam necessários mais estudos comparando estes dois tratamentos em condições homogêneas, que excluíssem outras variáveis, para poder-se afirmar com maior propriedade a viabilidade de um ou de outro tratamento.

## REFERÊNCIAS GERAIS

ANDRIETTA, A.J. O Vale do Ribeira: realidades locais de seu desenvolvimento. *Informações Econômicas*, v.32, n.1, p.53-65, jan.2002.

ASSIS, G. B. de et al. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957 - 2008). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.599-609, 2013.

BARBOSA, K.C., PIZO, M.A. Seed rain and seed limitation in a planted gallery forest in Brazil. *Restoration Ecology*, Chichester, v.14, p. 504–515, 2006.

BARBOSA, L.M. et al. Recuperação florestal com espécies nativas no Estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias. *Florestar Estatístico*, São Paulo, v. 6, p. 28–34, 2003.

BARROSO, R. M., REIS, A., HANAZAKI, N. Etnoecologia e etnobotânica da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius) em comunidades quilombola do Vale do Ribeira, São Paulo. **Acta botânica brasílica**, Belo Horizonte, v. 24, n.2, p. 518-528, 2010.

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**. Universidade de São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. Piracicaba, 2009. p. 132-150.

BRANCALION, P.H.S. et al. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

BRASIL. Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 nov. 2008. Seção 1, p. 1.**

BRASIL. **Instrução Normativa MMA nº 6, de 23 de setembro de 2008, que reconhece as espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília, DF, 23 de setembro de 2008.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 dez. 2006. Seção 1, p. 1.**

BONET, A., PAUSAS, J.G. Species richness and cover along a 60-year chronosequence in old-fields of southeastern Spain. **PlantEcology**, New York, v. 174, p. 257–270, 2004.

BUSATO, L.C. et al. Aspectos ecológicos na produção de sementes e mudas para a restauração. In: MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de Ecossistemas Degradados**. Viçosa, MG: Editora UFV, 293 p., 2012.

CÂMARA, I.G. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In: GALINDO-LEAL, C., CÂMARA, I.G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: CABS and Island Press, 2003. p. 31–42.

CAMPOE, O.C., STAPE, J.L., MENDES, J.C.T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, 259, p. 1808–1814, 2010.

CARTES, J.L., YANOSKY, A. Dynamics of biodiversity loss in the araguyan Atlantic Forest: an introduction. In: GALINDO-LEAL, C., CÂMARA, I.G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: CABS and Island Press, 2003, p. 267–268.

CHAER, G.M. et al. Nitrogen-fixing legume tree species for the reclamation of severely degraded lands in Brazil. **TreePhysiology**, Oxford, v.31, p. 139–149, 2011.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA (CEPAGRI). 2014. Disponível em <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_580.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_580.html)>. Acesso em 22 de dezembro de 2014.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS (CIIAGRO). 2011. Disponível em <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/Resenha/LResenhaLocal.asp>>. Acesso em 29 de dezembro de 2014.

CURY, R.T.S.; CARVALHO, O. Jr. **Manual para a restauração florestal: florestas de transição**. Belém: IPAM, 2011. 43 p. (Série boas práticas, v.5).

ENGEL, V. L., PARROTTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: Tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF. 2003. p. 1-26.

ERSKINE, P.D., LAMB, D., BORSCHMANN, G. Growth performance and management of a mixed rainforest tree plantation. **New Forest**. New York, v. 29, p. 117–134, 2005.

EYLES, A. et al. Ecophysiological responses of a young blue gum (*Eucalyptus globulus*) plantation to weed control. **Tree Physiology**, Oxford, v.32, p. 1008–1020, 2012.

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**, v. 31, n.1 p. 177-185, 2007.

GIRAUDO, A.R. Dynamics of biodiversity loss in the Argentinean Atlantic Forest: an introduction. In: GALINDO-LEAL, C., CÂMARA, I.G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: CABS and Island Press, 2003, p. 139–140.

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

GONÇALVES-COSTA, M. A. et al. Aspectos botânicos das plantas medicinais usadas por especialistas locais em Iporanga-SP. In: SILVA, R. B. e MING, L. **Relatos de pesquisa e outras vivências no Vale do Ribeira**, 313 p. 2010.

HOLL, K.D. et al. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology**, Chichester, v.8, p. 339–349, 2000.

HUANG, C. et al. Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas – a landsat assessment. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 106, p. 460–466, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro. 2012. 271 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatório do Desmatamento no Bioma Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.siscom.ibama.gov.br>>. Acesso em: 27. jan. 2015.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2004. p.249-269.

KOEPEEN, W. **Climatologia**. México. Ed. Fundo de Cultura Econômica, 1948.

LIEBSCH D, MARQUES MCM e GOLDENBERG R, 2008. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, Malden, v. 141, p. 1717-1725, 2008.

MARTINEZ, A. C.R. *Senna alata* (L.) Roxb., invasora ou facilitadora?. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Florestal. Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2013.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisitados - As Regiões Biologicamente Mais Ricas e Ameaçadas do Planeta**. Mata Atlântica e Cerrado [s.l.]: Conservação Internacional, 2005.

MUÑIZ, M.A., WILLIAMS-LINERA, G., REY BENAYAS, J.M. Distance effect from cloud forest fragments on plant community structure in abandoned pastures in Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 22, p. 431–440, 2006.

MYERS, M. M. H. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, New York, v. 403, p.853-858, 2000.

OLIVEIRA, D.A.M. A mimercofauna como bioindicador em agroecossistema: estudo de caso em áreas de restauração florestal no Vale do Ribeira, Sete Barras, SP. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento rural). Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2013.

PARKER, V.T. The scale of successional models and restoration objectives. **Restoration Ecology**, v. 5, p. 301–306, 1997.

REIS, A. e KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interspecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y. et al (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003.p. 91-110.

RESENDE, U.R. **As regras do jogo: Legislação floresta e desenvolvimento sustentável no Vale do Ribeira**. São Paulo. Annablume, 2002.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left , and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** ,v. 142, p .1141-1153, 2009.

RODRIGUES, R.R. et al. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, Malden, v. 142, p. 1242–1251, 2009.

RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JUNIOR, L. Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.853-861, 2010.

RODRIGUES, R.R. et al. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, p.1605–1613, 2011.

RUIZ-JAEN, M.C., AIDE, T.M. Restoration success: how is it being measured? **Restoration Ecology**, Chichester, v. 13, p. 569–577, 2005.

SALOMÃO, R. P.; BRIENZA JÚNIOR, S. E ROSA, N. A. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.1, p.1-24, 2014.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual nº 22.717, de 21 de setembro de 1984. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, Poder Executivo, 22 set. 2007. Seção 1. Disponível em: <<http://fflorestal.sp.gov.br/unidades-de-conservacao/apas/apas-areas-de-protecao-ambiental-estaduais/>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

SÃO PAULO (Estado). Decreto estadual nº 46.113, de 21 de setembro de 2001. Aprova o projeto produção de mudas de plantas nativas - espécies arbóreas para recomposição vegetal, de interesse para a economia estadual e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 22 set. 2001. p. 03.

SÃO PAULO (Estado). **Inventário florestal do Estado de São Paulo**. 2009. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/sifesp>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA 8, de 7 de março de 2007. Altera e amplia as resoluções SMA 21 de 21-11-2001 e SMA 47 de 26-11-2003. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 08 mar. 2007. p. 28.

SÃO PAULO (Estado). **Resolução SMA 8, de 31 de janeiro de 2008 (ANEXO)**. Listagem das espécies arbóreas e indicação de ocorrência natural nos biomas, ecossistemas e regiões ecológicas no Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=7834>>. Acesso em: 02 maio 2014.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA nº 21, de 21 de novembro de 2001. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo - Meio Ambiente**, São Paulo, v. 111, n. 221, 23 nov. 2001.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA nº 32, de 03 de abril de 2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá

providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 05 abr. 2014. Seção 1, p.36-37.

SILVA, J.M.C. da, CASTELLETTI, C.H.M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: GALINDO-LEAL, C., CÂMARA, I.G. (Ed.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington: CABS and Island Press, 2003, p. 43–59.

SILVA, J.M.C. da, de SOUZA, M.C., CASTELLETTI, C.H.M. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic Forest, South America. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 13, p.85–92, 2004.

SILVESTRINI, M. et al. Natural regeneration in abandoned fields following intensive agricultural land use in an Atlantic Forest Island, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.4, p.659-671, 2012.

SILVER, W.L. et al. Carbon sequestration and plant community dynamics following reforestation of tropical pasture. *Ecological Applications*, Washington, v. 14, p. 1115–1127, 2004.

STEYER, F.S. Restauração experimental de áreas degradadas em Floresta Ombrófila Densa, com semeadura direta, no município de Sete Barras/SP. Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências biológicas (Bacharelado). Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

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