

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS**

**AVALIAÇÃO DE QUATRO MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL DE ÁREAS ÚMIDAS DEGRADADAS NO MUNICÍPIO  
DE MINEIROS DO TIETÊ - SP**

**Gisele Mondoni Marconato**

**Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia, Câmpus de Botucatu, UNESP,  
para obtenção do título de Mestre em  
Ciências Biológicas (Botânica), AC:  
Morfologia e Diversidade Vegetal.**

*Botucatu – SP  
-2010-*

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**AVALIAÇÃO DE QUATRO MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL DE ÁREAS ÚMIDAS DEGRADADAS NO MUNICÍPIO  
DE MINEIROS DO TIETÊ - SP**

**Gisele Mondoni Marconato**

Profa. Dra. Rita de Cassia Sindrônia Maimoni-Rodella.

**Orientadora**

Pesquisadora Científica Dra. Claudia Mira Attanasio

**Co-orientadora**

**Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biociências, Câmpus de Botucatu, UNESP,  
para obtenção do título de Mestre em  
Ciências Biológicas (Botânica), AC:  
Morfologia e Diversidade Vegetal.**

*Botucatu – SP  
-2010-*

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus

Marconato, Gisele Mondoni.

Avaliação de quatro métodos de restauração florestal de áreas úmidas degradadas no Município de Mineiros do Tietê - SP / Gisele Mondoni Marconato. – Botucatu, 2010.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2010

Orientadora: Rita de Cássia Sindrônia Maimoni-Rodella

Co-orientadora: Cláudia Mira Attanasio

Assunto CAPES: 20300000

1. Floresta - Mineiros do Tietê (SP) 2. Reflorestamento

Palavras-chave: Florestas paludosas; Matas ciliares; Restauração florestal

*Dedico aos meus amores: minha mãe, Sueli, pela ajuda em campo, incentivo e amor incondicional, ao Paulo, pelo companheirismo, compreensão, amor e apoio e ao Meu Pai, Luiz, pela proteção e luz.*

## AGRADECIMENTOS

\* Prof. Dra. Rita de Cassia Sindrônia Maimoni-Rodella, pelo conhecimento e maturidade na área em preparação para qualquer iniciante acadêmico. Fonte de energia estimuladora, calma, maturidade e luz! Uma verdadeira Mestra!

\* Pesquisadora Científica Dra. Claudia Attanasio, incentivadora e idealizadora das formas de plantio usadas no experimento, co-orientadora da implantação do projeto. Mestre e incentivadora em exigir o meu crescimento e desenvolvimento dentro do trabalho apresentado e dentro da carreira acadêmica.

\* Professor Dr. Sergius Gandolfi, um dos idealizadores das formas de plantio e apoiador do trabalho desenvolvido.

Pesquisadora Dra. Maria Teresa Toniato e Professor Dr. “Bicudo”, pelas sugestões apresentadas durante a presença na banca de qualificação.

\* Sr. Cinézio Landgraf, por ceder a área de Proteção Permanente brejosa e confiar no desenvolvimento de nosso trabalho em restauração de áreas degradadas.

\* Hélio Palmesan – Ong MAE natureza – Um dos meus mestres da vida, sempre confiante em meus trabalhos e apoiador de minha evolução espiritual. Idealizador e adorador de um ambiente saudável e preservado, lutador pela causa ambiental.

\* Pesquisador Científico Dr. Glauber J. C. Gava – pelos ensinamentos em elaboração e execução de projetos, amadurecimento em relação a introdução no caminho científico e pela oportunidade cedida na Gestão do projeto de Recuperação de Matas Ciliares.

\* Sr. Marcos Gava, apoio e compreensão durante ausência no trabalho da Ong MAE Natureza.

\* Irene Tosi Hamad, pelas idéias e apoio durante inicio de implantação do projeto de campo.

\* Marivalter, Lairso, Genesio e Delailson, meus “anjos-da-guarda”, dedicados, amigos, companheiros e professores de todo conhecimento parte prático de campo que hoje possuo.

\* Estagiárias Mata Ciliar: Renata, Paula e Marisilvia, pelo acompanhamento e auxílios.

\* Malu Stevanatto, pelo companheirismo, amizade e ajuda em partes burocráticas do projeto.

\* Izabel, Katia, amigas de Pós Graduação, comprometidas, e muitas vezes fontes de energia para continuar a jornada.

• Professor Dr. Osmar Cavassan, estimulador inicial para meu despertar pela área da Ecologia Vegetal durante minha graduação na Unesp – Bauru. Através de seu método

de nos mostrar a vegetação e sua ligação com o ambiente e seu modo de ensinar, me fez enxergar a paixão pelo ambiente em especial o meio vegetal e assim, me encontrar e me realizar profissionalmente.

\* Professora Dra. Marta Maria Mischan, pelas análises estatísticas;

\* Professor Dr. Cesar Taconelli pela orientação quanto ao delineamento experimental e estruturação inicial do Delineamento experimental.

\* Ajudantes Ong MAE Natureza: Analía, Carol e Carlinhos;

Professor Dr. Roberto Rodella, pelos bons momentos, incentivos, compreensão e companheirismo, principalmente durante a fase final da dissertação, deixand uma boa energia e verdadeira amizade;

\* Mariela Julião, pela compreensão de minhas ausências na gestão do projeto Mata Ciliar, durante os últimos meses, por estar me dedicando a finalização da dissertação do trabalho de mestrado e principalmente pela amizade verdadeira conquistada em tão pouco tempo de convivência;

\* Secretaria do Meio Ambiente do Estado- Projeto Mata Ciliar – Dagoberto, pelo apoio ao financiamento do projeto e apoio pessoal, confiando na capacidade da equipe gestora (ONG MAE Natureza) e executora (Giraldo's e Stivan) no desenvolvimento e sucesso das implantações dos projetos de restauração de áreas degradadas em Mineiros do Tietê – SP;

\* Curso de Pós Graduação em Botânica, pela oportunidade em estar fazendo parte do curso e adquirindo conhecimentos e experiências maravilhosas;

\* Seção de Pós Graduação em Ciências Biológicas por todo o suporte prestado;

\* Departamento de Botânica IB – Botucatu, por toda a atenção e assistência para o desenvolvimento da Pós graduação (mestrado).

\* CAPES, pelo apoio financeiro, através da bolsa cedida, proporcionando assim a possibilidade do desenvolvimento experimental;

\* CATI/SAA - SP – Pederneiras, Sr. Agrônomo Wilson, e toda equipe de trabalhadores, pelo espaço cedido para realização da rustificação das mudas, uma das formas de plantio utilizadas para restauração de área degradada. Além de ceder as mudas para a execução do experimento;

**Muito Obrigada!!!**

## RESUMO

O Bioma Floresta Atlântica sofreu com o agressivo desmatamento de sua vegetação devido, principalmente à busca de agricultores por terras ricas em solo e água para desenvolverem suas culturas. A vegetação mais prejudicada foi a mata ciliar que, entre outras funções, exerce proteção das nascentes e cursos d'águas. Sofreram ainda mais as florestas paludosas, com sua vegetação específica e sensível a qualquer alteração ambiental, já que necessitam de uma área com solo hidricamente saturado para sobreviverem. Estas áreas, também degradadas como a maioria das matas vizinhas aos cursos d'água, apresentam ainda mais dificuldades em serem restauradas, por causa da saturação hídrica do solo. Conseqüentemente estas áreas têm sido freqüentemente abandonadas e isoladas numa tentativa de promover a regeneração natural, o que nem sempre ocorre. Assim, foi desenvolvido um estudo objetivando avaliar quatro métodos de restauração florestal em uma área permanente brejosa no município de Mineiros do Tietê, SP, às margens do Ribeirão São João. Os métodos de plantio testados foram convencional, montículos, rustificação e em época seca, empregando-se seis espécies florestais arbóreas: *Callophylum brasiliensis* Cambess. (Clusiaceae), *Citharexylon myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) e *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae). Após 12 meses houve sobrevivência de grande proporção das mudas plantadas para todas as espécies estudadas. Sangra-d'água apresentou os melhores resultados em praticamente todas as condições avaliadas. Verificou-se que o plantio em montículos foi o que apresentou, em geral, os melhores resultados quanto ao desenvolvimento, para a maior parte das espécies, seguido do plantio sob rustificação e em época de seca, sendo o pior desempenho observado no plantio convencional. Para Peito-de-pombo, entretanto, o segundo melhor desempenho ocorreu no plantio convencional. Houve também variação na resposta de Pau-viola que apresentou melhores resultados no plantio sob rustificação, seguido pelo plantio em montículos e plantio em época seca. Na última avaliação o crescimento foi significativamente maior nos plantios em montículos, rustificação e época seca, somente para Sangra-d'água e Pau-viola, não havendo diferença significativa no desempenho das demais espécies. Isto pode indicar que após a fase de crescimento inicial estas mudas têm crescimento equivalente indiferentemente do método de plantio empregado. Avaliações subseqüentes são recomendadas para monitorar eventuais diferenças que possam vir a se estabelecer ou se realmente ocorrerá uma uniformização no desenvolvimento das espécies sob as formas de plantio em estudo.

## ABSTRACT

The Brazilian Atlantic Forest Biome has suffered an aggressive deforestation, mainly due to the search for fertile agricultural areas performed by farmers. Therefore many plant and animal species have become locally extinct, with a decrease in quantity and quality of the waters of springs and streams. The riparian forest was the most affected. Among other functions, these forests perform protection of springs and water courses. The swampy forests were the most affected because this vegetation has specific needs in relation to the water amount in the soil and is very sensitive to any environmental changes since they need an area with soil saturated in relation to water to survive. The restoration of these areas is very difficult. As a consequence these areas have often been abandoned or isolated as an attempt to promote natural regeneration, which rarely happens. Thus, a study was made to evaluate four methods of forest restoration in a permanent wetland area in the municipality of Mineiros Tietê, São Paulo State, Southeastern Brazil, along the banks of the São João Creek. Four tillage methods were tested, ie conventional method, mounds method, a hardening method and a tillage method in the dry season. Six forest tree species were employed: *Callophylum brasiliensis* Cambess. (Clusiaceae), *Citharexylon myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) and *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae). After 12 months there was survival of a large proportion of seedlings planted for all species. *Croton* showed the best results in almost all conditions evaluated. It was found that planting in mounds presented, in general, the best developmental results for most species, followed by planting on hardening and in dry season. The worst method was the conventional tillage. For *Tapirira*, however, the second best performance occurred in conventional tillage. There was also variation in the response of *Citharexylon* that had better results in the planting on hardening, followed by planting in mounds and in the dry season. The last assessment of the growth was significantly higher in plantations in mounds, hardening and dry season only for *Croton* and *Citharexylon*, with no significant difference in the performance of the other species. This may indicate that after the initial growth phase the performance of these seedlings are equivalent regardless the method of tillage utilized. Subsequent evaluations are recommended to evaluate any differences that may be established or if indeed there will be an uniformity in the development of the species in the studied tillage methods.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>

### **CAPITULO I Degradação do bioma Floresta Atlântica – Matas Ciliares – e a necessidade do desenvolvimento de métodos para a sua restauração no Estado de São Paulo.**

Resumo.....	1
Abstract.....	2
1 - Introdução.....	3
2. Revisão de Literatura .....	6
2.1 – Floresta Atlântica.....	6
2.2 – Matas Ciliares e as Florestas Paludosas.....	7
2.3 – Seleção de Espécies para Estudo.....	10
2.4 – Zonas Ripárias.....	12
2.5 – Degradação e Restauração.....	14
2.6 – Métodos de Restauração em Ambientes Degradados.....	17
2.7 – Programas Estaduais.....	23
3 Referências Bibliográficas.....	25

### **CAPÍTULO II. Avaliação de três formas de restauração florestal de áreas úmidas degradadas no município de Mineiros do Tietê, SP.**

Resumo.....	31
Abstract.....	32
1. Introdução e Objetivo.....	33
2. Materiais e Métodos.....	34
2.1 - Área de Estudo.....	34
2.2 - Metodologia.....	37
2.3 - Análises Estatísticas.....	47
3 – Resultados.....	48
3.1 - Sobrevivência das Mudanças.....	48
3.2 - Análise de Variância e teste de Comparação de Médias.....	49
3.2.1 – Altura das Plantas.....	49
3.2.2 – Área da Seção Transversal do Caule.....	54
3.2.3 – Número de folhas por Planta.....	58
3.2.4 – Área da Copa.....	62
3.3 – Análise de Regressão.....	67
3.4 – Análise de Componentes Principais.....	78

3.5 – Tensiômetro.....	87
3.6 – Experimento de Rustificação.....	88
4 – Discussão.....	92
5 – Referencias Bibliográficas.....	95
<b>CAPITULO III – Avaliação de seis espécies vegetais em plantio na época seca, visando a restauração de áreas degradadas em Mineiros do Tietê, SP.</b>	
Resumo.....	98
Abstract.....	99
1 – Introdução .....	100
2 – Material e Métodos.....	100
2.1 – Área de Estudo.....	100
2.2 – Metodologia.....	103
2.3 – Análises Estatísticas.....	111
3 – Resultados.....	112
3.1 – Sobrevivência.....	112
3.2 – Análise de variância e Teste de Comparação de Médias.....	112
3.2.1 – Altura das plantas.....	112
3.2.2 – Seção Transversal da Área do Caule.....	113
3.2.3 – Número de Folhas.....	114
3.2.4 – Área da Copa.....	115
3.3 – Análise de Regressão.....	116
3.4 – Análise de Componentes Principais.....	120
3.5 – Tensiômetro.....	124
4 – Discussão.....	125
5 – Referências Bibliográficas.....	126
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>128</b>

## CAPITULO I

**DEGRADAÇÃO DO BIOMA FLORESTA ATLANTICA - MATAS CILIARES – E A NECESSIDADE DO DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS PARA A SUA RESTAURAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO.** 2010. 129 P. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.

### RESUMO

O Bioma Floresta Atlântica sofreu com o agressivo desmatamento de sua vegetação devido, principalmente à busca de agricultores por terras ricas em solo e água para desenvolverem suas culturas. Conseqüentemente muitas espécies vegetais e animais foram extintas localmente, com diminuição em quantidade e qualidade das águas de nascentes e córregos. A vegetação mais prejudicada foi a mata ciliar que, entre outras funções, exerce proteção das nascentes e cursos d'água. Sofreram ainda mais as florestas paludosas, com sua vegetação específica e sensível a qualquer alteração ambiental, já que necessitam de uma área com solo hidricamente saturado para sobreviverem. Estas áreas, também degradadas como a maioria das matas vizinhas aos cursos d'água, apresentam ainda mais dificuldades em serem restauradas, por causa da saturação hídrica do solo. Conseqüentemente estas áreas têm sido freqüentemente abandonadas ou isoladas numa tentativa de promover a regeneração natural, o que nem sempre ocorre. Uma revisão foi elaborada enfocando a degradação das florestas paludosas e aspectos relacionados à restauração dessa formação florestal, enfocando-se métodos e políticas públicas estaduais, procurando dessa forma ressaltar a importância da realização de estudos e do desenvolvimento de métodos de restauração desse tipo de vegetação.

**Palavras chaves:** desmatamento, matas ciliares, florestas paludosas, restauração ecológica.

**THE DEGRADATION OF THE BRAZILIAN ATLANTIC RAIN FOREST BIOME – RIPARIAN FORESTS – AND THE NEED OF NEW METHODS FOR ITS RESTORATION IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL.**

**ABSTRACT**

The Brazilian Atlantic Forest Biome has suffered an aggressive deforestation, mainly due to the search for fertile agricultural areas performed by farmers. Therefore many plant and animal species have become locally extinct, with a decrease in quantity and quality of the waters of springs and streams. The riparian forest was the most affected. Among other functions, these forests perform protection of springs and water courses. The swampy forests were the most affected because this vegetation has specific needs in relation to the water amount in the soil and is very sensitive to any environmental changes since they need an area with soil saturated in relation to water to survive. The restoration of these areas is very difficult. As a consequence these areas have often been abandoned or isolated as an attempt to promote natural regeneration, which rarely happens. A literature survey about swampy forest degradation and restoration was performed, focusing on methods and state public policies, thereby seeking to emphasize the importance of the studies and the development of methods of restoring this type of vegetation.

**Key words:** deforestation, riparian forests, swampy forests, ecological restoration.

## 1 – INTRODUÇÃO

A busca desordenada por áreas produtivas para o desenvolvimento da agricultura ocasionou, e ainda é responsável, pela degradação das matas ciliares, já que sempre esteve acompanhada pela ausência ou ineficiência de um planejamento ambiental prévio. Por este motivo, áreas florestais importantes ao equilíbrio de ecossistemas e da propriedade deixaram de ser preservadas (Rodrigues & Gandolfi, 2004). Inúmeras áreas agrícolas apresentam erosão, assoreamento de córregos e nascentes, comprometimento na qualidade e quantidade de água da microbacia a qual pertencem, extinção de espécies de animais e vegetais, descaracterizando ecossistemas que se mantinham originalmente em equilíbrio.

Necessária à agricultura, a água não estará facilmente disponível, já que a degradação de matas ciliares provocou a perda da barreira de proteção que esta vegetação representa, do filtro natural destes ambientes, levando à exposição e contaminação do solo, atingindo diretamente pontos de recarga dos lençóis freáticos, prejudicando e encarecendo a agricultura (Meztger, 2009; Rodrigues *et. al.*, 2009).

As matas ciliares, vegetação essencial à manutenção do equilíbrio do ambiente, foram as que mais sofreram com a ocupação de áreas agrícolas. A sua preservação e recuperação são extremamente importantes, tornando-se fundamental o manejo adequado destes ambientes (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

A preservação das matas ciliares está diretamente ligada ao manejo integrado de bacias hidrográficas (MIBH). Assim, a análise na escala da bacia hidrográfica é fundamental para se caracterizar, diagnosticar, avaliar e planejar o uso dos recursos naturais.

O conhecimento de fatores sócio-culturais e o envolvimento da comunidade no processo, também são importantes para a gestão integrada desses recursos naturais, assim como a organização e a capacitação das populações, em níveis locais e regionais, para a formulação e execução de planos de manejo integrado, que compatibiliza o desenvolvimento agrícola com a preservação da natureza (Bentes & Gama, 2009).

A preservação e restauração das zonas ripárias são de extrema importância para a manutenção da saúde e da resiliência da microbacia, como unidade geocológica da paisagem, pois são habitats com alta diversidade e complexidade, considerados e reconhecidos como ambientes altamente dinâmicos. O ecossistema ripário inclui as margens e as cabeceiras de drenagem dos cursos d'água, ou seja, principalmente a

vegetação ciliar e o conjunto das interações ripárias, sendo responsável pela manutenção dos recursos hídricos, em termos de vazão e qualidade da água, assim como do ecossistema aquático. As zonas ripárias representam a interface entre ecossistemas terrestres e aquáticos, interação existente em qualquer ambiente preservado de floresta, com presença de nascentes, córregos ou rios. A Zona Ripária estendem-se horizontalmente até o limite onde a inundação alcança e, verticalmente, até o topo da copa da vegetação (Lima, 2002; Gregory et al.,1991).

Esse ecossistema comporta-se como excelente “filtro” de nutrientes do escoamento superficial proveniente de áreas agrícolas vizinhas, além de proporcionar estabilidade das margens e equilíbrio térmico da água. A influência antrópica neste ambiente foi tanta que resultou na degradação da maioria desta vegetação. As zonas ripárias apresentam alta variação em relação a sua estrutura, composição e distribuição espacial. Ecologicamente, formam corredores que permitem a movimentação de fauna ao longo da paisagem, auxiliando ainda a dispersão vegetal (Lima, 2000; Lima & Zakia, 2004).

Vários tipos de vegetações podem contribuir para a formação das Zonas Ripárias, entre elas as florestas latifoliadas higrófilas, matas de brejo ou ainda florestas paludosas (Leitão Filho, 1982), da mesma forma, muito devastadas, em sua maioria, como qualquer outra vegetação pertencente à mata ciliar.

As florestas paludosas são encontradas em várzeas, planícies de inundação, nascentes, beira de rios, lagos, lagoas, baixadas, ou seja, em áreas onde o lençol freático se mantém em boa parte do ano aflorado, proporcionando uma permanente saturação hídrica do solo (Milaré *et. al.*, 1991; Toniato, *et. al.*, 1998). Em uma bacia hidrográfica, podem ser encontradas em determinados locais ao longo da rede de drenagem como em pontos mais elevados da encosta, áreas onde o lençol freático está mais exposto e mais próximo à superfície, ocorrendo a retenção de água no solo, além de prevalecer a ocorrência frequente de enchentes (Toniato *et. al.*, 1998).

As florestas paludosas apresentam peculiaridades florísticas, estruturais e fisionômicas, já que são restritas as áreas de solos hidricamente saturados, diferenciando de tipos florestais ciliares. São muito sensíveis as alterações ambientais por terem características de desenvolvimento específicas, quando comparadas a outros tipos de vegetação. Conseqüentemente, estas sofreram muito com as ações antrópicas, sendo atualmente muito degradadas (Leitão Filho, 1982).

No Brasil, vêm se destacando as pesquisas ambientais voltadas à restauração de florestas degradadas, considerando-se a biodiversidade como questão chave para a garantia

da sustentabilidade futura, além da diminuição dos efeitos negativos causados pela redução e fragmentação de habitats (Engel, 2003).

A Resolução SMA – 8 (2008) fixou várias orientações e considerações para o reflorestamento de áreas degradadas, entre elas a necessidade de revisão periódica dos termos contidos nas resoluções anteriores, considerando o avanço do conhecimento científico e dos resultados obtidos com as aplicações práticas; liberação de lista de espécies nativas regionais; orientações para a atividade de recuperação de áreas; atualização de dados em relação a porcentagem e quantidade de espécies florestais nativas de ocorrência regional. Estas indicações são parâmetros para serem seguidos conforme o ambiente que está sendo trabalhado, já que cada ambiente apresenta sua particularidade em relação a solo, saturação hídrica, clima entre outros.

Vários são os programas estaduais que vêm se destacando em atividades voltadas à restauração de áreas degradadas. No Estado de São Paulo, foram desenvolvidos dois projetos que atuaram em parceria e que ganharam destaque, objetivando melhorias aos ambientes degradados: o Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas implementado pela CATI (PEMH), voltado ao estabelecimento do manejo integrado de Microbacias Hidrográficas; e o Projeto de Recuperação de Matas Ciliares da Secretaria do Meio Ambiente do Estado (PRMC), destinado à recuperação de florestas ciliares degradadas, visando a proteção do ambiente, do ecossistema e da comunidade, já que com este trabalho de recuperação, objetivou-se a melhoria e manutenção da qualidade e quantidade de água nas microbacias hidrográficas beneficiadas. São programas importantíssimos que visaram a reversão do quadro de degradação que o ambiente se encontra atualmente.

O desenvolvimento de estudos voltados aos métodos de restauração de áreas degradadas, que hoje vêm tomando cada vez mais destaque, são imprescindíveis há necessidade da intervenção do homem nos processos para estabilizar e restaurar ecologicamente os ecossistemas naturais, além de reverter o processo da degradação, auxiliando assim a sucessão natural (Rodrigues, 2004).

Porém, poucos são os trabalhos, técnicos e científicos, desenvolvidos para restauração de áreas degradadas úmidas, ou seja, as áreas brejosas, que abrigam florestas paludosas. A restauração dessas florestas é pouco realizada por serem florestas com características específicas, de solos hidricamente saturados constantemente, exigindo métodos adequados e espécies vegetais adaptadas a este tipo de ambiente. Além disso, os viveiros de mudas de espécies nativas para restauração florestal enfrentam dificuldades na

produção de alta diversidade de espécies vegetais indicadas para a restauração de ambientes úmidos degradados.

O objetivo deste capítulo é fazer uma revisão de literatura sobre a degradação das florestas paludosas e aspectos relacionados a métodos de restauração dessa formação florestal.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. FLORESTA ATLANTICA**

A Floresta Atlântica está distribuída em diferentes situações e regiões, ou seja, em locais que apresentam altas precipitações anuais e em outros que apresentam características de seca. A invasão urbana mostra ter auxiliado e muito no desmatamento, principalmente da floresta atlântica, pois São Paulo e Rio de Janeiro representam 70% da população brasileira habitando áreas onde esteve presente essa Floresta (Metzger, 2009).

A Floresta Atlântica é mundialmente reconhecida por suas riquezas de espécies tanto em fauna quanto em flora, e também pela ameaça degradatória que vem sofrendo em todos estes anos, até os dias atuais. A busca pelo desenvolvimento econômico é a principal causa da degradação das Florestas Atlânticas, onde o desmatamento de espécies vegetais nativas ocorreu para dar espaço à cultura da cana de açúcar, do café e hoje em dia pela ocupação urbana (Dobson, 1999).

No Brasil a degradação ambiental existe há mais de 500 anos, no mundo há mais de 20.000 anos, já que existem lugares habitados a mais tempo (Rodrigues, *et. al.*, 2009 *apud* Brown and Brown, 1992; Dean, 1995). A Floresta Atlântica, segundo a Fundação SOS Mata Atlântica (2008), tem sido o bioma mais atingido com a degradação, ou seja, nos dias de hoje apesar das legislações a favor da proteção e preservação destas florestas, ainda há o desmatamento de aproximadamente 0,25%/ano, ou seja, 350 Km<sup>2</sup>/ano.

Levantamentos recentes mostram que restam apenas 7,6% da cobertura original da Mata Atlântica *sensu lato* e que grande parte dos remanescentes contínuos está no Estado de São Paulo (*apud* Oliveira, 2007 – Kronka et al. 1993).

Classificada como um “hotspot” (local rico em biodiversidade e posto em riscos em função de atividades antrópicas), segundo, Meyrs et. al. (1999), o bioma da Floresta Atlântica caracteriza-se por possuir em sua biodiversidade aproximadamente 20.000 espécies de plantas, 1400 espécies de vertebrados terrestres e milhares de espécies de



invertebrados, muitos dos quais se encontram em extinção. Neste bioma, em especial, a degradação é assustadora, principalmente, pela quantidade de espécies de fauna e flora que atinge, ou seja, apenas 1% da vegetação nativa encontra-se protegida em áreas de reserva, em sua maioria na “Serra do Mar”, e ainda assim, sofrem ameaças pelo “efeito de borda” (Laurence, 2009).

Novos artigos científicos voltados à importância da Floresta Atlântica estão sendo escritos, com foco em *Biologia da Conservação*. As pesquisas vêm fornecendo análise detalhada sobre distribuição geográfica atual, tamanho, isolamento, graus e formas de distúrbios dos fragmentos ainda existentes da Floresta Atlântica Brasileira (Rodrigues et.al., 2009). Essas pesquisas são importantes por fornecer dados atuais sobre o bioma, uma vez que se inicia uma nova pressão nas Florestas Atlânticas pela aprovação e uso dos “biocombustíveis”. Estas informações são fundamentais para o fornecimento de relatos sobre as consequências da fragmentação, em longo prazo, deste bioma, auxiliando no entendimento da dinâmica de outras florestas tropicais, além de buscar resguardar as espécies de fauna e flora que o bioma ainda possui (Laurence, 2009).

Alguns métodos de conservação da Floresta Atlântica já vêm sendo apresentados em estudos, muitos, dos quais já foram divulgados. Porém o objetivo final e único está em evitar ainda mais a fragmentação e degradação destas florestas (Rodrigues *et. al.*, 2009).

Pesquisadores como Scarano (2009) demonstram a importância de se preservar indo além de áreas de florestas atlânticas (*stricto sensu*) que a política atual prioriza. A importância da preservação também atinge as formações vegetais ligadas às florestas atlânticas e aos habitats marginais (restingas, brejos, topos de morros e campos de altitudes), uma vez que todas sendo preservadas protegerão várias formas de vidas e habitats diferentes.

## **2.2. MATAS CILIARES E AS FLORESTAS PALUDOSAS**

As florestas encontradas ao longo dos cursos fluviais recebem diferentes nomes, porém com significados semelhantes, variando de acordo com as condições ambientais onde se encontram. Em sua maioria, estão no entorno de nascentes, córregos e rios e apresentam características vegetativas definidas pelas condições existentes nestes ambientes específicos, recebendo em geral o nome de Matas Ciliares (Sanchez et al., 1999; Rodrigues, 2000). Este tipo de vegetação também pode ser chamado vegetação ripária ou matas de brejo, de acordo com o nível e período de encharcamento do solo (Leitão-Filho, 1982).

As Matas Ciliares, quando encontradas em ambientes específicos, em relação a clima, umidade de solo, luminosidade, recebem também nomes específicos. Como exemplo, matas ciliares em ambiente úmido, com solos saturados hidricamente em caráter permanente ao longo do ano, recebem o nome de “floresta estacional semidecidual ribeirinha com influencia fluvial permanente”, ou “Florestas Paludosas”, ou ainda “matas de brejo” (Rodrigues, 2000; Resende et al. 1998; Teixeira & Assis, 2007).

As florestas paludosas brasileiras estão associadas a vários tipos de vegetação de acordo com a localização geográfica onde são encontradas, podendo também variar em uma mesma região devido às características do solo, no caso de solos hidromórficos, que apresentam camadas escuras de matéria orgânica mal decomposta sobre camada cinzenta (gleisada), encontrados na maioria das vezes em regiões com lençol freático aflorado. Nas regiões do Sul e Sudeste brasileiros, estas florestas estão associadas principalmente ao Bioma Mata Atlântica (Resende et al. 1998; Teixeira e Assis, 2007; Teixeira *et. al.* 2008).

Geralmente as florestas paludosas são encontradas em várzeas mais elevadas e menos freqüentadas por cheias e inundações, possibilitando assim o abrigo e desenvolvimento de espécies que irão formar as florestas paludosas, ou matas de brejo, com biodiversidade variada tanto na Amazônia, Sudeste ou mesmo nas vazantes do interior nordestino (AB`Saber, 2000).

Entre os efeitos causados pelo alagamento de solos hidricamente saturados estão a redução do crescimento da parte aérea da raiz, redução na produção de biomassa, aceleração da senescência, mortalidade, limitação na difusão dos gases, redução dos nutrientes existentes no solo e um aumento na suscetibilidade das plantas à doenças (Pezeshki, 1994; Kozłowski, 1997; Blom *et al.*, 1994). Por este motivo apenas algumas espécies estão aptas a se desenvolverem neste tipo de ambiente, possuindo raízes adaptadas, formando as florestas úmidas, latifoliadas higrófilas, ou matas de brejos (Leitão-Filho, 1982).

A composição florística e a estrutura da comunidade, nas florestas paludosas são especiais, principalmente em relação à riqueza e diversidade de espécies, pois estas precisam superar o fator mais agravante ao seu desenvolvimento, ou seja, o encharcamento constante do solo. Outros ambientes que não apresentam esse tipo de solo, conseqüentemente são característicos de uma maior heterogeneidade florística, diversidade e riqueza de espécies vegetais, pois estas não sofrem o estresse como as que se desenvolvem em florestas paludosas. Sendo assim, a saturação hídrica do solo, torna-se um processo seletivo para as espécies, o que deixa o ambiente com características específicas

(Toniatto, 1998; Lobo et. al, 2000; Teixeira & Assis, 2007). Por este motivo tem se intensificado o numero de estudos referentes às florestas paludosas e alguns autores já citam através de levantamentos florísticos, espécies encontradas em remanescentes vegetais deste tipo de floresta, com potencial para se desenvolverem em áreas com solos hidricamente saturados como demonstra a tabela 1 (Teixeira et. al.,2008; Teixeira & Rodrigues, 2006).

**Tabela 1** – Apresentação de algumas espécies reconhecidas no trabalho de levantamento florístico e fitossociológico em uma área de floresta paludosa em Rio Claro (Tabela modificada – Teixeira et. al., 2008).

<b>Espécies</b>	<b>Família</b>
<i>Cróton urucurana</i> Baill.	Euphorbiaceae
<i>Calophyllum brasiliensis</i> Cambess.	Clusiaceae
<i>Cedrella odorata</i> Vell.	Meliaceae
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae
<i>Talauma ovata</i> A. St.-Hill.	Magnoliaceae
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Miliaceae
<i>Eugenia florida</i> DC.	Myrtaceae
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Meliaceae
<i>Styrax pohlil</i> A. DC.	Styracaceae
<i>Ardisia ambigua</i> Mart.	Myrsinaceae
<i>Luehea</i> cf. <i>divaricata</i> Mart.	Tiliaceae
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Bombacaceae
<i>Hedyosmum brasiliense</i> Mart.	Chloranthaceae
<i>Andira</i> sp.	Fabaceae

Outra característica destas florestas é a de se apresentarem naturalmente fragmentadas, mesmo quando inseridas em grande área florestal contínua. Por serem representativas em áreas com solo hidricamente saturado, as espécies vegetais que compõem as florestas paludosas apresentam condições de sobrevivência em ambientes fragmentados, principalmente em relação à sua reprodução (Toniatto, 1998). São consideradas áreas de preservação permanente (APP), pois desempenham papel de preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos e são encontradas em várzeas, planícies de inundação, próximas as nascentes, margens de rios ou lagos (Ivanauskas et. al. 1997).

A ocupação deste tipo de ambiente é influenciada por características próprias das espécies vegetais e está relacionada à forma pela qual os indivíduos respondem à variação dos fatores bióticos e abióticos do ambiente. Por serem florestas que se apresentam em um ambiente diretamente ligado aos cursos d'água, muito visado e cobiçado, a vegetação desaparece gradativamente para dar espaço à construção de estradas, represas e ocupações urbanas, apesar de serem ecossistemas que fornecem alimento e abrigo à várias espécies de animais, sem contar toda a biodiversidade que possuem e a função hidrológica que desempenham (Oliveira, 2007; Teixeira & Assis, 2007).

As intervenções antrópicas degradadoras prejudicam principalmente os ecossistemas destas áreas, provocando a descaracterização natural do ambiente em uma bacia hidrográfica. Nota-se a importância da realização de estudos, gerando conhecimentos sólidos para a aplicação prática de atividades de conservação e de métodos de restauração destes fragmentos florestais (Meirelles et al. 2002; Lobo & Joly, 2004).

### **2.3. SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA ESTUDO**

Alguns trabalhos de levantamento florístico em remanescentes de matas de brejo foram realizados buscando conhecimento sobre espécies que poderiam se desenvolver nestas áreas específicas, fornecendo com isso também opções para a realização de trabalhos de restauração vegetal destas áreas.

Através da consulta em algumas listas de resultados de levantamentos florísticos relacionados às áreas úmidas e citações de características específicas, foram selecionadas seis espécies para o desenvolvimento do experimento que está sendo apresentado, entre elas *Cróton urucurana* (Sangra-d'água), *Calophyllum brasiliense* (Guanandi), *Cedrella odorata* L. (Cedro), *Tapirira guianensis* (Peito-de-pombo), *Cytherexylum myrianthum* (Pau-viola) e *Ficus insipida* Willd. (Figueira), buscando assim espécies com características propícias para desenvolverem-se em áreas brejosas degradadas (Heywood, 1970; Joly et al., 2004; Barbosa, 2004; Durigan et al., 2000; Luchi, 2004; Carboni, 2007; Lorenzi, 2008; Sorreano et al., 2008; Santana et al. 2009)

Joly et al. (1992; 2004), bem como Carboni (2007), realizaram o trabalho de reconhecimento e levantamento florístico de matas ciliares de remanescentes de Mata Atlântica e Cerrado, podendo fornecer listas com espécies capazes de sobreviverem ao ambiente com solo hidricamente saturado. Entre centenas de espécies estavam: *Tapirira guianensis* (Peito-de-pombo), *Calophyllum brasiliense* (Guanandi), *Cróton urucurana* (Sangra d'água), *Cedrella odorata* L.(Cedro-do-brejo) entre tantas outras, estas

apresentam-se aptas a se desenvolverem em ambientes com alta taxa de saturação hídrica. A espécie *Cytharexylum myrianthum* (Pau-viola), também é uma espécie nativa e própria para restauração de áreas úmidas degradadas (Barbosa, 2004).

*Tapirira guianensis* Aubl. “Peito-de-pombo”, “Cupiúva” ou “Aroeirana”, é uma espécie indicada para ser usada em projetos de restauração vegetal de áreas degradadas já que é perenifólia, pioneira, heliófila, com características da floresta de planície. Pertence à família Anacardiaceae. Ocorre em todo o território brasileiro, principalmente em terrenos úmidos, em quase todas as formações vegetais, mas com maior intensidade em Mata Atlântica, também se destacando pelas peculiaridades no sistema reprodutivo, favorecendo a sua dispersão (Lorenzi, 2008; Heywood, 1970; Santana et. al. 2009).

A espécie *Croton urucurana* Baill. (Sangra d'água) pertencente à família Euphorbiaceae, é árvore pioneira de pequeno a médio porte, heliófila, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, abundante em diversas formações florestais brasileiras, especialmente na floresta estacional semidecidual (Lorenzi, 2008). Tolerância a enchimentos e inundações, mas ocorre também em clareiras e bordas de mata em terrenos secos de encosta, sendo resistente a geadas fracas. A grande importância dessa espécie está, porém, na sua utilização em reflorestamentos de áreas degradadas, como espécie preparatória da área para implantação futura de espécies secundárias e clímax, que necessitam de sombreamento, por ser planta pioneira adaptada a terrenos muito úmidos é indicada para plantios mistos em áreas ciliares degradadas, já que esta espécie apresenta estratégias adaptativas de tolerância aos estresses ambientais especialmente na composição de matas ciliares (Lorenzi, 2008; Durigan et al., 2004; Sorreano et. al., 2008; Luchi, 2004).

As árvores de *Citharexylum myrianthum* Cham (Pau-viola), da família Verbenaceae, podem atingir 25 m de altura e 70 cm de diâmetro. É característica de Floresta Ombrófila Densa de matas ciliares da Floresta Estacional Semidecidual, tendo madeira utilizável para forro, violas, caixotaria e tabuado em geral (Lorenzi, 2008). Por ser adaptado a terrenos úmidos e ter frutos apreciados pela avifauna (como pombas e tucanos), o “Pau-viola” tem sido empregado para plantios de recuperação ambiental, principalmente em áreas ripárias (Carvalho, 1994; Zanon et. al. 1997).

Entre as espécies com alta capacidade de regeneração natural em ambientes alterados pelo homem está a *Cedrela Odorata* L., “Cedro-do-brejo”, tanto que é observada como populações secundárias em pastagens, sendo polinizada por pequenos insetos e suas sementes são dispersas pelo vento. É uma planta decídua, heliófita, característica da floresta pluvial densa, sendo também largamente dispersa nas formações secundárias,

como capoeiras e capoeirões; predominantemente em solos bem drenados situados nas encostas (Lorenzi 2008; Ibrahim & Camargo 2001; Martins et. al. 2008).

Outra espécie também indicada para ser utilizada em atividades de restauração de áreas úmidas degradadas é *Calophyllum brasiliensis* Camb., “Guanandi”, da família Clusiaceae, encontrada em floresta atlântica, higrófila, certas regiões do cerrado e floresta amazônica. Geograficamente encontra-se desde a região amazônica até o norte de Santa Catarina, principalmente na floresta pluvial atlântica. É uma planta perenifólia, heliófita, exclusiva das florestas pluviais de solos úmidos e brejosos, podendo se desenvolver em florestas primárias ou de sucessão secundárias (Lorenzi, 2008; Ferreira et. al. 2007; Oliveira-Filho & Ratter 1995).

Apesar de poucos artigos científicos sobre *Ficus insipida* Willd. (Figueira-do-brejo e Figueira), Lorenzi (2008) a qualifica como uma planta semidecidual, heliófita, seletiva higrófila, característica de mata de galeria de várias formações vegetais. Encontra-se na mata pluvial atlântica, encostas úmidas, preferencialmente em várzeas muito úmidas e alagadiças. Pertencente a família Moraceae, ocorrendo na região amazônica até Góias.

Com base em sua capacidade de ocupar áreas de terreno alagadiço, estas seis espécies arbóreas foram selecionadas para o estudo de métodos de restauração florestal em áreas úmidas degradadas do interior do estado de São Paulo.

#### **2.4. ZONAS RIPÁRIAS**

As florestas paludosas ou matas de brejo, ambientes específicos e de grande importância à manutenção da qualidade e quantidade das águas, encontram-se geralmente em áreas de preservação permanente e de transição entre ecossistemas terrestres e aquáticos, com características interespecíficas. Zona Ripária é o nome dado a toda área representativa destes ambientes (Rodrigues et. al., 2000; Meirelles et. al. 2002; Lobo & Joly, 2004; Toniatto, 1998).

O termo “*riparian*” (ripária) tem sua origem do latim e quer dizer banco de areia/terra junto à margem de curso d’água, ou seja, representação da ligação entre ecossistemas terrestres com ecossistema aquáticos, reconhecidas como as áreas mais dinâmicas da paisagem (Gregory *et al.*, 1991).

Por ser uma área intimamente ligada aos cursos d’água, a preservação das zonas ripárias é de fundamental importância à manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, em uma bacia hidrográfica. A zona ripária possui um sistema

geomorfológico aberto, onde recebe matéria e energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio (Lima e Zakia, 2000).

As zonas ripárias atuam como barreiras físicas regulando os processos de troca entre os sistemas terrestres e aquáticos, desenvolvendo condições propícias à infiltração de qualquer substância, nutrientes agrícolas e poluentes. A presença de vegetação nestas zonas reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos, resíduos de adubos e defensivos agrícolas, conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno (Kageyama 1986).

A qualidade da água é um dos benefícios ambientais e econômicos decorrentes da proteção das zonas ripárias. Estas áreas apresentam benefícios quando se encontram associadas às atividades de preservação ambiental por parte dos produtores rurais e da comunidade próxima, com aplicação das práticas de preservação, restauração e de manejo adequados, seguidos com base na legislação ambiental brasileira (Attanasio, 2004 e; Naiman & Décamps, 1997).

As zonas ripárias apresentam como funções a filtragem superficial de sedimentos, diminuição da concentração de herbicidas nos cursos d'água; a retenção de nutrientes liberados pelos ecossistemas terrestres, mantendo assim a qualidade da água; a geração de escoamento direto, volume de água que causa o aumento rápido da vazão durante ou após a ocorrência de chuva, em microbacia; o aumento de armazenamento da água para o período de seca; contenção de enxurradas reduzindo o assoreamento de nascentes, córregos e rios; entre outros (Lima & Zakia, 2004; Zakia *et. al.*, 2006; Attanasio *et. al.*, 2006).

Ainda sobre aspectos ecológicos, Barella (2004) relata outras influências das florestas das zonas ripárias sobre os ecossistemas: formação de habitats e abrigos, corredores de migração, áreas de reprodução, constância térmica, regulação da entrada e saída de energia, fornecimento de material orgânico, contenção de barrancos dos rios, sombreamento, regulação da vazão e do fluxo de corrente, além da influência na concentração de elementos químicos na água.

Attanasio, *et.al.* (2006) identificaram a zona ripária utilizando os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), por meio da delimitação da Área Variável de Afluência junto à análise da vegetação característica do ecossistema ripário.

A zona riparia e sua vegetação quando preservadas, garantem parte da proteção dos recursos hídricos e conseqüentemente da qualidade de vida para o ambiente e a sociedade, já que a fonte vital para os seres vivos é a água. Como conseqüência nota-se a importância

do manejo sustentável das atividades agrícolas e da realização de atividades de restauração das áreas degradadas.

## 2.5. DEGRADAÇÃO E RESTAURAÇÃO

São conhecidas iniciativas de restauração ambiental realizadas há centenas de anos. Em meados do século XIV, a cidade de Rio de Janeiro passou por uma crise, em consequência do desmatamento da vegetação da floresta Atlântica, acarretando em falta de água para o abastecimento da comunidade local. A mando do então Imperador do Brasil, foi feito um trabalho de restauração em alguns dos ambientes degradados, através do plantio de sementes de espécies nativas e exóticas, por volta dos anos de 1862 a 1892. Esses locais hoje são conhecidos como o Parque Nacional da Tijuca e o Jardim Botânico (Rodrigues *et. al.*, 2009; Dean, 1995; Corlett, 1999).

O ambiente está sujeito a ações degradatórias cada vez mais intensas, resultando em distúrbios vindos de ações naturais ou antrópicas. Estes distúrbios resultam em alterações ambientais, podendo ser de diferentes e variados graus. De acordo com o grau de alteração e distúrbios ocasionados, o ambiente apresenta capacidade de se regenerar naturalmente, caso contrário necessita do auxílio do homem para buscar o seu reequilíbrio (Kageyama et al. 2003).

Quando certos distúrbios aos ambientes ocorrem de maneira natural, as consequências, geralmente, não são agressivas a ponto de o ambiente não conseguir se restaurar naturalmente, pois o ambiente é dinâmico, encontra-se constantemente em situações de alterações e tenta adaptar-se a estas, sempre pondo em prova a sua resiliência. Porém quando o distúrbio ao mesmo ambiente tem origem antrópica, geralmente, é de maior intensidade e são mais frequentes, comprometendo a resiliência deste ambiente e conseqüentemente a sua recuperação natural. Com o passar do tempo a frequência e intensidade dos distúrbios antrópicos, resultam na incapacidade de restabelecimento da vegetação, atingindo um estágio irreversível de degradação (Kageyama et al., 2003; Carpanezzi et al. 1990).

A degradação é um conceito que está relacionado aos resultados ambientais negativos a partir de efeitos de distúrbios naturais ou antrópicos, como perturbações, desmatamentos, grandes queimadas e a mineração (Rodrigues & Gandolfi., 1998).

Um dos principais fatores da degradação ambiental foi e continua sendo a expansão desordenada das fronteiras agrícolas, através do uso incorreto da paisagem e principalmente dos solos, em considerável parte do nosso país. Outras atividades como a



exploração florestal, a agricultura, mineração, construção de reservatórios a expansão das áreas urbanas e periurbanas e a poluição industrial, também vêm agravando ainda mais a situação das áreas degradadas (Rodrigues, 2004).

A perda da biodiversidade e da qualidade e quantidade de água no ambiente são algumas das conseqüências do processo de destruição das vegetações nativas. As zonas ripárias foram altamente degradadas por estarem diretamente associadas aos cursos d' água, locais muito procurados para o desenvolvimento e exploração da agricultura (Engel, 2003).

Entre as principais conseqüências apresentadas pela destruição e desaparecimento dessa vegetação estão: ausência da cobertura vegetal; alteração das condições e características locais; geração de desequilíbrio ecológico em grandes dimensões; escoamento superficial de resíduos para o leito dos rios, com acúmulo de sedimentos e o rebaixamento do nível do lençol freático; perda da fertilidade do solo; extinção de espécies de animais terrestres e aquáticos, perda de fatores abióticos, ou seja, desequilíbrio total dos ecossistemas envolvidos com este ambiente, gerando sempre resultados negativos (Reis, 2006; Rodrigues, 2000; Engel & Parrota, 2003; Carpanezzi *et al.*, 1990).

As perturbações chegam a ser tão intensas e freqüentes, que levam alguns dos ambientes a perderem toda a sua resiliência, tornando-os incapazes de se regenerarem sozinhos. Com isso, torna-se necessário a intervenção de ações humanas para auxiliarem na reversão deste processo. Esta intervenção deve ser realizada com métodos de restauração, buscando a restituição do ambiente degradado, através do aceleração e direcionamento da sucessão natural, sempre trabalhando com projetos pré-elaborados de acordo com as necessidades apresentadas por cada situação (Kageyama *et al.*, 2003; Resolução SMA - 8, 2007).

Várias são as palavras usadas para designar a restauração de um ambiente degradado, como recuperação, revegetação, reflorestamento, entre outras. A preocupação em se reparar os danos provocados pelo homem aos ecossistemas é anterior à década de 1980, período em que o termo restauração ecológica passou a ser usado, já que a ecologia de restauração passou a ser reconhecida como uma ciência no mesmo período (Engel, 2003).

O ato de recuperar uma área degradada tem como objetivo trazer o ambiente à sua forma original (Ribeiro & Schiavinni, 1998). Porém, na maioria das vezes não é possível, pois para que o ambiente degradado retorne novamente à sua forma original, ele teria que ter todas as características que apresentava antes de ser degradado. Segundo Reis & Kageyama (2003), a palavra e a atividade “restauração” estão relacionadas à restituição de

um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original. Para Ferreira *et al.* (2004), a palavra restaurar apresenta como significado “por em vigor novamente” ou “restabelecer”.

Na prática, a restauração ecológica significa recuperar condições de sustentabilidade do ambiente, sem ter como objetivo principal a similaridade ao ecossistema que existiu no passado. Abrange como foco principal para o ambiente a auto-sustentabilidade em longo prazo, podendo chegar à restauração da estrutura e função, que havia se perdido com o processo degradatório. Assim, naturalmente ocorrerão os processos naturais e a sucessão secundária neste ambiente, aumentando sua complexidade estrutural e funcional com o passar do tempo (Engel & Parrota, 2003).

A tendência mundial é adotar o termo “restauração”, definindo seus objetivos, seus desafios e limitações ecológicas, econômicas, sociais e técnicas.

Pesquisas nessa área devem ter como desafio avaliar os métodos de restauração adotados na recuperação de áreas degradadas, pois os resultados são apresentados em longo prazo, em um período necessário para evolução das espécies vegetais plantadas, ou seja, andamento natural de desenvolvimento de restauração ambiental. Acompanhamentos já estão sendo feitos e alguns resultados já estão sendo apresentados a curto prazo, proporcionando a seleção dos melhores métodos com base nesses resultados apresentados (Engel & Parrota, 2003).

A atividade de restauração poderia deixar de ser necessária se a preservação das matas ciliares fosse respeitada segundo a legislação ambiental brasileira (Machado, 2002, [www.ibama.gov.br](http://www.ibama.gov.br)) seguindo-se a recomendação (Tabela 2) para as propriedades agrícolas nas condições propostas pela legislação.

A legislação ambiental brasileira é bastante completa, apesar de não ser cumprida de maneira adequada. Entre as leis ambientais está a Lei das Florestas (nº 4.771, 15/09/1995) há tempos existente e que há poucos anos vem sendo realmente reconhecida e respeitada, principalmente, pelos produtores rurais. O atraso no cumprimento desta Lei resultou em degradação desordenada em grande escala e na demora em se restaurar ambientes degradados, em especial as APP`s, na maioria do território de florestas brasileiras (SMA – 8, 2008; Engel & Parrota, 2003; Rodrigues *et al.*, 2009). Atualmente, nota-se além das áreas desmatadas, as conseqüências desta ação, ou seja, as alterações ambientais climatológicas em escala global tais como chuvas fora de época, secas quando deveria estar chovendo, alterações de temperaturas, a falta de água e o excesso da mesma em varias regiões do mundo. Isto chama a atenção para a importância da realização de

atividades de conscientização sobre os prejuízos e desequilíbrios causados pelas degradações ambientais e sobre a importância de se preservar a natureza e recuperá-la (SOS Mata Atlântica, 2008).

**Tabela 2** – Áreas protegidas, segundo a Legislação Ambiental Brasileira. (Fonte: adaptado Gandolfi & Rodrigues, 2007).

<b>Tipo de Área</b>	<b>Regras Segundo a Legislação Ambiental Brasileira</b>
Área de Preservação Permanente (APP)	Margens de cursos d'água e entorno de nascentes, largura dependendo da largura do rio: 30m de preservação (para rio com 10 m de largura); 50m de preservação de raio ao redor de nascentes.
Reserva Legal (RL)	Corresponde a uma porcentagem da propriedade rural (20% da área da propriedade, no estado de São Paulo, excluída a APP), pode ser explorada economicamente, com menor impacto ambiental, além de ter que estar ocupada por espécies nativas e não ser permitido o corte raso.
Áreas Agrícolas Destinadas a Produção	As áreas de menor aptidão devem ser reservadas para complementação da RL e as áreas destinadas a agricultura devem ser aproveitadas com a melhor tecnologia possível.

## **2.6. MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO EM AMBIENTES DEGRADADOS.**

A atividade de restauração em áreas degradadas é baseada em métodos e procedimentos organizados. Esta atividade é antiga e sempre procurou reverter quadros degradatórios, porém estes eram focados em atividades únicas e diretas, como controle de erosão, melhoria de paisagem, recuperação do solo. Há alguns anos essa atividade tem como foco principal a restauração ecológica, respeitando suas antigas características e buscando integrar o ambiente como um todo, buscando ainda garantir a auto sustentabilidade e a evolução natural do ambiente (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

Segundo Rodrigues (2004), há aproximadamente 19 anos, tem se intensificado a realização de estudos dos processos de restauração de ambientes degradados, gerando conhecimentos significativos sobre a dinâmica de formações naturais. Isso tem conduzido a uma expressiva mudança na orientação dos programas de restauração, deixando de se buscar apenas a re-introdução de espécies arbóreas numa dada área, assumindo a difícil tarefa da reconstrução dos processos ecológicos e, portanto das complexas interações da comunidade. Com essa nova visão dos processos de restauração de um ambiente

degradado, vem se desenvolvendo uma nova tendência da formulação de teorias ecológicas.

Um dos pontos de quase total consenso, entre os atuais pesquisadores, sobre o tema restauração ambiental, está baseado no efetivo restabelecimento dos processos ecológicos, responsáveis pela reconstrução gradual da floresta. Esse restabelecimento depende da presença de elevada diversidade de espécies regionais, envolvendo não só as árvores, mas também as demais formas de vida vegetal, os diferentes grupos da fauna e suas interações, alcançando com isso a auto-sucessão ecológica, ou seja, o sucesso de um resultado na implantação de um projeto de restauração está no reconhecimento prévio do ambiente degradado e nas necessidades que este ambiente apresenta para que o ecossistema volte a funcionar (Reis & Kageyama, 2003; Rodrigues & Gandolfi, 2004; Angel & Parrota, 2003).

A importância de um estudo prévio e detalhado do ambiente degradado que se pretende recuperar é tão importante que é exigido pela Resolução SMA 8 (01/02/2008), que determina o que representa restauração ambiental perante a resolução citada: “restituição de uma área desflorestada, perturbada ou degradada à condição de floresta nativa, de acordo com projeto previamente elaborado de ocupação da área”. Ainda sobre esta resolução, Artigo 3º, “a recuperação florestal deverá ser priorizada nas áreas de preservação permanente (Lei Federal 4771-65) e em especial nas cabeceiras de nascentes e olhos d’ água”, já que são pontos de reabastecimento do lençol freático, locais onde serão garantidas a quantidade e qualidade das águas de uma bacia hidrográfica.

Segundo Engel e Parrota (2003), antes de se executar o projeto de restauração ambiental é importante que se tenha feito um estudo da área onde se pretende aplicar o projeto, para se ter uma definição das atividades que deverão ser realizadas na área. Porém nunca se pode esquecer que este alvo se mantém em movimento, sendo dinâmico, com constante alteração de estrutura e funções com o passar do tempo sofrendo pressões antrópicas e mesmo ambientais. Por isso, as dificuldades de se restaurar um ambiente degradado são várias (Engel & Parrota, 2003).

A prática de conhecer a realidade das comunidades existentes em um ambiente degradado o qual se pretende restaurar, é essencial para o bom resultado no processo da restauração, principalmente se vier seguido de manutenções após a implantação da restauração. Este acompanhamento auxiliará no futuro da formação florestal, na interação entre espécies vegetais e animais, permitindo assim a manutenção das populações locais e a evolução da comunidade implantada (Gandolfi & Rodrigues, 2007).

Rodrigues & Gandolfi (2004) demonstram meios de se estudar uma área e buscar escolhas adequadas para a implantação do processo de restauração. A análise da área, ou seja, se ainda existe um remanescente da floresta original ou não, ou ainda se este encontra-se totalmente degradado, assim para cada situação há opções de um melhor método para se alcançar um melhor resultado. Dependendo da situação as escolhas podem variar de um controle de espécies invasoras à necessidade de restauração total da área através do plantio.

A Ecologia da Restauração enfatiza que o método a ser utilizado na atividade de restauração deve estar focado na resolução de problemas reconhecidos no ambiente em estudo e não apenas em atividades técnicas, onde a recuperação será somente de cobertura vegetal. Valoriza ainda, a recuperação de um ecossistema como um todo. Com isso técnicas e métodos de restauração adotados para auxiliar na recuperação, além de eficazes têm que ser adequadas às peculiaridades da área, ficando anulada a hipótese de se adotar um método de recuperação padrão para diferentes tipos de problemas e realidades apresentado pelo local (Ferreira et al., 2007).

Algumas das ações de restauração usadas pelo LERF (Laboratório de Ecologia e Restauração Vegetal LCB/ ESALQ/ USP) baseados em uma análise prévia do ambiente que será restaurado estão demonstradas na Tabela 3. Estes métodos vêm sendo usados em muitos projetos de restauração nos dias atuais, com resultados satisfatórios, segundo acompanhamentos científicos (Rodrigues & Gandolfi, 2004).

Entre os métodos de restauração, o que mais tem sido aplicado nos últimos anos é o de plantio de mudas em área total. Antes mesmo de se plantar as espécies vegetais é necessário analisar o ambiente, bem como o que este apresentava antes de ser degradado e a possível diversidade de espécies vegetais. Deve-se analisar a possibilidade de uma regeneração natural, as interações plantas e animais e a representatividade das populações, para que se alcance um resultado satisfatório com a aplicação da atividade de restauração. A maioria dos pesquisadores adota o plantio de espécies nativas com diversidade em áreas degradadas para formar uma floresta semelhante à que existiu no passado, o que pode facilitar a ação dos polinizadores e dispersores que ali ainda existem, aumentando a probabilidade dessa nova comunidade se auto-regenerar naturalmente (Engel e Parrotta, 2003; Kageyama, 1986; Kageyama *et al.*, 2003; Gandolfi & Rodrigues, 1996). Ter várias opções de métodos de restauração ambiental e de custos para realização desta atividade é motivador, principalmente aos pequenos e médios produtores rurais.

**Tabela 3** – Métodos de restauração vegetal. Fonte: Adaptado de Rodrigues e Gandolfi, 2000.

<b>A</b>	Proteção da área	1- Pré-requisito de qualquer ação de restauração: Isolamento e retirada de fatores de degradação (Fogo, gado, descarga d'água, etc).
<b>B</b>	Adequação do local a ser restaurado (recuperação do solo).	2- Recuperação das características físicas do solo; 3 – Recuperação das características químicas do solo; 4- Restabelecimento da dinâmica da água do solo (drenagem do solo, reconstrução da calha do rio)
<b>C</b>	Restauração de áreas com Potencial de auto recuperação (Manejo da regeneração natural)	5- Controle de competidores; 6- Indução do banco de sementes autóctone; 7- Condução de regeneração natural; 8- Adensamento com mudas ou sementes; 9- Enriquecimento com mudas ou sementes.
<b>D</b>	Recuperação de Áreas sem potencial de auto - recuperação (Introdução de espécies)	10-Introdução de espécies arbustivas – arbóreas nativas regionais combinadas em vários grupos em área total, por meio de sementes ou do plantio de mudas. 11-Introdução de ilhas de diversidade – diferentes densidades e diversidade de espécies arbóreas – atração de dispersores de sementes e de propágulos de outras espécies de áreas florestais remanescentes.
<b>E</b>	Resgate da Diversidade vegetal (Enriquecimento de espécies e de formas de vida)	12- Transferencia de serapilheira e banco de sementes alóctones; 13- Transplante de plântulas e/ou de indivíduos jovens alóctones; 14- Introdução de poleiros naturais e artificiais.
<b>F</b>	Aproveitamento econômico	15- Introdução de espécies de interesse econômico.

Quando o método escolhido para ser aplicado na área a ser restaurada for o de plantio total, será fundamental que o projeto esteja voltado à valorização das espécies a serem plantadas na área, buscando o desencadeamento ou a aceleração do processo de sucessão ecológica e a auto-sucessão. Este é o processo inicial através do qual uma comunidade evoluirá, tendendo a se tornar progressivamente mais complexa, diversificada e auto-sustentável (Reis & Kageyama, 2003).

Esse método de plantio de mudas é o mais utilizado no Brasil, pois apresenta como vantagens a garantia da densidade de plantio, pela alta sobrevivência e o espaçamento regular obtido, facilitando os tratos silviculturais. Para isso as mudas têm que ser de alta qualidade, auxiliando na garantia de sucesso do plantio e na atividade de restauração deste ambiente.

O método de semeadura direta, também é utilizado como meio de restauração de ambiente degradado, já que em florestas tropicais a dispersão de sementes é o principal fator de regeneração do ambiente. Para que esta atividade apresente sucesso é necessário o

conhecimento e a procedência das sementes que serão utilizadas, bem como o seu índice de germinação (Botelho *et al.*, 2001).

Há ainda a possibilidade de cultivo temporário (feijão, abóbora, milho, entre outras culturas) nas entrelinhas da área a ser restaurada, gerando retorno econômico ao pequeno produtor (até 30 hectares) e também ao produtor que tem como objetivo implantar área de reserva legal (SMA - 8, 2008). Esta prática diminui ainda a manutenção da área durante o processo inicial de sua recuperação e permite ainda eleger outros métodos de restauração como a nucleação, ou outras opções de baixo custo aos produtores (Engel & Parrotta, 2003; Gandolfi & Rodrigues, 2007).

A escolha ou elaboração de um modelo ideal de restauração de área degradada está em constate aprimoramento e além dos conhecimentos ecológicos, demográficos, genéticos, biogeográficos também são necessárias informações sobre o ambiente físico e biológico regional. No caso de restauração de APP's, torna-se adequado o plantio misto com o máximo de diversidade de espécies nativas possíveis, objetivando restaurar tanto a estrutura como a dinâmica florestal (Kageyama & Gandara, 2004).

Segundo Kageyama & Gandara (2004), entre os modelos de restauração conhecidos e mais utilizados de acordo com o estudo prévio do ambiente e de acordo com o objetivo da restauração ambiental estão:

- Modelo de plantio ao acaso: ou plantio misto de espécies sem ordem ou arranjo pré-determinado, caracterizado pela não importância dada à localização ou arranjo das espécies pioneiras ou climácias no momento do plantio, priorizando as espécies nobres da floresta, as quais seriam intermediárias na sucessão. Assim, este modelo considera que todas as espécies são semelhantes quando estão competindo entre si. A parte negativa deste método está na demora do crescimento das espécies quando não em condições adequadas de luz, levando mais tempo para a implantação da floresta, encarecendo a operação e causando menor sobrevivência em relação às espécies que necessitam de sombreamento inicial.

- Modelo Sucessional: realizado através da implantação de florestas mistas, buscando, pela restauração artificial, uma situação aproximada do que ocorreria na natureza. Este modelo separa as espécies em grupos ecológicos e as une em modelos de plantio, sempre buscando um arranjo onde a distribuição das espécies corresponda a uma forma onde as pioneiras dêem condições de sombra às secundárias iniciais e estas forneçam sombreamento parcial às secundárias tardias.

- Plantio por Sementes: pode ser utilizado quando há disponibilidade de sementes precocemente e em grande quantidade e quando existe algum impedimento ao plantio de mudas, tal como dificuldade de acesso e inexistência de viveiros. Este método pode ser usado tanto para a introdução de espécies pioneiras em áreas sem cobertura florestal, bem como para a introdução de espécies não pioneiras no enriquecimento de florestas secundárias.

- Regeneração Natural: para este método ser escolhido é necessário que exista, ao redor da área, um banco de sementes ou plântulas de espécies pioneiras e áreas com vegetação natural, funcionando como fonte de sementes de espécies não pioneiras por dispersão natural à área de interesse. Quando todos esses pré-requisitos existem, não é necessária a introdução de espécies (pioneiras ou secundárias), mas sim realizar a eliminação de invasoras muito agressivas, que podem retardar ou impedir a sucessão da restauração no ambiente.

- Restauração em Ilhas: opção que acima de tudo busca baratear o projeto de restauração do ambiente. Surgiu através de pesquisas em pequenos fragmentos ou até mesmo uma árvore isolada, capaz de exercer o papel de dispersor de sementes por meio de fauna dispersora, contribuindo com a aceleração na sucessão ao seu redor. Assim, através da implantação de “ilhas” de espécies vegetais, este ambiente pode ser recriado, possibilitando sua restauração. Este modelo pode ocorrer através do plantio de espécies pioneiras e não pioneiras em forma de ilhas, ou através do plantio de não pioneiras em ilhas e espécies pioneiras em área total. A diferença entre os dois métodos está no custo e no tempo de desenvolvimento. No caso do primeiro método, apresenta um custo mais reduzido e um processo mais lento, enquanto o contrário acontece com o segundo método.

Atualmente, alguns modelos de restauração para ambientes degradados, principalmente em florestas tropicais, matas ciliares, APP's (Áreas de Proteção Permanentes) estão sendo planejados com foco na restauração dos processos ecológicos, considerados responsáveis pela reconstrução de uma comunidade funcional, com elevada diversidade de espécies. Compreende-se com isso que num mesmo conjunto de condições ambientais, possa ocorrer o restabelecimento de diferentes comunidades finais funcionais, cada qual com particularidades florísticas e fitossociológicas definidas pelo histórico do que foi no passado e pela perspectiva do que se pretende no futuro, considerando as possíveis perturbações naturais e antrópicas para o ecossistema que irá se formar (Rodrigues & Gandolfi, 2004; Engel & Parrotta, 2003; Kageyama *et al.*, 2003).



Tão importante quanto todos estes métodos também se destaca a manutenção destas áreas através de roçadas, coroamentos, cuidado com plantas invasoras e formigas, além de outros itens prejudiciais ao desenvolvimento da implantação do processo de restauração de um ambiente degradado.

## **2.7. PROGRAMAS ESTADUAIS**

Devido à crescente conscientização da comunidade, empresários, agricultores e representantes municipais, estaduais e federais, sobre as complicações e conseqüências da degradação ambiental, movimentos de entidades e realizações de programas estaduais estão sendo desenvolvidos para o favorecimento e incentivo a restauração destes ambientes.

Os programas de restauração estaduais priorizam a restauração de áreas ligadas as APP's (Áreas de Proteção Permanentes), como as matas ciliares, diretamente relacionadas a proteção dos recursos hídricos e do solo.

A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo desenvolveu o Projeto de recuperação de Matas Ciliares (PRMC), com trabalhos de recuperação de APP's em microbacias hidrográficas.

Esse projeto foi desenvolvido de forma integrada ao Programa Estadual de Microbacias hidrográficas (PEMH) da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI/SAA-SP), visando reforçar sua dimensão ambiental com objetivo de incrementar ações e implantar tecnologias que proporcionem o desenvolvimento rural sustentável, aliando a produção agrícola e a conservação do meio ambiente. O PEMH foi realizado no período de 2004 a 2009 ([www.sma.sp.gov.br/dezembro](http://www.sma.sp.gov.br/dezembro), 2008).

O PRMC (Projeto de Recuperação de Matas Ciliares – Secretaria do Meio Ambiente do Estado) foi um programa que viabilizou projetos de restauração de matas ciliares de longo prazo e de abrangência estadual. Este programa beneficiou 15 microbacias pertencentes às 5 das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGHRI). Estas áreas foram escolhidas de acordo com seu alto grau de degradação, suscetibilidade à erosão, o tipo de solo e o Índice de desenvolvimento humano da região, entre outros itens, sendo assim escolhidas as bacias Hidrográficas Aguapeí, Mgi-Guaçu, Paraíba do Sul, Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí e Tietê/Jacaré. Dentro de cada bacia hidrográfica, ouve a seleção de três microbacias e então se deu início aos projetos de restauração ambiental. Estes projetos foram gerenciados por associações e ONGs e o patrocínio foi feito pelo

BIRD e “The World Bank”, através da Secretaria do Meio ambiente do Estado de São Paulo, durante os anos de 2004 a 2009 (Jornal Mata ciliar, 2007).

O Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas do Estado de São Paulo (PEMH) objetivou o desenvolvimento sustentável local, em decorrência da situação diagnosticada referente ao nível da degradação ambiental e à gama de problemas socioeconômicos encontrados no campo. Este programa foi elaborado e implantado pelo Governo do Estado de São Paulo, com financiamento parcial do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), a Associação Internacional de Desenvolvimento (AID) e o Governo do Estado de São Paulo. O PEMH teve como área de ação as microbacias hidrográficas, priorizando aquelas onde a qualidade de vida e o meio ambiente estavam comprometidos e muito prejudicados, beneficiando assim os pequenos produtores rurais e suas famílias ([www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br), /janeiro, 2009).

Para o ano de 2010, o Governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI) e a Secretaria do Meio Ambiente está preparando o Programa Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável - Microbacias II - "Acesso ao Mercado", a ser financiado pelo Banco Mundial ([www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br), abril, 2009; Jornal Mata ciliar/SMA, 2008).

A Microbacia do Médio Ribeirão São João, localizada no município de Mineiros do Tietê (SP), inserida na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré, recebeu os incentivos do PEMH e do projeto de Recuperação de Matas Ciliares. Essa microbacia possui área de 1900 há e 56 produtores rurais. No mesmo município o PEMH também foi desenvolvido na microbacia Hidrográfica Ribeirão São João, com 3.550 ha e 86 produtores rurais, (São Paulo, 1997; CATI, 2009).

Com todas estas unidades públicas envolvidas e comprometidas com a restauração dessas APP`s degradadas, nota-se que o ambiente está sendo melhor considerado e que a comunidade está se sensibilizando para as necessidades de se restaurar e preservar. Com isso, observa-se também a importância da realização de pesquisas mais específicas sobre métodos eficazes de restauração ecológica.

O objetivo desse capítulo foi fazer uma revisão de literatura integrada à uma análise crítica sobre a degradação das florestas paludosas e aspectos relacionados a restauração dessa formação florestal como métodos e políticas públicas estaduais e assim expor a importância de estudos nessa área.

### 3 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB`SABER A. N. O Suporte Geoecológico das Florestas Beiradeiras (Ciliares). in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp.235-247.
- ATTANASIO, C. M. Planos de Manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. 193 p.
- ATTANASIO C. M.; RODRIGUES R. R.; GANDOLFI S.; NAVE A. G. Adequação Ambiental de Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Biológicas Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Piracicaba – SP, 67p, 2006.
- BARELLA W. JUNIOR M. P., SMITH W. S., MONTAG L. F. A. As Relações entre as Matas Ciliares, os Rios e os Peixes. in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp. 187 - 208.
- BARBOSA L. M. Conservações Gerais e Modelos de Recuperação de formações Ciliares. In: RODRIGUES R. R. & LEITÃO FILHO H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/FAPESP, 2004, pp. 289 – 312.
- BLOM, C. W.; *et. al*; 1994. Physiological ecology of riverside species: adaptive responses of plants to sub emergence: *Annals of Botany* 74: 253-263.
- BOTELHO, S. A.; FARIA, J.M.R.; NETO, A.E.F.; RESENDE, A.V. Implantação de Florestas de Proteção. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 81 p.
- CARBONI M. Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influencia fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru – SP. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007.
- CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: **Congresso Florestal Brasileiro**, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. São Paulo: SBA/SBEF, 1990. p. 329-336.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais,potencialidades e uso da madeira. Colombo: **EMBRAPA-CNPQ/SPI**, 1994. 640p.
- CATI (Coordenaria de Assistência Técnica Integral), [www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br), Programas Bacias Hidrográficas, 15hs09min, 26-01-2009.
- CORLETT, R.T., Environmental forestry in Hong Kong: 1871–1997. *Forest Ecology and Management* 116, 93–105, 1999.

- DEAN, W.,. With Broadax and Firebrand: The Destruction of the Brazilian Atlantic Forest. University of California Press, Berkeley, 1995.
- DOBSON A. P.; BRADSHAW A. D.; BAKER A. J. M. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. **Science**, 277/515-522, 1999.
- 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. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/FAPESP, 2004, pp. 159-168.
- ENGEL V. L. Manejo sustentável e Restauração Florestal. Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Anais - Instituto de Botânica – São Paulo, 2003, pp. 21 – 31.
- ENGEL V. L.; PARROTTA J. A. Definindo a Restauração Ecológica: Tendências e Perspectivas Mundiais. in: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. et al. (coords.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003, pp. 1-26.
- FERREIRA C. A. R.; FIGLIOLIA M. B.; ROBERTO L. P. C.; Ecofisiologia da Germinação de Sementes de *Calophyllum brasiliensis* Camb. IF Sér. Reg., São Paulo, n. 31, p. 173-178, jul. 2007.
- FERREIRA, A. B. H.; ANJOS M.; FERREIRA M. B. [et. al.] Miniaurélio: o minidicionário da língua portuguesa. 6. Ed. Ver. Atualizada. – Curitiba: Positivo, 2004. 896 p.
- FERREIRA W. C.; BOTELHO S. A.; PAVIDE A. C.; FARIA J. M. R. Avaliação de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, V. 31, n. 1. Viçosa. Jan/Fev, 2007.
- GANDOLFI S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: **Fundação Cargill** (coord.), Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas, 2007, pp.109-143.
- GANDOLFI, S. & RODRIGUES, R. R. “Recomposição de Florestas Nativas: Algumas Perspectivas Metodológicas para o Estado de São Paulo”. In Balensisiefer, M. (coord) Recuperação de Áreas Degradadas Apostila do *III Curso de Atualização*. FUPEF. EFPR, p.83-100, 1996.
- GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; McKEE; W. A. 7 CUMMINS, K. W. 1991. An Ecosystem Perspective of Riparian Zones. Focus on Links Between Land and Water. **Bio Science**, Vol. 41, Nº 8, pp: 540 – 551.
- HEYWOOD, V. H. **Taxonomia vegetal**. São Paulo: Editora Nacional / Editora da USP, 1970. 108p.

- IBRAHIM, M. & CAMARGO J.C.. Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? **Agroforestería em las Américas** 8: 35-41, 2001.
- IVANAUSKAS, N.M., RODRIGUES, R.R. & NAVE, G. Fitossociologia e seletividade de espécies numa floresta de brejo em Itatinga - SP. **Revista Brasileira de Botânica**, V. 20, p.139-153, 1997.
- JOLY, C. A., LEITÃO-FILHO, H. F. & SILVA, S. M. 1992. O patrimônio florístico. In Mata Atlântica (I.B. Câmara, coord.) **Índex**, Rio de Janeiro, p. 96 – 128.
- JOLY C. A.; SPIGOLON J. R.; LIEBERG S. A.; SALIS S. M.; AIDAR M. P. M.; METZGER J. P. W.; ZICKEL C. S.; LOBO P. C.; SHIMABUKURU M. T.; MARQUES M. C. M.; SALINO A. Projeto Jacaré-Pepira: O desenvolvimento de um Modelo de Recomposição da Mata ciliar com Base na Florística Regional. In: RODRIGUES R. R. & LEITÃO FILHO H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/FAPESP, 2000, pp. 271-288.
- JORNAL MATA CILIAR. **Secretaria do Meio Ambiente** – Governo do Estado de São Paulo. Ano 2, Edição nº15, 2008.
- SMA (Secretaria do Meio Ambiente do Estado), Governo do Estado de São Paulo. WWW.sma.sp.gov.br – (2008).
- KAGEYAMA P.; GANDARA F. B. Biodiversidade e Restauração da Floresta Tropical. Seminário recuperação de matas ciliares. Universidade de São Paulo, 2004.
- KAGEYAMA, P. Y. Estudo para implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público. Relatório de Pesquisa – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 236p. 1986.
- KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. *et al.* (coords.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003, 340 p.
- KOZLOWSKI, T. T.. Responses of woody plants to flooding and salinity. **Tree Physiology monograph** 1: 1-29, 1997.
- KRONKA, F.J.N, et al.. Inventário florestal do Estado de São Paulo. **Instituto Florestal**. São Paulo. 1993, 199p.
- LAURENCE, W. F. 2009.. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation** Vol. 142, p. 1137, 2009.
- LEITÃO FILHO, H. F. Aspectos taxonômicos das florestas do estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, 16:197-206, 1982.
- LIMA P. W.; ZAKIA M. J. B; Hidrologia de matas Ciliares. in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/Fapesp, 2004, pp.33-44.

- LIMA W. P. Aspectos hidrológicos da recuperação de Zonas Ripárias degradadas. Sobrade, Belo Horizonte, MG, 18-22/111/2002.
- LOBO, P. C.; & JOLY C. A. 2004. Aspectos ecofisiológicos da vegetação da mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs.). Matas Ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp: 143-157.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 384 p. vol. 1. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.
- LUCHI A. E. Anatomia do lenho de *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae) de solos com diferentes níveis de umidade. Revista Brasileira Botânica, V. 27, n.2, p.271-280, abr. – jun. 2004.
- MACHADO, P. A. L. 10<sup>a</sup> ed. Direito ambiental brasileiro. São Paulo, Edusp, 2002.
- MARTINS K.; RIBAS L. A.; MORENO M. A.; WADT L. H. O. Conseqüências genéticas da regeneração natural de espécies em área antrópica, AC, Brasil. Acta Botânica Bras. 22(3): 897-904, 2008.
- MEIRELLES M. L.; OLIVEIRA R. C.; VIVALDI L. J.; SANTOS A. R. E CORREIA J. R. Espécies de Estrato Herbáceo e Profundidade do Lençol Freático em Áreas Úmidas do Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 19p. 2002.
- METZGER J. P. Biological Conservation. Conservation issues in the Brazilian Atlantic forest. Vol. 142, p. 1138-1140, 2009.
- MEYRS N.; MITTERMEIER R. A.; MITTERMEIER C. G.; FONSECA G. A. B.; KENT J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, 853-858, 1999.
- MILARÉ, E. 1991. Legislação ambiental no Brasil. Edições APMP. Série: Cadernos informativos.
- NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review Ecological System**, Palo Alto, v.28, p.621–658, 1997.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A.. A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburg Journal of Botany** 52:141-194, 1995.
- OLIVEIRA, P. S G. Relação Solo-Vegetação Aplicada ao Planejamento da Recomposição das Matas Ciliares na Hidroelétrica Mogi Guaçu, da Cesp, no Rio Mogi Guaçu – SP. Campinas - S.P: [s/n], 2007. Dissertação de mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.
- OLIVEIRA, V. C. Efeito de Rustificação Hídrica no solo na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>e no desenvolvimento de *Calophyllum brasileinse* Camb. (Clusiaceae)/ Viviane Camila

de Oliveira. Campinas - S.P: [s/n], 2007. Dissertação de mestrado –Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

PEZESHKI S. R. Plant responses to flooding. In: WILKINSON R. E. (Org.). **Plant environment interactions**. New York: Dekker p:289-321, 1994..

REIS A.; TRES D. R; Bechara F. C. A Nucleação como novo paradigma na restauração ecológica: Espaço para o imprevisível. Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em matas ciliares. **Instituto de Botânica**, São Paulo, 2006.

REIS A.; KAGEYAMA P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interação interespecíficas. in: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. et al. (coords.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, , pp. 90-110, 2003.

RESENDE M., CURI N. e SANTANA D. P. Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações. Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS. 81p. 1998.

RESOLUÇÃO SMA – 8. **Diário Oficial Poder Executivo** – Seção I, PP. 31 e 32, Estado de São Paulo, 1 Fevereiro, 2008.

RIBEIRO J. F.; SCHIAVINI I. Recuperação de Matas de Galeria: Integração entre a oferta ambiental e a biologia das espécies. Planaltina: **EMBRAPA** – CPAC, Cerrado: matas de galeria, 1998, pp.137-153.

RODRIGUES, R.R.. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: R.R. RODRIGUES & H.F. LEITÃO FILHO. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP. pp. 91-99, 2004.

RODRIGUES R. R.; GANDOLFI S. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares in: (R.R. Rodrigues, H. F. Leitão-Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**, pp.235-247, 2004.

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. “Restauração de Florestas Tropicais: Subsídios para uma Definição Metodológica e Indicadores de Avaliação e Monitoramento”. In Dias, L. F. & Melo, J. W. V. (Ed.) **Recuperação de Áreas Degradadas**. UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. P. 203-215, 1998.

RODRIGUES R. R.; LIMA R. A. F.; GANDOLFI S.; NAVE A. G. **Biological Conservation**. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. Vol. 142, p.1242 – 1251, 2009.

SANCHEZ M., PEDRONI F.; LEITÃO-FILHO H. F. e CESAR O. Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. **Revista brasileira Botânica** vol.22 n. 1 São Paulo Apr. 1999.

SANTANA W. M. S; SILVA-MANN R.; FERREIRA R. A.; ARRIGONI-BLANK M. F.; BLANK A. F.; PODEROSO J. C. M. Morfologia de flores, frutos e sementes de pau-pombo (*Tapirira guianensis* Aublet. – Anacardiaceae) in São Cristóvão, SE, Brasil. **Revista Florestalis**, , Piracicaba, V. 37, n° 81, p. 047-054, mar. 2009.

- SÃO PAULO (Estado). **Secretaria de Agricultura e Abastecimento** – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas – Seção Operativa. São Paulo, 1997, 191 p.
- SCARANO F. R. Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: Rare-species bias and its risks for conservation. **Biological Conservation**, 142 / 1201–1208, 2009.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO – Governo do estado de São Paulo. **Jornal Mata Ciliar**. Ano 2. Edição nº 15. Agosto de 2008.
- SOS Mata Atlântica. Site: WWW.sosmataatlantica.org.br, Mata Atlântica – SP, Maio às 11h: 46min, 2008 / 2009.
- SORREANO, M. C. M.; MALAVOLTA E.; SILVA D. H.; CABRAL C. P.; RODRIGUES R. R. Deficiência de Micronutrientes em mudas de Sangra d'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Revista Cerne**, V. 14, nº 2, p. 126-132, Abr/jun. Lavras, 2008.
- TEIXEIRA A. P.; ASSIS, M. A. Estrutura Diamétrica e Distribuição Espacial de Espécies Arbóreas em uma Mata de Brejo no Município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 567-569, jul. 2007.
- TEIXEIRA A. P.; RODRIGUES R. R. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. **Acta botânica Brasileira**. 20(4): 803-813. 2006.
- TEXEIRA A. P.; ASSIS M. A.; SIQUEIRA F. R.; CASAGRANDE J. C. Tree species composition and environmental relationships in a Neotropical swamp forest in Southeastern Brazil. **Wetlands Ecol. Manage**, 16:451–461, 2008.
- TONIATO, M.T.Z., LEITÃO FILHO, H.F. & RODRIGUES, R.R. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, 21: 197-210, 1998.
- ZAKIA, M.J.B.; RIGHETTO, A.M.; LIMA, W.P. Delimitação da zona ripária em uma microbacia. In: LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. (Org.) As florestas plantadas e a água: implementando o conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos: **RIMA**, p.89-106, 2006.
- ZANON A.; CARPANEZZI A. A.; FOWLER J. A. P. Germinação em laboratório e armazenamento de sementes de Tarumã-Branco (*Citharexylum myrianthym* CHAM.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, nº 35, p.75-82, jul./dez. 1997.



## CAPITULO II

**AVALIAÇÃO DE TRÊS MÉTODOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE ÁREAS ÚMIDAS DEGRADADAS NO MUNICÍPIO DE MINEIROS DO TIETÊ, SP.**

**RESUMO** – As matas ciliares, vegetação que acompanha os cursos d'água, vêm recebendo atenção especial, principalmente devido ao intenso desmatamento a que têm sido submetidas, uma vez que estes eventos comprometem todo o equilíbrio do ecossistema, desorganizando o ambiente. Algumas matas ciliares situam-se em solos hidricamente saturados, sendo chamadas matas de brejo, e poucos são os métodos para restauração destes ambientes. Foi desenvolvido um estudo objetivando avaliar três formas de restauração florestal em uma área permanente brejosa no município de Mineiros do Tietê, SP, às margens do Ribeirão São João. Foram testadas três formas de plantio, ou seja, convencional, montículos e rustificação, empregando-se seis espécies florestais arbóreas: *Callophylum brasiliensis* Cambess. (Clusiaceae), *Citharexylon myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardeaceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) e *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae). Após 12 meses houve sobrevivência de grande proporção das mudas plantadas para todas as espécies estudadas. Sangra-d'água apresentou os melhores resultados em praticamente todas as condições avaliadas. Verificou-se que o plantio em montículos foi o que apresentou, em geral, os melhores resultados quanto ao desenvolvimento, para a maior parte das espécies, seguido do plantio sob rustificação, sendo o pior desempenho observado no plantio convencional. Para peito-de-pombo, entretanto, o segundo melhor desempenho ocorreu no plantio convencional. Houve também variação na resposta de pau-viola que apresentou melhores resultados no plantio sob rustificação, seguido de plantio em montículos. Na última avaliação o crescimento foi significativamente maior nos plantios em montículos e rustificação somente para sangra-d'água e pau-viola, não havendo diferença significativa no desempenho das demais espécies. Isto pode indicar que após a fase de crescimento inicial estas mudas têm crescimento equivalente indiferentemente da forma de plantio empregado. Avaliações subsequentes são recomendadas para monitorar eventuais diferenças que possam vir a se estabelecer ou se realmente ocorrerá uma uniformização no desenvolvimento das espécies sob as formas de plantio em estudo.

**Palavras Chaves:** Métodos de restauração vegetal, matas ciliares, florestas paludosas, espécies típicas, zona ripária, microbacia.

## EVALUATION OF THREE METHODS OF FOREST RESTORATION IN HUMID DEGRADED AREAS IN “MINEIROS DO TIETÊ” MUNICIPALITY, SÃO PAULO STATE, SOUTHEASTERN BRAZIL.

### ABSTRACT

The riparian forests, which follows the water courses, are receiving special attention, mainly due to the massive deforestation that have been submitted. These events undermine the entire balance of the ecosystem, disrupting the environment. Some riparian forests are located in water saturated soils and are called swampy forests, and there are few methods for restoration of these environments. A study was made to evaluate three types of forest restoration in a permanent wetland area in the municipality of Mineiros Tietê, São Paulo State, Southeastern Brazil, along the banks of the São João Creek. Three tillage methods were tested, ie conventional method, mounds method and a hardening method, using six forest tree species: *Callophylum brasiliensis* Cambess. (Clusiaceae), *Citharexylon myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) and *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae). After 12 months there was survival of a large proportion of seedlings planted for all species. *Croton* showed the best results in almost all conditions evaluated. It was found that planting in mounds presented, in general, the best developmental results for most species, followed by planting on hardening. The worst method was the in conventional tillage. For *Tapirira*, however, the second best performance occurred in conventional tillage. There was also variation in the response of *Citharexylon* that had better results in the planting on hardening, followed by planting in mounds. The last assessment of the growth was significantly higher in plantations in mounds and hardening only for *Croton* and *Citharexylon*, with no significant difference in the performance of the other species. This may indicate that after the initial growth phase the performance of these seedlings are equivalent regardless the method of tillage utilized. Subsequent evaluations are recommended to evaluate any differences that may be established or if indeed there will be an uniformity in the development of the species in the studied tillage methods.

**Key words:** Restoration methods, riparian forests, swampy forests, typical species, watershed.

## 1 - INTRODUÇÃO

As matas ciliares são formações florestais que estão associadas aos cursos d'água, nascentes e locais sujeitos a inundações temporárias ou permanentes, com a função reguladora do fluxo de água, sedimentos e nutrientes na rede de drenagem de uma bacia hidrográfica (Gonçalves et. al. 2005).

O que se busca com a restauração vegetal, são valores ecológicos e sociais. Por isso, um importante fator para a realização da atividade de restauração vegetal está na escolha de métodos que proporcionem o manejo sustentável do ambiente (Lima & Zakia, 2000).

Através da vivência adquirida pelo Projeto de Recuperação de Matas Ciliares (SMA/SP) e pelo Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (CATI/SAA/SP), durante implantação de trabalhos de restauração em áreas degradadas, além de consultas à bibliografia específica, fica evidente a necessidade da intensificação do desenvolvimento de pesquisas de métodos de restauração em solos hidricamente saturados, ou seja, áreas brejosas. Pesquisas científicas nessa área são escassas e há poucos métodos de restauração testados para áreas úmidas. Também não há o costume por parte de agricultores, órgãos públicos ou de outras entidades de se restaurar áreas degradadas brejosas, ocasionando perdas consideráveis da biodiversidade e comprometimento dos recursos hídricos.

O plantio em áreas úmidas existe, mas com o propósito agrícola e não como forma de restauração de área degradada. Existem exemplos como a horticultura a cultura do arroz que, entre outras, são plantadas sobre montículos (ou covas invertidas), para que a raiz da planta não fique diretamente mergulhada na água, permitindo o seu desenvolvimento (Pereira, 1950; Longhi, 1964).

Baseados em alguns trabalhos de levantamento florístico de áreas de brejo (Joly et. al., 2004; Carboni, 2007; Toniato *et al.* 1998), pode-se estabelecer a escolha das espécies vegetais de acordo com a sua tolerância à saturação hídrica do solo. Com experimentos desenvolvidos para obter a rustificação hídrica das plantas, ou seja, visando sua adaptação à sobrevivência e desenvolvimento em solo hidricamente saturado, importantes informações foram obtidas sobre a forma adequada do uso de espécies selecionadas para a restauração em ambientes degradados com características de matas de brejo (Joly *et al.*, 2004).

Buscando contribuir para o conhecimento de métodos de restauração de Florestas Paludosas no Domínio da Floresta Atlântica, este trabalho teve como objetivo principal avaliar três métodos de restauração o plantio em montículos, plantio de espécies rustificadas e plantio convencional, e de acompanhar o desenvolvimento de seis espécies

vegetais características de ambientes brejosos entre elas *Callophylum brasiliensis* Cambess. “Guanandi”, (Clusiaceae); *Citharexylon myrianthum* Cham., “Pau-viola”, (Verbenaceae); *Cedrela odorata* L., “Cedro-do-brejo”, (Meliaceae); *Tapirira guianensis* Aubl., “Peito-de-pombo”, (Anacardeaceae); *Ficus insipida* Willd., “Figueira-do-brejo”, (Moraceae) e *Croton urucurana* Baill., “Sangra-d’água”, (Euphorbiaceae). Desta forma procurou-se obter um método eficaz para a realização da atividade de restauração de áreas de brejo desmatadas, favorecendo, além da formação florestal, a fauna e os recursos hídricos que unidos formam os ecossistemas ripários que necessitam de equilíbrio para a manutenção de um ambiente ecologicamente sustentável.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1- ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi realizado na Fazenda Santa Fé localizada às margens do Ribeirão São João (22°26'15.40" S e 48°27'11.28" W), zona rural do município de Mineiros do Tietê – SP (Figura 1 - mapa de foto aérea 1:30.000 de 2000, cedido pelo Projeto de recuperação de Matas Ciliares / SMA SP). No ano de 1983 o cultivo de arroz ocupava área de preservação permanente dessa propriedade. Após 15 anos a área foi drenada e usada como pasto para criação de gado. Há cinco anos o local foi abandonado e assim permaneceu até a instalação do experimento.

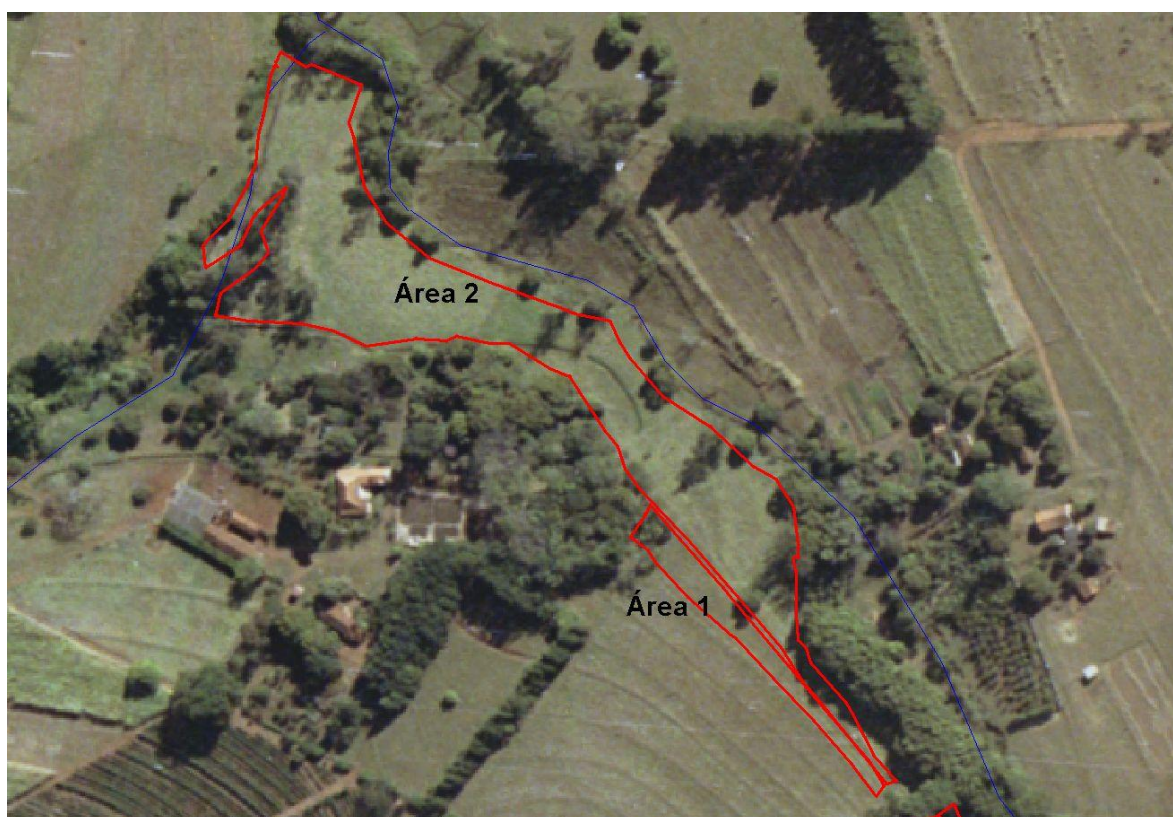
Na região a cultura de cana-de-açúcar é a predominante em seguida está a pastagem. A Figura 2, mostra a localização da área de estudo baseada em um mapa elaborado através de foto aérea (1:30.000 de 2000) com destaque para a Microbacia do Médio Ribeirão São João (1900 ha.).

A Microbacia do Médio Ribeirão São João possui área de 1900 ha e está inserida no perímetro da área de Proteção Ambiental Corumbataí – APA, da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, fazendo parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 13/Tietê – Jacaré (Attanasio, 2004. Essa foi uma das microbacias selecionadas tanto pelo Programa de Recuperação de Mata Ciliar (SMA do estado de São Paulo), como pelo Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas – PEMBH (CATI/SAA-SP).



**Figura 1**– Foto aérea do município de Mineiros do Tietê (SP), com vista para a área urbana e rural. Cedido pelo Projeto de Recuperação de Matas Ciliares / SMA SP.





**Figura 2** - Foto aérea da Fazenda Santa Fé, localizada na área rural de Mineiros do Tietê e pertencente a Microbacia hidrográfica do Ribeirão São João. A área 1 e a área 2 são áreas de preservação permanente da propriedade. A área 2 é o local onde foi desenvolvido o experimento, onde ocorre solo hidricamente saturado. Imagem cedida pelo Projeto de Recuperação de Matas Ciliares / SMA SP

Segundo Setzer (1966), o clima da região é do tipo Cwa de Koeppen, isto é, quente com invernos secos. No mês mais seco, o volume de chuvas atinge 30 mm e a temperatura do mês mais quente ultrapassa os 22°C e a do mês mais frio fica abaixo de 18°C (Attanasio *et al.*, 2006).

A Área de Preservação Permanente (APP) da Fazenda Santa Fé (Figura 2), possui 1,2 ha. O experimento ocupou 7200 m<sup>2</sup> (16 parcelas de 18m x 25m em 4 blocos – Figura 3). O restante da APP (2800 m<sup>2</sup>) foi restaurado através do método de plantio total de espécies arbóreas adaptadas a locais secos, sob coordenação da ONG Mãe Natureza, com sede no município de Barra Bonita, SP. De acordo com informações fornecidas pelo proprietário da área, houve um extenso desmatamento em 1983 e o cultivo do arroz passou a ser a principal atividade por 15 anos. Após este período, a área que era brejosa foi drenada

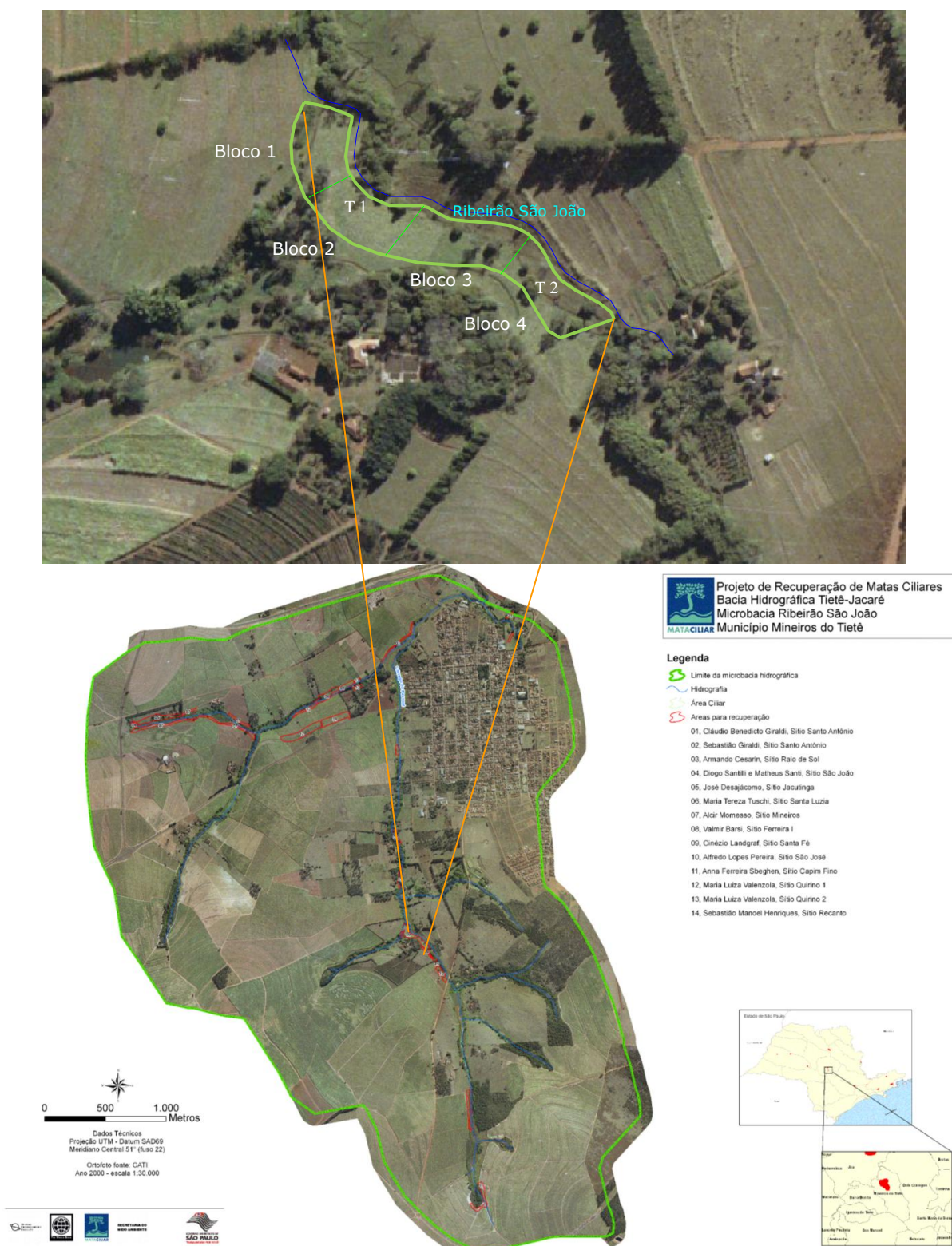
através da construção de quatro drenos, alterando as características naturais do solo, provocando a degradação e o desequilíbrio do ambiente. Não houve nenhum sinal de regeneração natural, até a data de implantação deste experimento.

## 2.2- METODOLOGIA

O experimento foi instalado em fevereiro de 2008 com o apoio do PRMC (Projeto de Recuperação de Matas Ciliares – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo), da ONG MAE Natureza (com sede em Barra Bonita – SP) que atuou como executora e do PEMH (Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI/SAA/SP). De acordo com as características físicas, tais como, elevada saturação hídrica (Figura 4) e presença de espécies arbóreas remanescentes, além de depoimentos de antigos agricultores e moradores do local, esta área foi ocupada no passado provavelmente por uma Floresta Paludosa. Entretanto, devido à intensa degradação e alteração das características originais do local, não é possível afirmar com precisão o tipo vegetacional presente anteriormente.

O estudo avaliou quatro formas de restauração de áreas úmidas. Nesse capítulo serão abordadas apenas três formas, que são: plantio de mudas rustificadas no viveiro (Figura 5), plantio de mudas em montículos (Figura 4) e plantio convencional (Figura 6). Neste último o plantio foi efetuado em covas ao nível do solo, de acordo com os métodos usuais. No plantio em montículos, as mudas foram instaladas em “covas invertidas” que foram preparadas por meio da confecção de pequenos montes de solo com 30 cm de altura e 70 cm de largura.

No plantio de mudas rustificadas houve preparação prévia das mudas por meio de saturação hídrica (hipoxia) conforme descrito por Joly & Crawford (1982), *apud* Oliveira (2007). Sob estas três formas de plantio foram avaliadas seis espécies vegetais de ocorrência comum em áreas úmidas, quais sejam, *Callophylum brasiliensis* Cambess. (Clusiaceae), *Citharexylon myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardeaceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) e *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), cujos nomes populares são, respectivamente, Guanandi, Pau-viola, Cedro-do-brejo, Peito-de-pombo, Figueira-do-brejo e Sangra-d'água (Figura 7). Estas espécies apresentam características apropriadas ao estabelecimento e desenvolvimento em áreas úmidas, típicas de Florestas Paludosas.



**Figura 3** – Distribuição espacial dos blocos na área de estudo na Fazenda Santa Fé, Microbacia do Médio Ribeirão São João, Mineiros do Tietê – SP. “T1” e “T2” representam o tensiômetros nos referidos blocos.





**Figura 4** - Área do experimento em período de alta saturação hídrica, com solo encharcado. A: Plantio em montículos. B: Montículos com solo hidricamente saturado. C: Área hidricamente saturada no plantio convencional. D: Tensiômetro instalado no campo.





**Figura 5** - Montagem e acomodação das mudas no tanque para a realização do procedimento de rustificação das mudas, que foram plantadas em uma das formas em campo. A: Montagem do “tanque”; B: Mudas acomodadas no tanque ao lado das mudas que serviram como testemunhas; C: Mudas em saturação; D: Mudas já em saturação total.





**Figura 6** – Forma de plantio convencional, mostrando a disposição das mudas em linhas, com espaçamento 3mx2m.





**Figura 7** – Plantas cultivadas em sacos plásticos, com o mesmo preparo e quantidade de terra e adubo. A: Espécies utilizadas, da esquerda para a direita, Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo, Guanandi, Pau-viola, Peito-de-pombo e Sangra-d'água. B: Recipientes utilizados com Guanandi. C: Espécies etiquetadas prontas para o plantio.

As mudas foram cedidas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) Unidade Pederneiras, através da parceria pelo Programa de Recuperação de Matas Ciliares (SMA), e estão descritas na Tabela 1, com base em Lorenzi *et. al.* (2008).

**Tabela 1** – Dados das espécies que serão utilizados no desenvolvimento do trabalho (Lorenzi *et al.* 2008).

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	ECOSSISTEMA
Clusiaceae	<i>Callophylum brasiliensis</i> Cambess.	Guanandi	Mata Paludosa
Verbenaceae	<i>Citharexylon myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	Floresta Ombrofila densa/ Mata Paludosa
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro-do-brejo	Floresta Ombrofila densa/ Mata Paludosa
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	Mata Paludosa
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira-do-brejo	Floresta Ombrofila Densa/ Mata Paludosa
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra d'água	Floresta Ombrófila Mista/ Mata Paludosa

As mudas utilizadas no experimento foram semeadas em sacos plásticos apropriados, preenchidos por substrato composto por 2/3 de terra de subsolo e 1/3 de composto orgânico (Figura 7). As mudas resultaram de plântulas ou sementes de vários outros viveiros da CATI ou da unidade de Pederneiras, SP. As mudas de Guanandi estavam acondicionadas em vasos (Figura 7), um plástico um pouco mais duro e também mais alto, porém a quantidade e qualidade de substrato que preenchia seus recipientes eram as mesmas das outras espécies. No momento da instalação do experimento, todas as mudas tinham cerca de nove meses e altura média de 0,65 m.

As mudas da espécie *Cedrella odorata* L. (Cedro-do-brejo) foram atacadas pela Broca-do-Cedro (*Hypsipyla grandella* Zeller). Esta broca é um inseto pertencente à ordem Lepidoptera, da família Pyralidae, com ocorrência do Amazonas até o Rio Grande do Sul. O ataque acontece na forma de larva que se alimenta da gema apical da planta, destruindo-a. Essa destruição leva a uma bifurcação e a um atraso no crescimento prejudicando a

qualidade da madeira produzida pela árvore. O controle químico é difícil, visto que a eclosão dos ovos ocorre com mais frequência à noite e as larvas penetram rapidamente na planta, dificultando ainda mais o combate. Os indivíduos que foram imediatamente plantados e bem como aqueles que permaneceram no processo de rustificação, já vieram do viveiro da CATI – Pederneiras, contaminadas por esta praga, resultando provavelmente em alterações no crescimento, como cita o artigo de Melo & Zoby (2008).

A rustificação foi um tratamento prévio para a preparação de uma das quatro formas de plantio avaliadas na restauração. Para a rustificação em viveiro, efetuada em janeiro de 2008, parte das mudas ficaram acondicionadas em um tanque montado na Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI/ Pederneiras), sob tela de proteção contra a radiação solar direta do tipo sombrite, que permite a entrada de apenas 50% da radiação solar total, mantendo um ambiente constante quanto à luz. O tanque montado tinha  $4,89 \text{ m}^2$  ( $1,80 \text{ m} \times 2,70 \text{ m}$ ) e foi forrado com uma lona impermeável preta de  $24 \text{ m}^2$  ( $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$ ). Depois de pronto e forrado, o tanque recebeu água preenchendo  $1/3$  do seu volume total (Figura 5), onde foram dispostas 80 mudas de cada uma das seis espécies, num total de 480 unidades. O nível da água era constantemente monitorado e quando necessário era completado. Após 13 dias do início do tratamento, o nível da água foi elevado para  $2/3$  do volume do tanque, permanecendo sob estas condições por 13 dias e em seguida o nível da água foi elevado até preencher totalmente o tanque e cobrir por completo as mudas. O restante das mudas permaneceu igualmente sob sombrite, porém fora dos tanques, sendo irrigado diariamente até o início do experimento de campo. Após o término da rustificação, todas as mudas foram levadas para a área de estudo, na APP (Área de Proteção Permanente) da Fazenda Santa Fé, para serem plantadas seguindo o delineamento estatístico.

Em Fevereiro de 2009, este experimento foi repetido visando acompanhar o desenvolvimento das mudas comparando-as com uma testemunha. As mudas foram acompanhadas e avaliadas durante quarenta e três dias, tomando-se medidas de 13 em 13 dias. Os parâmetros avaliados foram: sobrevivência, altura do eixo do caule, seção transversal da área do caule, número de folhas e maior e menor diâmetro da copa. A altura do eixo foi a medida da base do caule até a gema apical, para isso foi utilizado-se uma trena. A seção transversal da área do caule foi obtida a partir do seu diâmetro, medida tomada a 10 cm do solo (DAS) com paquímetro e então transformada em área. As larguras da copa foram medidas, com trena, nos eixos maiores e menores a partir dos quais foi obtida uma

média. Também foram observadas alterações morfológicas induzidas pela saturação hídrica do solo, como presença de lenticelas, raízes adventícias e alterações nas folhas.

Todas as seis espécies estiveram representadas por 10 indivíduos, sendo acompanhados 60 indivíduos em processo de saturação e 60 indivíduos sem estarem no processo de saturação servindo como testemunhas. Este experimento foi conduzido durante 43 dias em 3 etapas, sendo que a cada 13 dias o nível da água foi elevado a mais 1/3 do tanque até ser totalmente preenchido e cobrir por completo os saquinhos das mudas. Esta segunda etapa foi efetuada com o objetivo de caracterizar a resposta das mudas ao processo de rustificação. O desempenho das mudas foi expresso como o incremento dos parâmetros analisados, por meio da diferença entre os valores iniciais e aqueles obtidos na última avaliação, efetuada ao final dos 43 dias de duração do experimento.

A forma de plantio utilizada foi em linhas, seguindo o nível do terreno, em covas ou montículos (Figura 4), de acordo com o tratamento empregado, com espaçamento de 3 m x 2 m (Figura 6). Não foi efetuada nenhuma correção ou adubação do solo. O controle das plantas invasoras foi realizado a cada três meses através de roçadas mecanizadas nas entrelinhas, capinas manuais das linhas e coroamento manual das mudas e dos montículos.

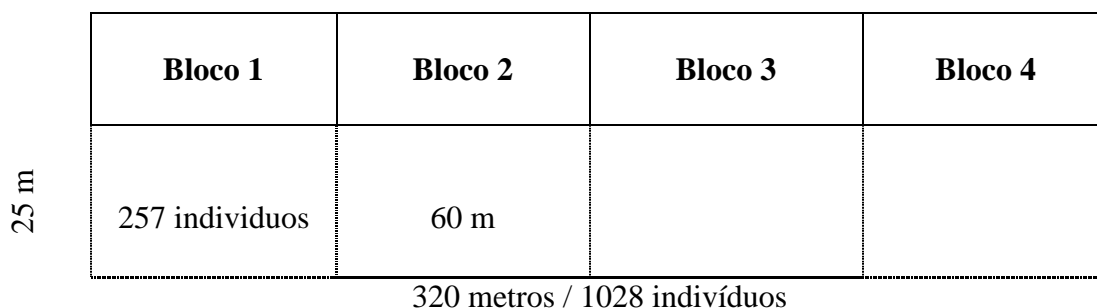
O estudo não contemplou nenhum modelo que levasse em consideração categorias sucessionais das espécies, como pioneiras, secundárias e clímaxes, indicadas para restauração de Floresta Estacional Semidecidual.

O experimento foi instalado segundo um delineamento em blocos (Figura 8) ao acaso com quatro repetições, em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos principais constituídos pelas seis espécies e os tratamentos secundários pelas três formas de plantio (Vieira, 1980). Foram montados quatro blocos, cada um medindo 60 m x 25 m. Cada bloco foi formado por 4 parcelas representando as formas de plantio, distribuídas de maneira casualizada e subparcelas (espécies), foi mantida uma bordadura de 2,0 m entre as parcelas e os blocos. Cerca de 60 mudas, sendo 10 de cada espécie, foram plantadas em cada tratamento.

A escolha de quatro blocos teve como critérios a constituição de subáreas homogêneas, em relação às condições ambientais para o desenvolvimento das espécies vegetais. A constituição de bordas visou reduzir a interferência entre os tratamentos (Vieira, 1980). Na Figura 8 pode-se visualizar a distribuição dos blocos, na área em que foi realizado o experimento.

Em campo, os parâmetros altura e diâmetro do eixo principal do caule, número de folhas por planta, e maior e menor diâmetro da copa em posições paralela e perpendicular

às linhas de plantio, foram avaliados a cada dois meses, ao longo de doze meses, em todos os indivíduos que foram plantados no experimento.



**Figura 8** – Delimitação dos blocos, para instalação do projeto na área úmida e desmatada na APP da propriedade Santa Fé.

A altura do eixo do caule foi tomada a partir da base do caule até a gema apical, utilizando-se trena. O diâmetro do caule foi medido a 10 cm a partir do solo, para evitar interferências de nós que se formaram na base do caule. Esta medida foi tomada com paquímetro e depois transformada em metros quadrados, para se obter o valor da área da seção transversal do caule.

Os diâmetros das copas foram medidos com trena a partir dos eixos perpendiculares e paralelos às linhas de plantio, e destas medidas foi obtida uma média, que em seguida foi transformada em  $m^2$  para expressar a estimativa da área da copa de cada planta.

O solo onde foi realizado o experimento apresentou alta saturação hídrica no período de Janeiro a Maio bem como em outros períodos, porém com menor intensidade. Assim, foram instalados oito tensiômetros distribuídos em dois blocos da área experimental para avaliação da variação dessa saturação, os quais permaneceram na área durante todo o experimento. Onde quatro tensiômetros foram instalados em cada um dos tratamentos do bloco 2, localizado no centro da área experimental e 4 tensiômetros fixados em cada um dos tratamentos do bloco 4, localizado na extremidade da área experimental (Figura 4), cujos dados foram obtidos a cada dois meses, no momento da avaliação do desenvolvimento das plantas.

Os tensiômetros foram instalados mediante indicação do próprio manual, com o objetivo de coletar informações sobre o sistema água-solo pelo método de quantificação da água, baseando-se numa propriedade física dependente apenas do seu conteúdo,



produzindo uma resposta direta, rápida e confiável. Neste caso, o uso do tensiômetro permitiu a obtenção de resultados em um melhor intervalo de tempo. Embora trabalhosa, a determinação do conteúdo de água no solo através da curva de retenção, com as medidas obtidas pelo tensiômetro, é bem estabelecida (Lacerda, 2005; Azevedo & Silva, 1999).

O tensiômetro é constituído de uma cápsula porosa, feita de cerâmica, conectada a um manômetro através de um tubo de PVC, preenchido com água destilada. Foi instalado a 30 cm da superfície do solo, ficando na mesma profundidade das raízes das mudas, proporcionando um adequado contato entre a cápsula porosa e o solo. O funcionamento do tensiômetro está baseado no potencial matricial da água no solo, ou seja, na pressão exercida pela água no solo. Quando o potencial matricial da água no solo é menor que o da água nos poros da cápsula do tensiômetro, a água se desloca do tensiômetro para o solo, através dos poros saturados, criando uma tensão de sucção medida pelo manômetro, resultando em um dado negativo, ou seja, a pressão está sendo feita do solo para o tensiômetro. Quando o solo está úmido, o fluxo da água ocorre na direção reversa, até que um novo equilíbrio seja alcançado (Klar, 1988). As leituras obtidas com os tensiômetros foram registradas em Bar.

Ao final do período de avaliação a sobrevivência das mudas foi avaliada para cada forma de plantio, sendo expressa em porcentagem.

### **2.3. – ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior comparação de médias utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em seguida foi aplicada análise de regressão polinomial, utilizando-se o sistema computacional SAS (SAS, 2003). Foram consideradas as regressões significativas de maior grau, ao nível de 5% de probabilidade. Em todas as análises, quando necessário, foi efetuada a transformação dos dados originais para homogeneização das variâncias.

O desempenho das espécies foi também avaliado utilizando-se a Análise de Componentes Principais (ACP), que permite a redução da dimensionalidade de um sistema multivariado, preservando-se informação suficiente sobre a variabilidade do conjunto inicial de dados. O conjunto de caracteres é reduzido a um número menor de variáveis não correlacionadas, ou seja, os componentes principais, aqui denominados Y1, Y2, etc. Usualmente tomam-se apenas os primeiros componentes principais quando maximizam a representação da variância total (acumulando pelo menos 75% da variância), podendo-se desprezar as demais sem perda significativa da informação contida nos parâmetros

originais. Assim, a ACP proporciona a descrição resumida do fenômeno em estudo, a visualização gráfica da ordenação das unidades amostrais em eixos coordenados, bem como a elaboração de considerações sobre o significado das relações entre as variáveis originais estudadas e de sua capacidade discriminatória (Sneath & Sokal 1973, Ludwig & Reynolds 1988).

Consideraram-se unidades amostrais as seis espécies estudadas, submetidas às diferentes condições de crescimento. Para as condições de crescimento denominadas Convencional, Montículos e Rustificação, foram efetuadas cinco avaliações concomitantes e, assim, elaborou-se a análise conjunta das seis espécies sob estas três condições, produzindo-se, portanto, dezoito unidades amostrais, avaliadas em cinco épocas (Março, Maio, Julho e Novembro de 2008 e Março de 2009). As variáveis foram quatro descritores morfológicos: altura das plantas, número de folhas por planta e áreas do caule e da copa. Para cada época de avaliação, foi elaborada uma ACP, sendo os cálculos obtidos a partir de matrizes de covariâncias e os resultados apresentados na forma de dispersão gráfica.

### **3 - RESULTADOS**

#### **3.1. – SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS**

Houve baixa mortalidade para todas as espécies após o plantio. No total, somente 4,5% das 771 mudas plantadas morreram um ano após a instalação do experimento (Tabela 2).

A porcentagem de sobrevivência total de todas as espécies foi superior a 90%, exceto para Cedro-do-brejo que teve sobrevivência de 89,5%. Sangra-d'água, Guanandi e Pau-viola tiveram porcentagem de sobrevivência próxima a 100%.

Dentre as formas de plantio, o convencional foi o que apresentou menores valores de sobrevivência para todas as espécies estudadas. A sobrevivência foi igual nos plantios em montículos e rustificação para Cedro-do-brejo, Guanandi e sangra-d'água, enquanto para Figueira-do-brejo e Peito-de-pombo maior sobrevivência ocorreu no plantio em montículos. Pau-viola apresentou maior sobrevivência sob rustificação.

**Tabela 2** – Porcentagem de sobrevivência de seis espécies arbóreas em área úmida sob três formas de plantio, doze meses após a instalação do experimento. Março de 2008 a Março de 2009. (n=número inicial de mudas; S=sobrevivência)

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO	n	S (%)	S TOTAL (%)
Cedro-do-brejo	Convencional	45	82,2	89,5
	Montículo	44	93,2	
	Rustificação	44	93,2	
Figueira-do-brejo	Convencional	40	95,0	95,1
	Montículo	42	95,2	
	Rustificação	40	95,0	
Guanandi	Convencional	44	97,7	99,2
	Montículo	44	100	
	Rustificação	44	100	
Pau-viola	Convencional	40	97,5	98,3
	Montículo	40	97,5	
	Rustificação	40	100	
Peito-de-pombo	Convencional	44	86,4	91,7
	Montículo	44	97,7	
	Rustificação	44	90,9	
Sangra-d'água	Convencional	44	97,7	99,2
	Montículo	44	100	
	Rustificação	44	100	

### 3.2. - ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTES DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

#### 3.2.1. – Altura das plantas

A análise de variância efetuada para os dados de altura obtidos no período de Março de 2008 a Março de 2009 evidenciou diferença significativa entre as espécies e as formas de plantio ao longo de todo o período, havendo também interação significativa entre estes dois fatores, exceto para os dados obtidos em Julho de 2008 (Tabela 3).

Em relação à altura das plantas no mês de Março de 2008 (Tabela 4), não houve diferença significativa para Cedro-do-brejo e Sangra-d'água entre as três formas de plantio. Para as demais espécies, o plantio com rustificação produziu maiores valores; o plantio em montículos ocupou posição em geral intermediária, enquanto convencional teve menores valores. Dentro de formas de plantio sob as três condições, Sangra-d'água foi a que mais se desenvolveu seguida de Peito-de-pombo e Pau-viola; as demais espécies apresentaram menores valores.

**Tabela 3** - Resumo de análise de variância para altura da planta, de seis espécies arbóreas (E) submetidas a três formas de plantio (F). Março, 2008 a Março, 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios				
		Março/08	Mai/08	Julho/08	Nov./08	Março/09
Espécies (E)	5	1,038 **	1,049 **	1,121 **	1,686 **	2,577 **
Resíduo (a)	15	0,005	0,0076	0,003	0,010	0,022
Formas de Plantio (F)	2	0,071 **	0,043 **	0,026 **	0,172 **	0,441 **
E x F	10	0,013 **	0,017 **	0,005 <sup>NS</sup>	0,037 **	0,085 *
Resíduo (b)	36	0,002	0,005	0,003	0,009	0,038
CV de E (%)	-	11,44	14,00	9,31	12,92	14,14
CV de F (%)	-	7,07	11,36	9,44	12,53	18,67

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 4** – Médias dos dados coletados referentes às alturas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,3320 A d	0,3818 A c	0,3619 A e
2. Figueira-do-brejo	0,4296 B cd	0,3809 B c	0,5772 A cd
3. Guanandi	0,3734 B d	0,3757 B c	0,4992 A d
4. Pau-viola	0,5380 C bc	0,6688 B b	0,7817 A b
5. Peito-de-pombo	0,5439 B b	0,5640 AB b	0,6336 A c
6. Sangra-d'água	1,1739 A a	1,1580 A a	1,1584 A a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No mês de Maio de 2008 (Tabela 5), não houve diferença significativa entre as três formas de plantio para Cedro-do-brejo e Sangra-d'água, enquanto para as demais espécies o melhor desempenho ocorreu, em geral, para rustificação. Dentro das três formas de plantio Sangra-d'água teve o melhor desempenho, seguida de Peito-de-pombo e Pau-viola, enquanto as demais espécies apresentaram menores valores, exceto para Figueira-do-brejo que teve bom desempenho sob rustificação.

**Tabela 5** – Médias dos dados coletados referentes às alturas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Maio de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,3112 A d	0,3517 A c	0,3824 A d
2. Figueira-do-brejo	0,4402 B bcd	0,4088 B c	0,6562 A b
3. Guanandi	0,4087 A cd	0,4327 A c	0,4784 A cd
4. Pau-viola	0,5766 B b	0,6731 AB b	0,7497 A b
5. Peito-de-pombo	0,5605 A bc	0,6210 A b	0,6188 A bc
6. Sangra-d'água	1,2223 A a	1,1879 A a	1,1315 A a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No mês de Julho de 2008 (Tabela 6), como não houve interação entre espécies e formas de plantio, as comparações foram efetuadas somente entre as médias gerais dos itens significativos evidenciados pela análise de variância. As médias gerais das formas de plantio em montículos e rustificação foram as maiores e não diferiram entre si, porém diferiram significativamente do plantio convencional. Para as médias gerais das espécies verificou-se que Sangra-d'água teve o maior valor e diferiu significativamente de todas as demais; Peito-de-pombo e Pau-viola apresentaram valores intermediários diferindo significativamente dos demais enquanto as outras espécies tiveram pior desempenho.

No mês de Novembro de 2008 (Tabela 7) não houve diferença significativa entre as três formas de plantio para Peito-de-pombo, Guanandi, Figueira-do-brejo e Cedro-do-brejo. Para as demais espécies o plantio em montículos produziu os melhores resultados. Dentro das três formas de plantio Sangra-d'água foi a que melhor se desenvolveu, sendo que as demais espécies tiveram desenvolvimento um pouco menor, porém semelhante entre si, com exceção de Cedro-do-brejo que teve o pior desempenho.

No mês de Março de 2009 (Tabela 8) não houve diferença significativa entre as três formas de plantio para Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo, Guanandi e Peito-de-pombo. Pau-viola apresentou maiores valores nos plantios montículos e rustificação enquanto Sangra-d'água se desenvolveu melhor em montículos e plantio convencional. Dentro das formas de plantio sob as três condições, Sangra-d'água foi a que mais se desenvolveu,

enquanto Cedro-do-brejo teve o pior resultado. As demais espécies tiveram valores intermediários.

**Tabela 6** – Médias dos dados coletados referentes às alturas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Julho de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	0,3138	0,3676	0,35062	0,3440 d
2. Figueira-do-brejo	0,4582	0,4446	0,5887	0,4972 c
3. Guanandi	0,4600	0,5120	0,5223	0,4981 c
4. Pau-viola	0,5650	0,6390	0,6488	0,6176 b
5. Peito-de-pombo	0,5780	0,6097	0,6031	0,5970 b
6. Sangra-d'água	1,1753	1,2928	1,2137	1,2207 a
Média geral	0,5917 B	0,6410 A	0,6546 A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 7** – Médias dos dados coletados referentes às alturas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Novembro de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,3650 A c	0,4589 A c	0,3848 A c
2. Figueira-do-brejo	0,5468 A bc	0,6949 A b	0,6636 A b
3. Guanandi	0,6785 A b	0,6757 A b	0,6618 A b
4. Pau-viola	0,5242 B bc	0,7420 A b	0,8424 A b
5. Peito-de-pombo	0,7292 A b	0,8300 A b	0,6992 A b
6. Sangra-d'água	1,2703 C a	1,7120 A a	1,5230 B a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 8** – Médias dos dados coletados referentes às alturas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março 2009.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,4825 A c	0,5813 A c	0,5503 A c
2. Figueira-do-brejo	0,7605 A bc	1,0941 A b	0,8596 A bc
3. Guanandi	0,9316 A b	1,2013 A b	0,9249 A bc
4. Pau-viola	0,5998 B bc	0,9860 A b	1,1960 A b
5. Peito-de-pombo	0,9556 A b	1,1404 A b	0,8627 A bc
6. Sangra-d'água	1,8443 AB a	2,1777 A a	1,7611 B a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 3.2.2 – Área da seção transversal do caule

A análise de variância efetuada para os dados de seção transversal do caule, obtidos no período de Março de 2008 a Março de 2009, evidenciou diferença significativa entre as espécies e as formas de plantio ao longo de todo o período, havendo também interação significativa entre estes dois fatores apenas para os dados dos meses de Março a Julho de 2008 (Tabela 9).

**Tabela 9** – Resumo de análise de variância para área da seção transversal do caule de seis espécies arbóreas (E) submetidas a três formas de plantio (F). Março, 2008 a Março, 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios				
		Março/08	Mai/08	Julho/08	Nov./08	Março/09
Espécies (E)	5	0,001 **	0,00002 **	0,0001 **	0,0194 **	0,0649 **
Resíduo (a)	15	0,00001	0,000001	0,000003	0,0004	0,0015
Formas de Plantio (F)	2	0,0011 **	0,00001 **	0,0001 **	0,0055 **	0,0068 **
E x F	10	0,0001 **	0,00001 **	0,00003 **	0,0008 <sup>NS</sup>	0,0019 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	0,00001	0,00001	0,000003	0,0004	0,0010
CV de E (%)	-	9,44	22,12	27,12	16,53	20,33
CV de F (%)	-	9,76	16,43	20,87	18,00	16,36

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

No mês de Março de 2008 as áreas do caule (Tabela 10) de Guanandi, Pau-viola e Peito-de-pombo não diferiram entre si sob as três formas de plantio; as demais espécies apresentaram maior seção transversal da área do caule para o plantio rustificação. Dentro dos plantios convencional e montículos os maiores valores foram observados para Sangra-d'água, Pau-viola e Figueira-do-brejo, enquanto para rustificação o melhor desempenho ocorreu para Cedro-do-brejo, Guanandi e Peito-de-pombo.

No mês de Maio de 2008 (Tabela 11) a seção transversal da área do caule não diferiu, sob as três formas de plantio apenas para Peito-de-pombo. Para as demais espécies o a tendência predominante foi ocorrer menores valores para o plantio convencional, com diferença significativa ou não. Dentro de cada forma de plantio, Sangra-d'água teve o melhor desempenho nas formas convencional e montículos, enquanto para rustificação Sangra-d'água e Figueira-do-brejo tiveram o melhor desempenho e diferiram significativamente de Guanandi e Peito-de-pombo, enquanto as demais espécies tiveram posição intermediária.



**Tabela 10** - Médias dos dados coletados referentes a seção transversal da área do caule de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,0023 B b	0,0026 B c	0,0057 A a
2. Figueira-do-brejo	0,0048 B a	0,0046 B a	0,0068 A a
3. Guanandi	0,0022 A b	0,0022 A c	0,0029 A b
4. Pau-viola	0,0032 A ab	0,0046 A ab	0,0039 A b
5. Peito-de-pombo	0,0028 A b	0,0030 A bc	0,0038 A b
6. Sangra-d'água	0,0044 B a	0,0044 B ab	0,0061 A a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 11** - Médias dos dados coletados referentes à seção transversal da área do caule de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Maio de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,0032 B c	0,0043 B cd	0,0068 A ab
2. Figueira-do-brejo	0,0059 B ab	0,0065 AB b	0,0079 A a
3. Guanandi	0,0033 B c	0,0031 B d	0,0053 A b
4. Pau-viola	0,0039 B bc	0,0058 A bc	0,0058 A ab
5. Peito-de-pombo	0,0038 A bc	0,0041 A cd	0,0050 A b
6. Sangra-d'água	0,0064 B a	0,0087 A a	0,0078 AB a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Na Tabela 12 verifica-se que no mês de Julho de 2008, não houve diferença significativa entre as três formas de plantio para Guanandi e Peito-de-pombo; as demais espécies apresentaram maiores valores para o plantio em montículos e rustificação. Dentro das formas de plantio, verificou-se que Sangra-d'água apresentou em todas as condições os maiores valores, diferindo significativamente das demais, exceto de Figueira-do-brejo nos

plantios convencional de rustificação. As demais espécies apresentaram valores significativamente menores.

**Tabela 12** - Médias dos dados coletados referentes à seção transversal da área do caule de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Julho 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,0035 B b	0,0058 AB c	0,0066 A bc
2. Figueira-do-brejo	0,0068 B ab	0,0098 A b	0,0084 AB ab
3. Guanandi	0,0042 A b	0,0044 A c	0,0056 A bc
4. Pau-viola	0,0036 B b	0,0062 A c	0,0050 AB bc
5. Peito-de-pombo	0,0047 A b	0,0057 A c	0,0045 A c
6. Sangra-d'água	0,0088 B a	0,0200 A a	0,0110 B a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

No mês de Novembro de 2008 (Tabela 13) a média geral das formas de plantio evidenciou melhor desempenho das plantas em montículos, diferindo significativamente das demais. Entre as espécies, a média geral foi maior para sangra-d'água, que diferiu significativamente das demais espécies. O menor valor foi registrado para Guanandi, enquanto as demais espécies apresentaram valores intermediários.

No mês de Março de 2009 (Tabela 14) não houve diferença significativa entre os plantios em montículos e rustificação, que tiveram os maiores valores e diferiram significativamente do plantio convencional. A média geral das espécies revelou maior valor para Sangra-d'água que diferiu significativamente das demais, as quais não diferiram entre si.

**Tabela 13** - Médias dos dados coletados referentes à seção transversal da área do caule de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Novembro 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	0,0059	0,0126	0,0089	0,0091 bc
2. Figueira-do-brejo	0,0091	0,0195	0,0127	0,0137 b
3. Guanandi	0,0084	0,0070	0,0080	0,0078 c
4. Pau-viola	0,0074	0,0181	0,0175	0,0143 b
5. Peito-de-pombo	0,0083	0,0114	0,0071	0,0090 bc
6. Sangra-d'água	0,0290	0,0535	0,0357	0,0396 a
Média geral	0,0115 C	0,0203 A	0,0150 B	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 14** - Médias dos dados coletados referentes à seção transversal da área do caule de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março 2009.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	0,0156	0,0265	0,0187	0,0203 b
2. Figueira-do-brejo	0,0306	0,0353	0,0255	0,0305 b
3. Guanandi	0,0197	0,0214	0,0198	0,0203 b
4. Pau-viola	0,0207	0,0435	0,0589	0,0411 b
5. Peito-de-pombo	0,0231	0,0326	0,0252	0,0270 b
6. Sangra-d'água	0,0952	0,1358	0,1120	0,1143 a
Média geral	0,0342 B	0,0492 A	0,0433 A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 3.2.3- Número de folhas por planta

A análise de variância efetuada para os dados obtidos quanto ao número de folhas, nos meses de Março de 2008 a Março de 2009, evidenciou diferença significativa entre as espécies ao longo de todo o período. Para as formas de plantio houve diferença significativa somente nos meses de Março e Julho de 2008 e Março de 2009, havendo também interação significativa entre os dois fatores apenas para os dados dos meses de Março de 2008 e Março de 2009 (Tabela 15).

**Tabela 15** - Resumo de análise de variância para número de folhas por planta (NF) de seis espécies arbóreas (E) submetidas a três formas de plantio (F). Março, 2008 a Março, 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios				
		Março/08	Mai/08	Julho/08	Nov./08	Março/09
Espécies (E)	5	150,54 **	10,87 **	10,51 **	1779,7 **	155,1 **
Resíduo (a)	15	1,41	0,528	0,255	35,67	2,251
Formas de Plantio (F)	2	17,47 **	0,406 <sup>NS</sup>	0,873 **	34,67 <sup>NS</sup>	12,95 **
E x F	10	7,93 **	0,079 <sup>NS</sup>	0,256 <sup>NS</sup>	37,71 <sup>NS</sup>	3,513 *
Resíduo (b)	36	0,60	0,219	0,148	32,54	1,376
CV de E (%)	-	14,40	23,16	17,87	31,16	23,50
CV de F (%)	-	9,40	14,92	13,63	29,76	18,38

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quanto ao número de folhas, em Março de 2008 (Tabela 16), Figueira-do-brejo e Peito-de-pombo não diferiram entre as formas de plantio. Cedro-do-brejo produziu mais folhas no tratamento montículos, enquanto as demais espécies tiveram melhor desempenho no tratamento rustificação. Guanandi produziu maior número de folhas sob as três formas de plantio, enquanto Cedro-do-brejo teve o pior desempenho e as demais espécies ocuparam posição intermediária.

**Tabela 16** – Médias dos dados coletados referentes ao número de folhas de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	3,8000 B d	5,5650 A c	2,8825 B d
2. Figueira-do-brejo	5,7500 A cd	5,7850 A c	5,7500 A c
3. Guanandi	12,7700 B a	12,6025 B a	15,4500 A a
4. Pau-viola	7,8500 C b	11,1750 B a	12,6500 A b
5. Peito-de-pombo	6,2625 A bc	6,3175 A c	6,0650 A c
6. Sangra-d'água	7,6050 B bc	8,7300 B b	11,4050 A b

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em Maio de 2008 (Tabela 17), não houve interação significativa entre espécies e formas de plantio. Para as médias gerais, não houve diferença significativa entre as formas de plantio. As médias gerais de Guanandi, Pau-viola e Sangra-d'água diferiram significativamente das demais que tiveram desempenho inferior.

Em Julho de 2008 (Tabela 18), observou-se maior número de folhas para plantas cultivadas em montículos, com diferença significativa em relação aos demais plantios. Entre as espécies, as médias gerais de sangra-d'água e Guanandi não diferiram entre si, porém diferiram significativamente de todas as demais, e estas por sua vez, não diferiram significativamente entre si.

**Tabela 17** – Médias dos dados coletados referentes ao número de folhas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Maio de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	3,8700	5,8525	4,5350	4,8200 b
2. Figueira-do-brejo	4,6575	7,2350	5,5450	5,8133 b
3. Guanandi	16,1750	15,6500	14,0000	15,2750 a
4. Pau-viola	16,7020	20,4680	19,1000	18,7533 a
5. Peito-de-pombo	4,9970	5,6500	5,6800	5,4425 b
6. Sangra-d'água	15,6430	15,8600	15,4300	15,6458 a
Média geral	10,3392 A	11,7871 A	10,7488 A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 18** – Médias dos dados coletados referentes ao número de folhas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Julho 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	4,5950	5,0175	3,8075	4,4733 b
2. Figueira-do-brejo	3,8775	6,0825	3,3500	4,4367 b
3. Guanandi	17,5425	17,3550	16,5850	17,1608 a
4. Pau-viola	5,1825	6,2750	8,7625	6,7400 b
5. Peito-de-pombo	5,3275	7,4350	3,9525	5,5717 b
6. Sangra-d'água	14,1425	19,1575	13,5875	15,6292 a
Média geral	8,4446 B	10,2204 A	8,3408 B	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em Novembro de 2008 (Tabela 19) o número de folhas não diferiu significativamente entre as formas de plantio. Entre as espécies, Pau-viola teve o maior número e diferiu significativamente de todas as demais. Sangra-d'água e Guanandi tiveram valores intermediários e não diferiram entre si, enquanto as demais tiveram pior desempenho.

**Tabela 19** – Médias dos dados coletados referentes ao número de folhas de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Novembro 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	6,3550	9,0500	6,4800	7,2950 c
2. Figueira-do-brejo	7,2200	12,2570	6,2600	8,5800 c
3. Guanandi	25,4330	26,0000	23,5000	24,3192 b
4. Pau-viola	31,0500	36,5000	42,2700	36,4583 a
5. Peito-de-pombo	11,0200	11,6700	7,7700	10,1525 c
6. Sangra-d'água	28,9500	30,2200	25,4400	28,2075 b
Média geral	18,3379 A	20,5471 A	18,6213 A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em Março de 2009 (Tabela 20) as espécies Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo, Guanandi e Peito-de-pombo não apresentaram diferenças significativas entre as formas de plantio. Pau-viola teve maior valor sob rustificação diferindo significativamente das demais condições. Para Sangra-d'água o pior desempenho foi no plantio convencional que diferiu significativamente dos demais, os quais não diferiram entre si. Dentro de cada forma de plantio, observou-se que nas formas convencional e montículos o melhor desempenho foi de Sangra-d'água que diferiu significativamente das demais espécies. Guanandi e Pau-viola não diferiram entre si e ocuparam posição intermediária, enquanto as demais espécies produziram menor número de folhas. Sob rustificação, Sangra-d'água e Pau-viola não diferiram entre si e apresentaram os maiores valores, Figueira-do-brejo e

Guanandi não diferiram e tiveram desempenho intermediário enquanto as demais espécies produziram menores numero de folhas.

**Tabela 20** – Médias dos dados coletados referentes ao número de folhas de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março 2009.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	5,7475 A c	10,3500 A d	8,3175 A c
2. Figueira-do-brejo	9,7750 A c	19,9325 A d	20,2500 A bc
3. Guanandi	44,6925 A b	50,4775 A bc	42,9500 A b
4. Pau-viola	52,1775 B b	92,3825 B b	129,3000 A a
5. Peito-de-pombo	15,1375 A c	19,4975 A cd	10,7350 A c
6. Sangra-d'água	106,9275 B a	177,9025 A a	156,1100 A a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 3.2.4- Área da copa

A análise de variância efetuada para os dados obtidos quanto à área da copa, entre os meses de Março de 2008 a Março de 2009, evidenciou diferença significativa entre as espécies e as formas de plantio ao longo de todo o período analisado. Houve interação significativa para estes dois fatores para todos os meses exceto para Maio de 2008 (Tabela 21).



**Tabela 21** – Resumo de análise de variância para área da copa (ACo) de seis espécies arbóreas (E) submetidas a três formas de plantio (F). Março, 2008 a Março, 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios				
		Março/08	Mai/08	Julho/08	Nov/08	Março/09
Espécies (E)	5	0,0053 **	0,0044 **	0,0246 **	0,1101 **	1,4215 **
Resíduo (a)	15	0,0002	0,0004	0,0022	0,0058	0,0340
Formas de Plantio (F)	2	0,0019 **	0,0037 **	0,0316 **	0,0904 **	0,1517 **
E x F	10	0,0006 **	0,0007 <sup>NS</sup>	0,0051 **	0,0113 **	0,0497 *
Resíduo (b)	36	0,0001	0,0004	0,0017	0,0038	0,0201
CV de E (%)	-	24,43	33,05	21,47	22,02	28,69
CV de F (%)	-	18,34	31,79	19,16	17,88	22,03

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>NS</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em Março de 2008 (Tabela 22), as espécies Figueira-do-brejo e Sangra-d'água, não diferiram significativamente em relação às formas de plantio. Para Cedro-do-brejo, os maiores valores ocorreram em montículos, enquanto para as demais espécies menores valores foram observados no plantio convencional. Dentro das três formas de plantio, Peito-de-pombo apresentou os maiores valores. A ela seguiram-se Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo e Pau-viola que não diferiram entre si nos plantios montículos e convencional, enquanto as demais apresentaram valores significativamente menores. No plantio sob rustificação, Figueira-do-brejo, Pau-viola e Peito-de-pombo apresentaram os maiores valores e não diferiram entre si. As demais espécies tiveram menores valores, não diferindo entre si.

Em Maio de 2008 (Tabela 23), não houve interação significativa entre espécies e formas de plantio. Em termos de médias gerais, o plantio em montículos teve o maior valor e diferiu significativamente dos demais. Entre as espécies, a média geral de Peito-de-pombo foi a maior, diferindo significativamente de sangra-d'água, Cedro-do-brejo e Guanandi, enquanto as demais ocuparam posição intermediária.

**Tabela 22** - Médias dos dados coletados referentes às áreas da copa de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março de 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,0509 B ab	0,0836 A ab	0,0353 B b
2. Figueira-do-brejo	0,0583 A ab	0,0680 A b	0,0668 A a
3. Guanandi	0,0205 B c	0,0198 B c	0,0390 A b
4. Pau-viola	0,0382 B bc	0,0665 A b	0,0644 A a
5. Peito-de-pombo	0,0723 B a	0,0951 A a	0,0816 AB a
6. Sangra-d'água	0,0242 A c	0,0382 A c	0,0322 A b

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 23** - Médias dos dados coletados referentes às áreas da copa de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Maio 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO			Média geral
	Convencional	Montículos	Rustificação	
1. Cedro-do-brejo	0,0328	0,0771	0,0392	0,0497 bc
2. Figueira-do-brejo	0,0564	0,0922	0,0504	0,0663 ab
3. Guanandi	0,0322	0,0366	0,0424	0,0371 c
4. Pau-viola	0,0504	0,0754	0,0750	0,0669 ab
5. Peito-de-pombo	0,1000	0,0906	0,0828	0,0913 a
6. Sangra-d'água	0,0305	0,0727	0,0418	0,0483 bc
Média geral	0,0504 B	0,0741 A	0,0553 B	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em Julho de 2008 (Tabela 24), a área da copa não diferiu entre as três formas de plantio para Guanandi e Pau-viola. Para as outras espécies os maiores valores ocorreram em montículos diferindo significativamente das demais formas de plantio. Dentro dos plantios, para as condições convencional de rustificação, Cedro-do-brejo apresentou significativamente os menores valores. Para montículos, o pior desempenho ocorreu para Pau-viola, Guanandi e Cedro-do-brejo que não diferiram significativamente.

Em novembro de 2008 (Tabela 25) não houve diferença significativa entre as três formas de plantio para Guanandi, enquanto para as demais espécies houve em geral, maiores valores para o plantio em montículos. Dentro das três formas de plantio, Sangra-d'água apresentou maiores valores em todas, diferindo significativamente da maioria das demais espécies.

**Tabela 24** - Médias dos dados coletados referentes às áreas da copa de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Julho 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,0220 B b	0,0515 A cd	0,0237 AB b
2. Figueira-do-brejo	0,0315 B ab	0,0719 A bc	0,0331 B ab
3. Guanandi	0,0318 A ab	0,0423 A cd	0,0487 A ab
4. Pau-viola	0,0423 A ab	0,0311 A d	0,0343 A ab
5. Peito-de-pombo	0,0701 AB a	0,1075 A ab	0,0568 B ab
6. Sangra-d'água	0,0404 B ab	0,1361 A a	0,0616 B a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

**Tabela 25** - Médias dos dados coletados referentes às áreas da copa de todos os indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Novembro 2008.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,0580 B b	0,1584 A b	0,0551 B c
2. Figueira-do-brejo	0,0641 B b	0,1403 A bc	0,0712 AB c
3. Guanandi	0,0659 A b	0,0578 A c	0,0631 A c
4. Pau-viola	0,0786 B ab	0,1743 A b	0,1705 A ab
5. Peito-de-pombo	0,1330 AB ab	0,2022 A b	0,1065 B bc
6. Sangra-d'água	0,1710 B a	0,4537 A a	0,2483 B a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Em Março de 2009 (Tabela 26), Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo, Guanandi e Peito-de-pombo não diferiram entre as três formas de plantio. As demais espécies tiveram maiores valores em montículos e rustificação, diferindo significativamente do plantio convencional. Dentro das formas de plantio, sob as três condições, Sangra-d'água teve os maiores valores diferindo significativamente das demais, dentre as quais Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo e Guanandi apresentaram os menores valores.

**Tabela 26** - Médias dos dados coletados referentes às áreas da copa de todos indivíduos das seis espécies analisadas durante o acompanhamento do experimento, no mês de Março 2009.

ESPÉCIES	FORMAS DE PLANTIO		
	Convencional	Montículos	Rustificação
1. Cedro-do-brejo	0,1365 A b	0,2691 A bc	0,1612 A c
2. Figueira-do-brejo	0,2525 A b	0,1954 A c	0,1630 A c
3. Guanandi	0,1893 A b	0,1982 A c	0,1415 A c
4. Pau-viola	0,2016 B b	0,7040 A b	0,8324 A b
5. Peito-de-pombo	0,3472 A b	0,5121 A bc	0,2829 A c
6. Sangra-d'água	1,2763 B a	2,2258 A a	1,8393 AB a

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

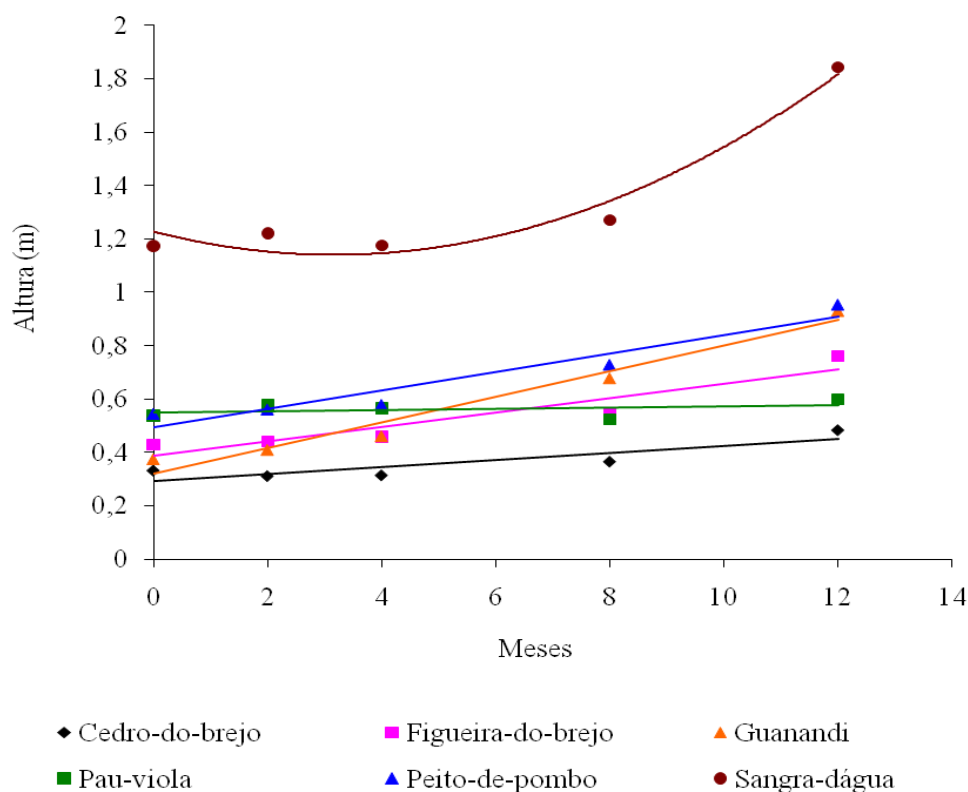
### 3.3. – ANÁLISE DE REGRESSÃO

Os dados de altura das plantas cultivadas sob três formas de plantio (Tabela 27), quando submetidos às análises de regressão polinomial, mostraram que na maioria dos casos equações de primeiro grau foram as que apresentaram ajustes significativos a 5% de probabilidade. Entretanto, para os casos de Figueira-do-brejo, Pau-viola e Peito-de-pombo no plantio sob rustificação, Pau-viola em montículos e Sangra-d'água no plantio convencional houve ajuste de equações de segundo grau. Na maioria dos casos os coeficientes de determinação foram próximos de 0,8 e 0,7 demonstrando ajuste adequado. Porém houve algumas equações que, embora significativas, tiveram baixos valores para o ajuste, variando em torno de 0,4 e 0,5.

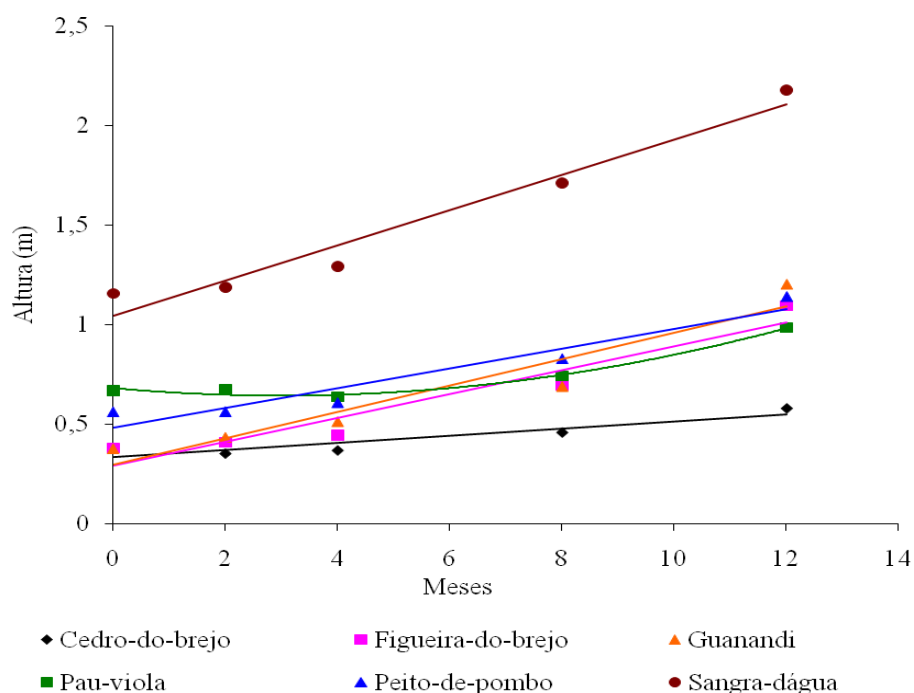
**Tabela 27** - Equações significativas e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para análise de regressão polinomial de dados de altura (m) de seis espécies arbóreas sob três condições de plantio.

Espécies	Forma de Plantio	Equação significativa ( $p < 0,05$ )	$R^2$
Cedro-do-brejo	Tradicional	$y = 0,013x + 0,29$	0,692
	Montículos	$y = 0,018x + 0,33$	0,554
	Rustificação	$y = 0,014x + 3,33$	0,417
Figueira-do-brejo	Tradicional	$y = 0,027x + 0,39$	0,609
	Montículos	$y = 0,060x + 0,29$	0,818
	Rustificação	$y = 0,003x^2 - 0,012x + 0,61$	0,657
Guanandi	Tradicional	$y = 0,048x + 0,32$	0,877
	Montículos	$y = 0,070x + 0,30$	0,809
	Rustificação	$y = 0,040x + 0,43$	0,840
Pau-viola	Tradicional	$y = 0,002x + 0,55$	0,574
	Montículos	$y = 0,004x^2 - 0,03x + 0,68$	0,467
	Rustificação	$y = 0,01x^2 - 0,096x + 0,83$	0,811
Peito-de-pombo	Tradicional	$y = 0,035x + 0,49$	0,520
	Montículos	$y = 0,050x + 0,48$	0,733
	Rustificação	$y = 0,003x^2 - 0,02 + 0,63$	0,751
Sangra-d'água	Tradicional	$y = 0,0087x^2 - 0,055x + 1,23$	0,767
	Montículos	$y = 0,090x + 1,05$	0,881
	Rustificação	$y = 0,055x + 1,07$	0,779

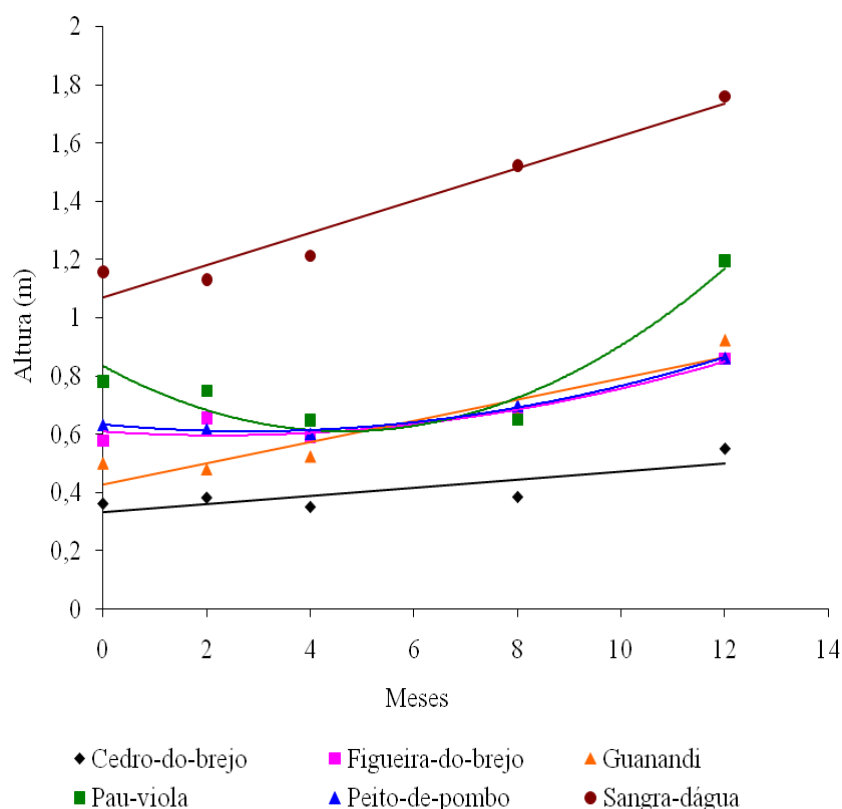
Através das Figuras 9, 10 e 11, onde estão representadas as equações de regressão para os dados de altura das plantas, crescendo nas três formas de plantio, ou seja, convencional, montículos e rustificação, respectivamente, observa-se que, desde o início a espécie Sangra-d'água apresentou plantas maiores que todas as demais, enquanto Cedro-do-brejo teve as menores. As demais espécies ocuparam posição intermediária, porém foram mais próximas de Cedro-do-brejo que de sangra-d'água. Pau-viola apresentou boa recuperação no tratamento rustificação. Para todas as demais espécies e condições, o crescimento foi crescente, exceto para Sangra-d'água no plantio convencional, que também teve pior desempenho nos meses de seca, porém recuperou-se no período subsequente.



**Figura 9** – Crescimento em altura de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio convencional em área úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.



**Figura 10** - Crescimento em altura de seis espécies arbóreas cultivadas em montículos, em área úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.



**Figura 11** – Crescimento em Altura de seis espécies arbóreas cultivadas em rustificação, em área úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.

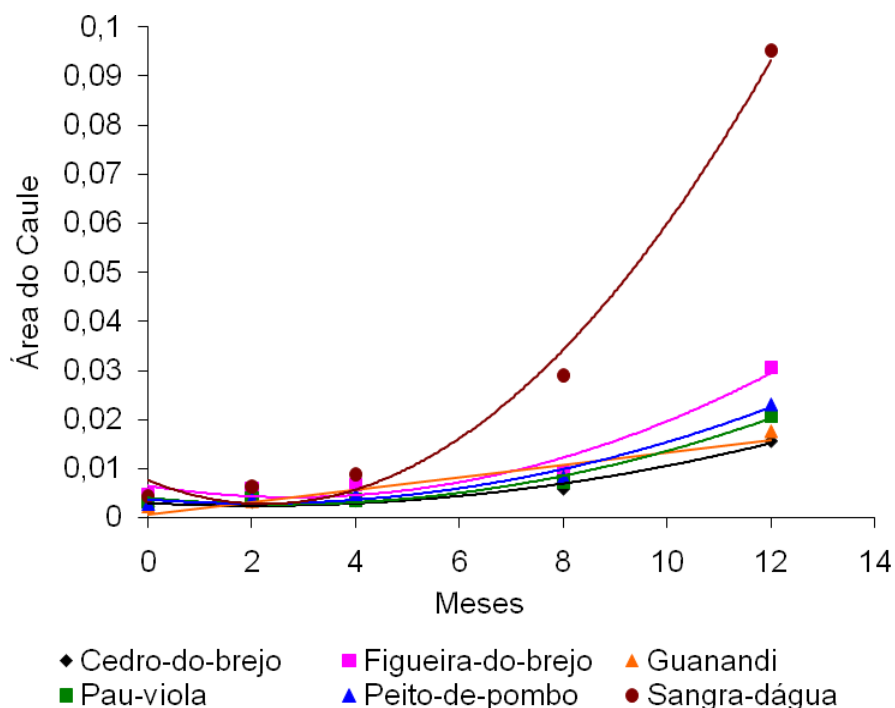
Apenas quatro equações referentes à área da seção transversal do caule foram de primeiro grau (Tabela 28), sendo ajustadas equações do segundo grau para os demais casos. Os coeficientes de determinação foram bastante elevados, da ordem de 0,8 ou 0,9 na maioria dos casos, havendo apenas um caso de baixo ajuste para Pau-viola crescendo em montículos (0,48).

Em relação à seção transversal do caule Sangra-d'água destacou-se das demais nos plantios convencional (Figura 12) e em montículos (Figura 13), enquanto as demais espécies apresentaram aumento menos expressivo. Para o plantio sob rustificação (Figura 14) Sangra-d'água foi a que melhor se desenvolveu, seguida de Pau-viola que ocupou posição intermediária, enquanto as demais espécies tiveram desenvolvimento menor. Rustificação foi melhor com relação aos outros tratamentos.

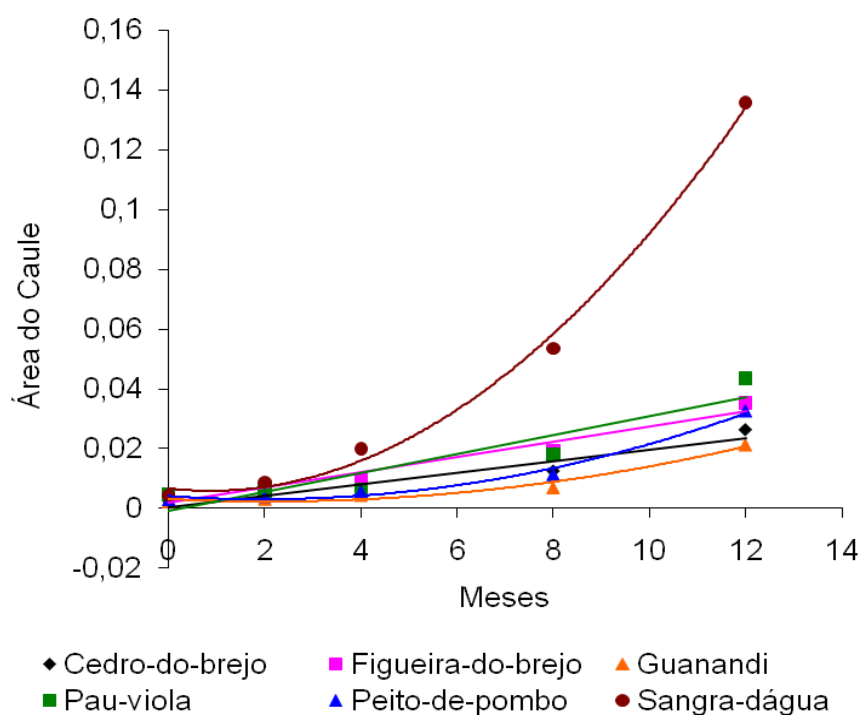
**Tabela 28** - Equações significativas e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para análise de regressão polinomial de dados de área da seção transversal do caule ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas sob três condições de plantio.

Espécies	Forma de Plantio	Equação significativa ( $p < 0,05$ )	$R^2$
Cedro-do-brejo	Tradicional	$y = 0,0001x^2 - 0,0005x + 0,093$	0,875
	Montículos	$y = 0,002x + 0,0002$	0,842
	Rustificação	$y = 0,0001x^2 - 0,0006x + 0,007$	0,921
Figueira-do-brejo	Tradicional	$y = 0,0003x^2 - 0,002x + 0,0065$	0,703
	Montículos	$y = 0,003x + 0,002$	0,883
	Rustificação	$y = 0,0002x^2 - 0,0006x + 0,008$	0,951
Guanandi	Tradicional	$y = 0,0014x + 0,0002$	0,817
	Montículos	$y = 0,0002x^2 - 0,0008x + 0,0031$	0,875
	Rustificação	$y = 0,003x^2 - 0,0004x + 0,004$	0,887
Pau-viola	Tradicional	$y = 0,0002x^2 - 0,001x + 0,004$	0,892
	Montículos	$y = 0,003x - 0,001$	0,480
	Rustificação	$y = 0,0006x^2 - 0,003x + 0,006$	0,932
Peito-de-pombo	Tradicional	$y = 0,0002x^2 - 0,0008x + 0,0037$	0,815
	Montículos	$y = 0,0003x^2 - 0,001x + 0,004$	0,906
	Rustificação	$y = 0,0003x^2 - 0,002x + 0,005$	0,894
Sangra-d'água	Tradicional	$y = 0,001x^2 - 0,004x + 0,008$	0,964
	Montículos	$y = 0,001x^2 - 0,002x + 0,007$	0,929
	Rustificação	$y = 0,001x^2 - 0,005x + 0,01$	0,891

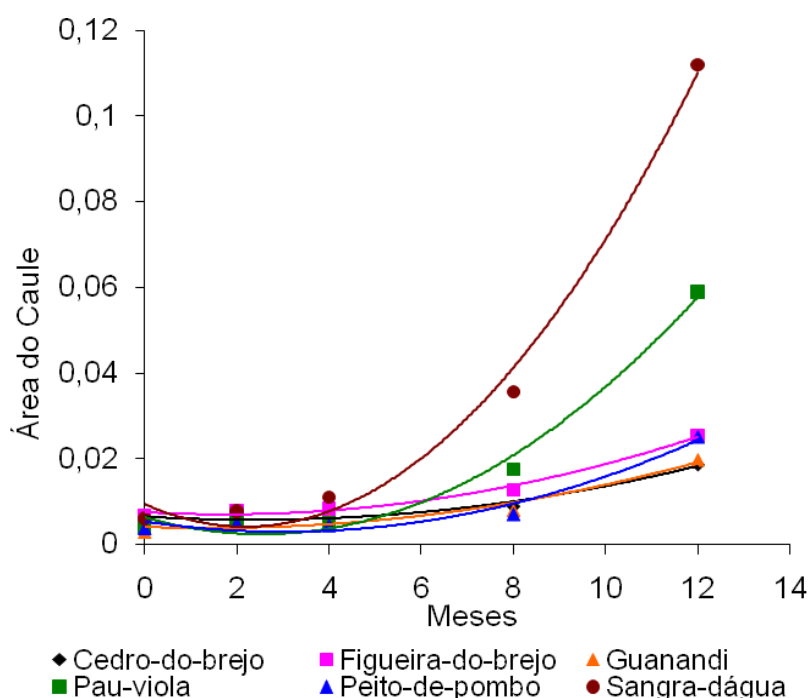




**Figura 12** - Crescimento em seção transversal do caule ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio convencional, em área úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.



**Figura 13** - Crescimento em seção transversal do caule ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio em montículos, em área úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009.



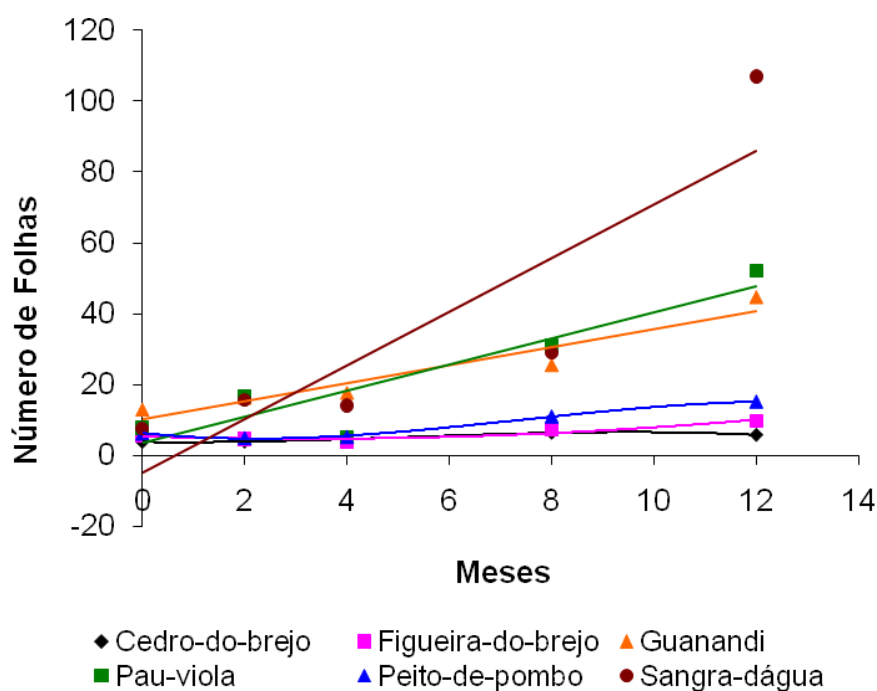
**Figura 14** - Crescimento em seção transversal do caule ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas cultivadas em rustificação, em área de úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.

Para o número de folhas (Tabela 29) foram ajustadas equações de diferentes graus nas diversas condições, observando-se desde ajuste de equação de quarto grau para a regressão da espécie Pau-viola crescendo em montículos até de equações de primeiro grau em outras situações. Este foi o parâmetro com o conjunto mais variado de tipos de equação quanto ao grau, evidenciando padrões mais complexos de variação. Apenas quatro equações tiveram coeficientes de determinação de baixo valor, sendo que os demais variaram de 0,5 a 0,9.

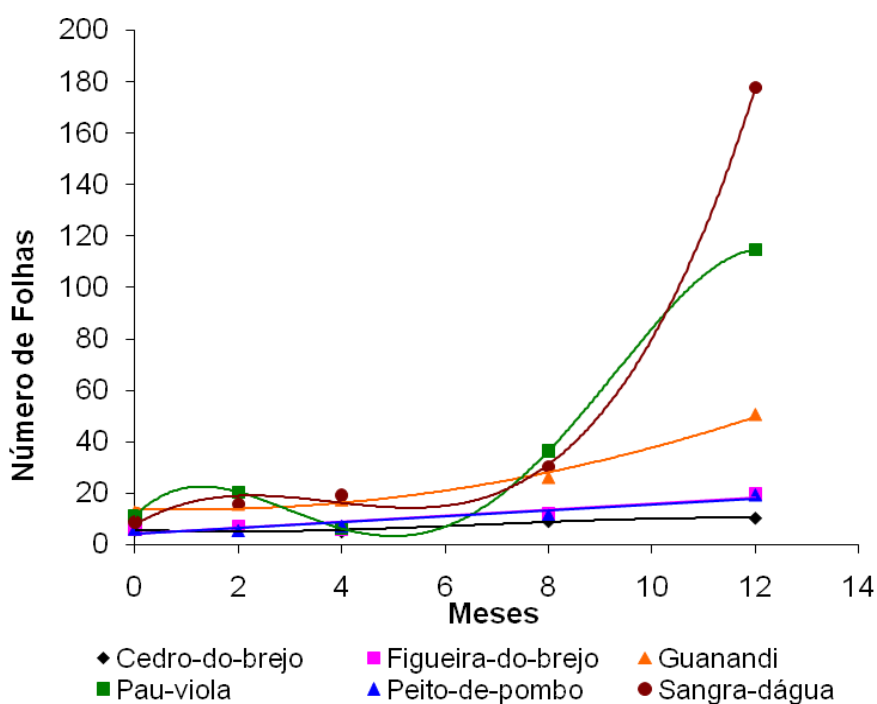
Observou-se que, no plantio convencional (Figura 15), quanto ao número de folhas, Sangra-d'água apresentou no final do período o melhor desenvolvimento, seguida de Pau-viola e Guanandi, enquanto as demais espécies tiveram pior desempenho e se desenvolveram menos expressivamente. Nos plantios em montículos (Figura 16) e rustificação (Figura 17) houve um aumento bastante expressivo no final do período para Sangra-d'água e Pau-viola. Embora estas duas espécies tenham sofrido perda de folhas nos meses de seca, houve boa recuperação subsequente. Guanandi teve desenvolvimento um pouco menor e as demais espécies se desenvolveram muito menos no período estudado.

**Tabela 29** - Equações significativas e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para análise de regressão polinomial de dados de número de folhas de seis espécies arbóreas sob três condições de plantio.

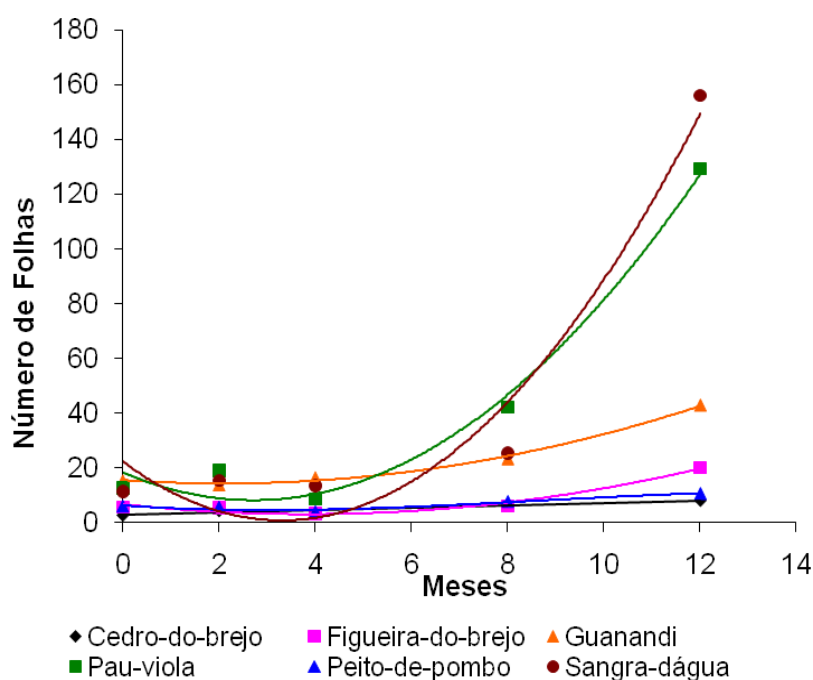
Espécies	Forma de Plantio	Equação significativa ( $p < 0,05$ )	$R^2$
Cedro-do-brejo	Tradicional	$y = -0,0087x^3 + 0,134x^2 - 0,2x + 3,8$	0,434
	Montículos	$y = -0,134x^3 + 1,69 - 4,81x + 9,0$	0,421
	Rustificação	$y = 0,44x + 2,93$	0,604
Figueira-do-brejo	Tradicional	$y = 0,07x^2 + 0,44x + 5,4$	0,371
	Montículos	$y = 3,33x + 0,26$	0,569
	Rustificação	$y = 0,25x^2 - 1,92x + 6,8$	0,561
Guanandi	Tradicional	$y = 0,25x + 10,1$	0,740
	Montículos	$y = 0,30x^2 - 0,65x + 14,03$	0,949
	Rustificação	$y = 0,29x^2 - 1,2x + 15,61$	0,871
Pau-viola	Tradicional	$y = 3,7x + 3,5$	0,557
	Montículos	$y = -2,7x^4 + 38,1x^3 - 173,6x^2 + 303,2x - 153,9$	0,725
	Rustificação	$y = 1,38x^2 - 7,5x + 18,4$	0,722
Peito-de-pombo	Tradicional	$y = -0,02x^3 + 0,42x^2 - 1,56x + 6,3$	0,350
	Montículos	$y = 3,24x + 0,40$	0,696
	Rustificação	$y = -0,01x^3 + 0,25x^2 - 1,23x + 6,3$	0,600
Sangra-d'água	Tradicional	$y = 7,56x - 4,7$	0,839
	Montículos	$y = 11,7x^3 - 84,7x^2 + 187,7x - 107,6$	0,920
	Rustificação	$y = 1,96x^2 - 12,98x + 22,3$	0,874



**Figura 15** - Desenvolvimento em número de folhas de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio convencional, em área úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.



**Figura 16** - Desenvolvimento em número de folhas de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio em montículos, em área de úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009.



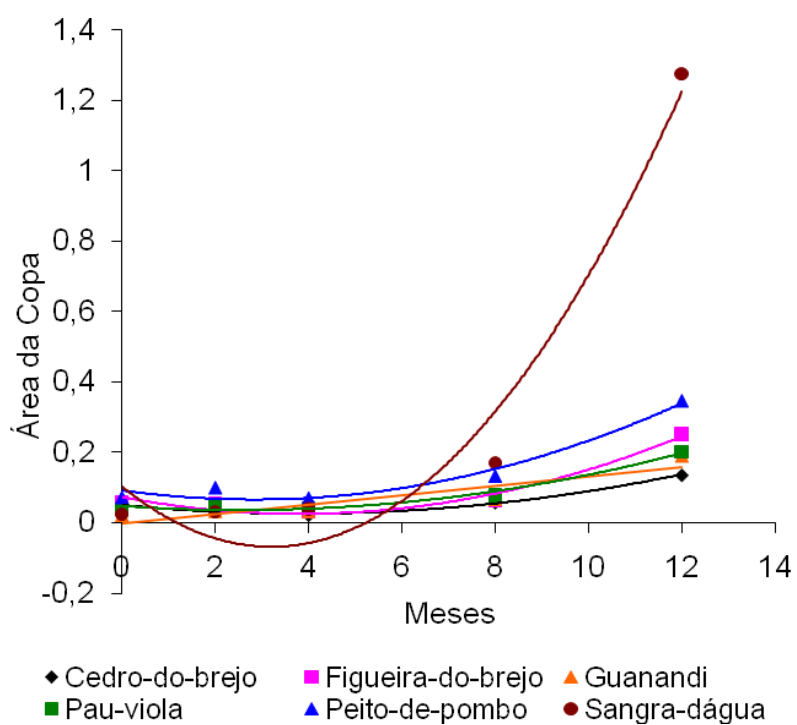
**Figura 17** - Desenvolvimento em número de folhas de seis espécies arbóreas cultivadas em rustificação, em área de úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.

Para a área da copa (Tabela 30) foram ajustadas equações de primeiro grau apenas para a espécie Guanandi sob as três condições de crescimento e Figueira-do-brejo crescendo em montículos. Todas as demais tiveram ajustes com equações de segundo grau. Os coeficientes de determinação foram altos, na maioria por volta de 0,8 e 0,9, com poucos casos onde foram da ordem de 0,5 e 0,6.

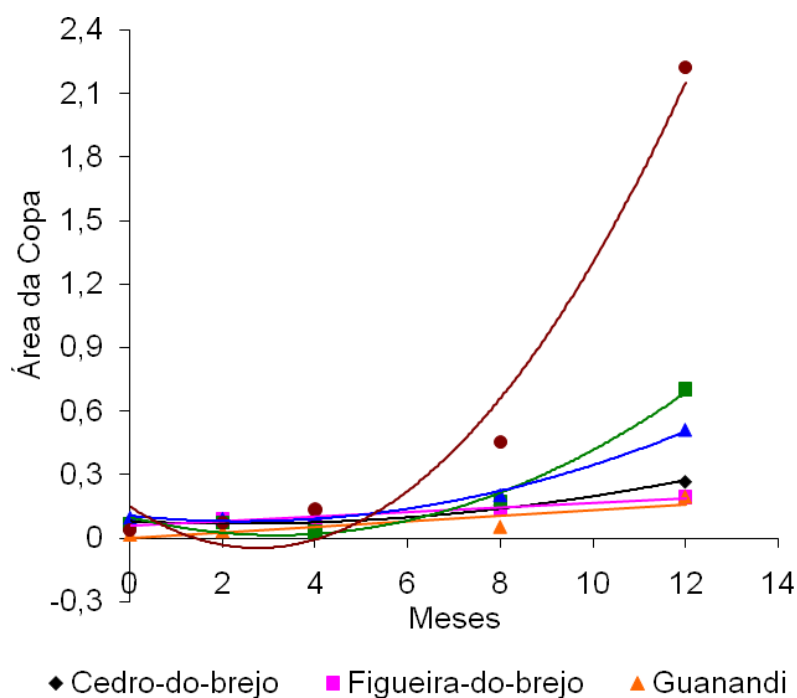
De modo semelhante aos demais parâmetros, a área da copa se desenvolveu mais expressivamente na espécie Sangra-d'água sob as três formas de plantio (Figuras 18, 19, 20), atingindo os maiores valores em montículos e rustificação. As demais espécies se desenvolveram menos, embora Pau-viola e Peito-de-pombo tenham ocupado posição intermediária nos plantios em montículos e rustificação.

**Tabela 30** - Equações significativas e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para análise de regressão polinomial de dados de área da copa ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas sob três condições de plantio.

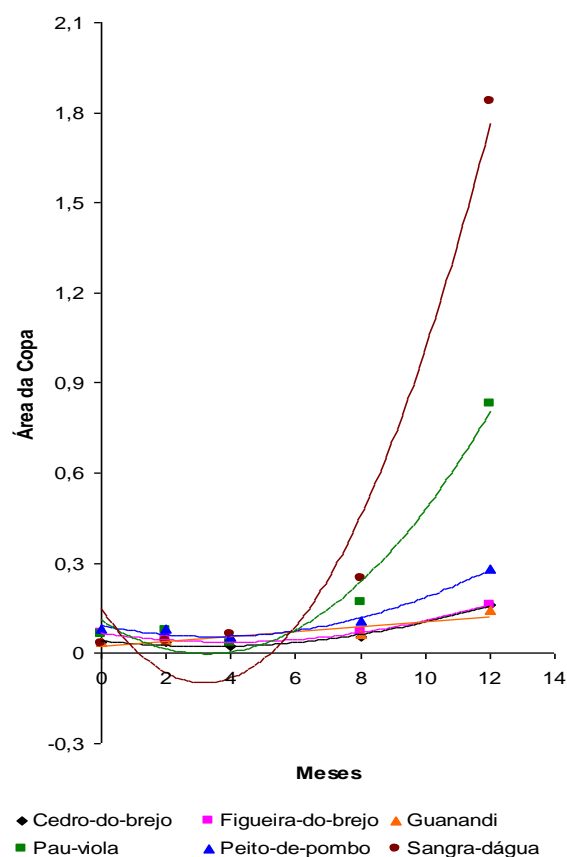
Espécies	Forma de Plantio	Equação significativa ( $p < 0,05$ )	$R^2$
Cedro-do-brejo	Tradicional	$y = 0,002x^2 - 0,013x + 0,05$	0,631
	Montículos	$y = 0,002x^2 - 0,01x + 0,08$	0,637
	Rustificação	$y = 0,002x^2 - 0,01x + 0,04$	0,810
Figueira-do-brejo	Tradicional	$y = 0,003x^2 - 0,025x + 0,07$	0,542
	Montículos	$y = 0,01x + 0,06$	0,530
	Rustificação	$y = 0,002x^2 - 0,015x + 0,07$	0,881
Guanandi	Tradicional	$y = 0,013x - 0,0006$	0,571
	Montículos	$y = 0,013x + 0,002$	0,638
	Rustificação	$y = 0,008x + 0,03$	0,648
Pau-viola	Tradicional	$y = 0,002x^2 - 0,01x + 0,05$	0,674
	Montículos	$y = 0,009x^2 - 0,055x + 0,101$	0,705
	Rustificação	$y = 0,01x^2 - 0,07x + 0,11$	0,904
Peito-de-pombo	Tradicional	$y = 0,003x^2 - 0,018x + 0,092$	0,600
	Montículos	$y = 0,005x^2 - 0,02x + 0,11$	0,814
	Rustificação	$y = 0,003x^2 - 0,02x + 0,09$	0,860
Sangra-d'água	Tradicional	$y = 0,02x^2 - 0,11x + 0,104$	0,961
	Montículos	$y = 0,026x^2 - 0,14x + 0,15$	0,942
	Rustificação	$y = 0,024x^2 - 0,15x + 0,15$	0,963



**Figura 18** - Desenvolvimento área da copa ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio em convencional, em área de úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.



**Figura 19** - Desenvolvimento em área da copa ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio em montículos, em área de úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009.

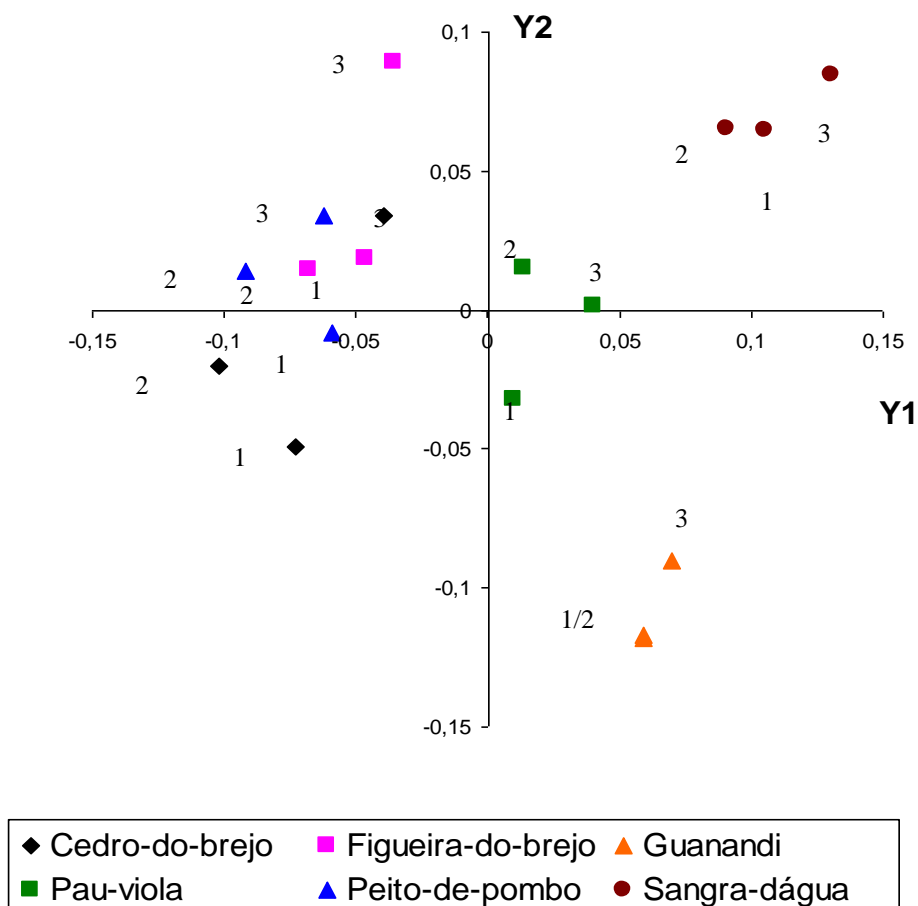


**Figura 20** - Desenvolvimento em área da copa ( $m^2$ ) de seis espécies arbóreas cultivadas em plantio em rustificação, em área de úmida. Mineiros do Tietê, SP, 2008/2009. Os meses estão representados pelos números: 0=Março/2008, 2=Maio/2008, 4=Julho/2008, 6=Set/2008, 8=Nov/2008 e 12=Março/2009.

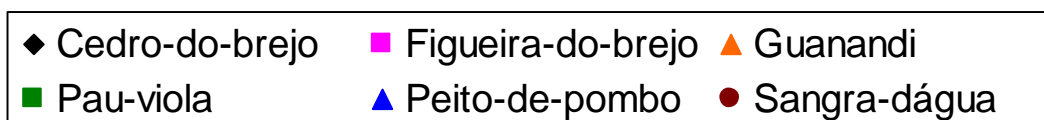
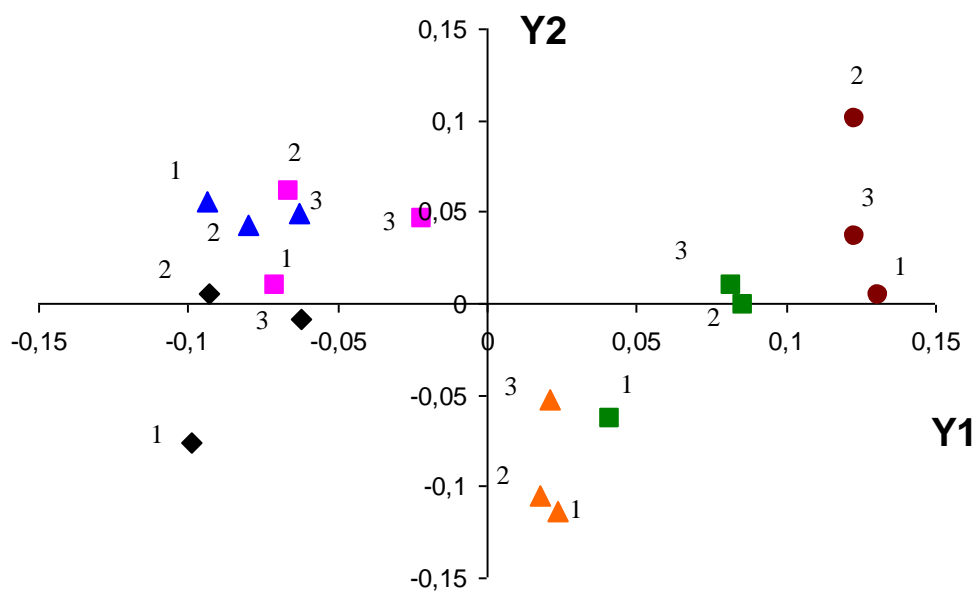
### 3.4. - ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

As representações gráficas da ordenação das unidades amostrais no sistema de eixos, representando o primeiro e o segundo componentes principais (Y1 e Y2 respectivamente), encontram-se nas Figuras 21 a 25. Os coeficientes de correlação entre as variáveis e os componentes Y1 e Y2, bem como as porcentagens das variâncias acumuladas nesses componentes encontram-se nas Tabelas 31 a 35. Em todas as análises foram considerados apenas Y1 e Y2, uma vez que a variância acumulada nestes dois componentes variou de 74 a 97%, sendo, portanto, suficiente para uma representação expressiva da informação contida nas variáveis originais.

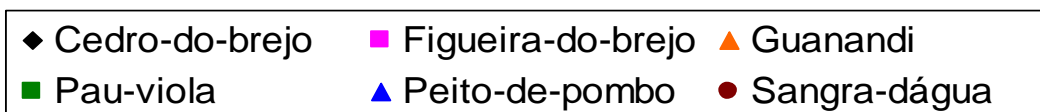
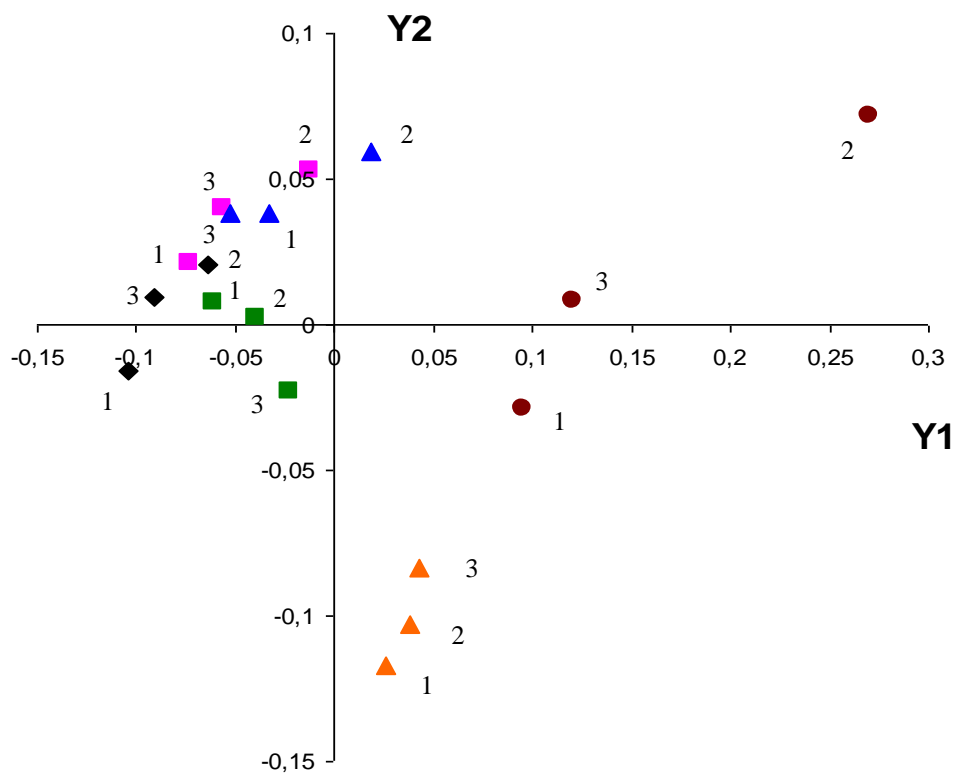




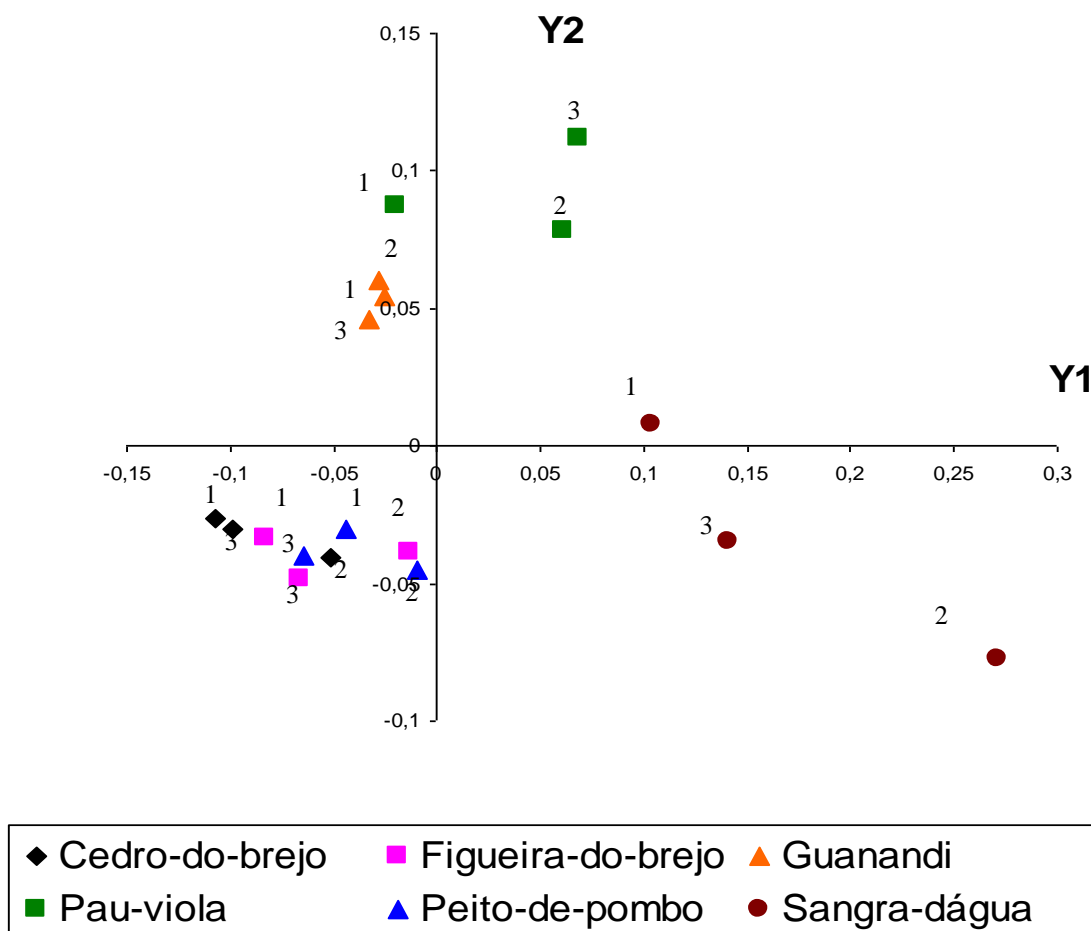
**Figura 21** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas a três condições de crescimento (1. Tradicional. 2. Montículos. 3. Rustificação) no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Março, 2008.



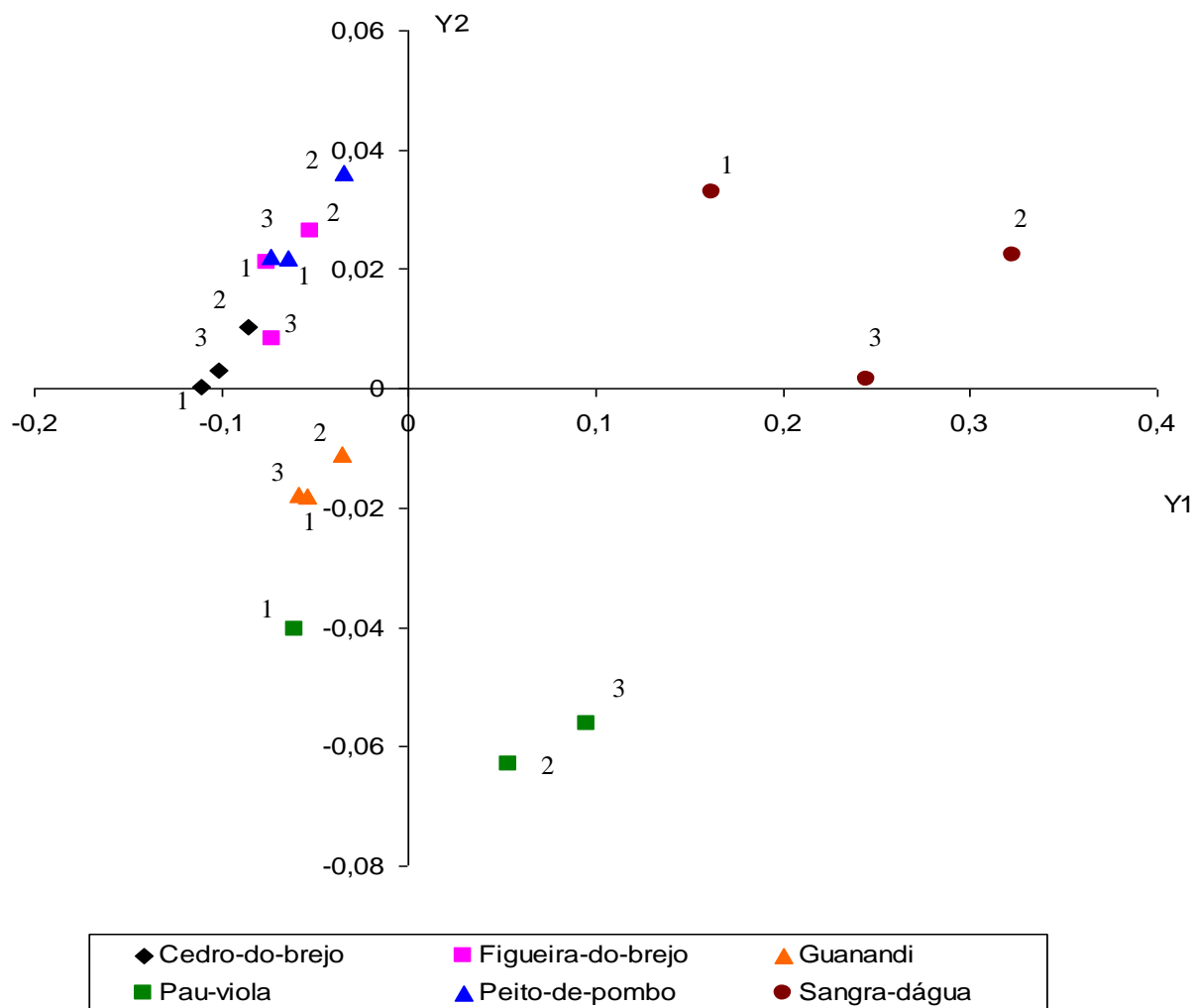
**Figura 22** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas a três condições de crescimento (1. Tradicional. 2. Montículos. 3. Rustificação) no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Maio, 2008.



**Figura 23** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas a três condições de crescimento (1. Tradicional. 2. Montículos. 3. Rustificação) no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Julho, 2008.



**Figura 24** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas a três condições de crescimento (1. Tradicional. 2. Montículos. 3. Rustificação) no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Novembro, 2008.



**Figura 25** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas a três condições de crescimento (1. Tradicional. 2. Montículos. 3. Rustificação) no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Março, 2009.

**Tabela 31.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob três condições de crescimento e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Março, 2008.

Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,673	(3)	0,626	(2)
Número de folhas	0,728	(2)	-0,440	(3)
Seção transversal do caule (m <sup>2</sup> )	0,157	(4)	0,829	(1)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	-0,776	(1)	0,282	(4)
Informação Retida (%)	42,89		31,39	
Informação Acumulada (%)			74,28	

**Tabela 32.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob três condições de crescimento e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Maio, 2008.

Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,801	(2)	0,478	(3)
Número de folhas	0,890	(1)	-0,270	(4)
Seção transversal do caule (m <sup>2</sup> )	0,455	(3)	0,672	(2)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	-0,328	(4)	0,684	(1)
Informação Retida (%)	49,97		26,45	
Informação Acumulada (%)			76,42	

**Tabela 33.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob três condições de crescimento e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Julho, 2008.

Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,849	(1)	0,203	(4)
Número de folhas	0,826	(2)	-0,553	(1)
Seção transversal do caule (m <sup>2</sup> )	0,789	(3)	0,448	(3)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	0,688	(4)	0,536	(2)
Informação Retida (%)	63,63		22,36	
Informação Acumulada (%)			85,99	

**Tabela 34.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob três condições de crescimento e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Novembro, 2008.

Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,910	(2)	-0,266	(4)
Número de folhas	0,676	(4)	0,736	(1)
Seção transversal do caule (m <sup>2</sup> )	0,937	(1)	-0,293	(3)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	0,888	(3)	-0,319	(2)
Informação Retida (%)	70,31		24,54	
Informação Acumulada (%)			94,85	

**Tabela 35.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob três condições de crescimento e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Março, 2009.

Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,926	(4)	0,230	(2)
Número de folhas	0,950	(3)	-0,309	(1)
Seção transversal do caule (m <sup>2</sup> )	0,979	(2)	0,163	(3)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	0,982	(1)	0,113	(4)
Informação Retida (%)	92,58		5,06	
Informação Acumulada (%)			97,64	

Nas duas avaliações iniciais (Março e Maio de 2008) formaram-se dois grandes grupos distribuídos em quadrantes opostos em relação a  $Y_1$ . Sangra-d'água, Guanandi e Pau-viola localizaram-se em quadrantes com  $Y_1$  positivo, por apresentarem maiores valores de altura e de número de folhas. Cedro-do-brejo, Figueira-do-brejo e Peito-de-pombo localizaram-se em quadrantes com  $Y_1$  negativo.

Nas avaliações subseqüentes, somente Sangra-d'água manteve-se sempre localizada em quadrantes com  $Y_1$  positivo, enquanto Guanandi e Pau-viola ora se distribuía em  $Y_1$  positivo, ora em  $Y_1$  negativo, para todas as condições de crescimento ou em parte. Na última avaliação (Março de 2009) Sangra-d'água manteve-se como a espécie de maior desenvolvimento quanto às variáveis avaliadas, seguida de Pau-viola nas condições rustificação e montículos, enquanto Pau-viola, na condição convencional, localizou-se em  $Y_1$  negativo, juntamente com as demais espécies.

As variáveis altura e número de folhas foram mais freqüentemente aquelas de maior poder discriminatório quanto a  $Y_1$ , especialmente nas avaliações iniciais. As áreas da copa e do caule tiveram alto poder de discriminação em algumas avaliações e foram as mais importantes na última avaliação.

A ACP proporciona a descrição resumida do fenômeno em estudo, a visualização gráfica da ordenação das unidades amostrais em eixos coordenados, bem como a



elaboração de considerações sobre o significado das relações entre as variáveis originais estudadas e de sua capacidade discriminatória. Por meio desta análise foi evidenciado que no caso das análises conjuntas das três condições de crescimento, verificou-se nas dispersões gráficas, como tendência predominante, maior proximidade entre unidades amostrais da mesma espécie em detrimento das condições de crescimento. Portanto, em linhas gerais, as características peculiares das espécies pareceram sobrepujar as variações das condições de crescimento a que elas foram submetidas.

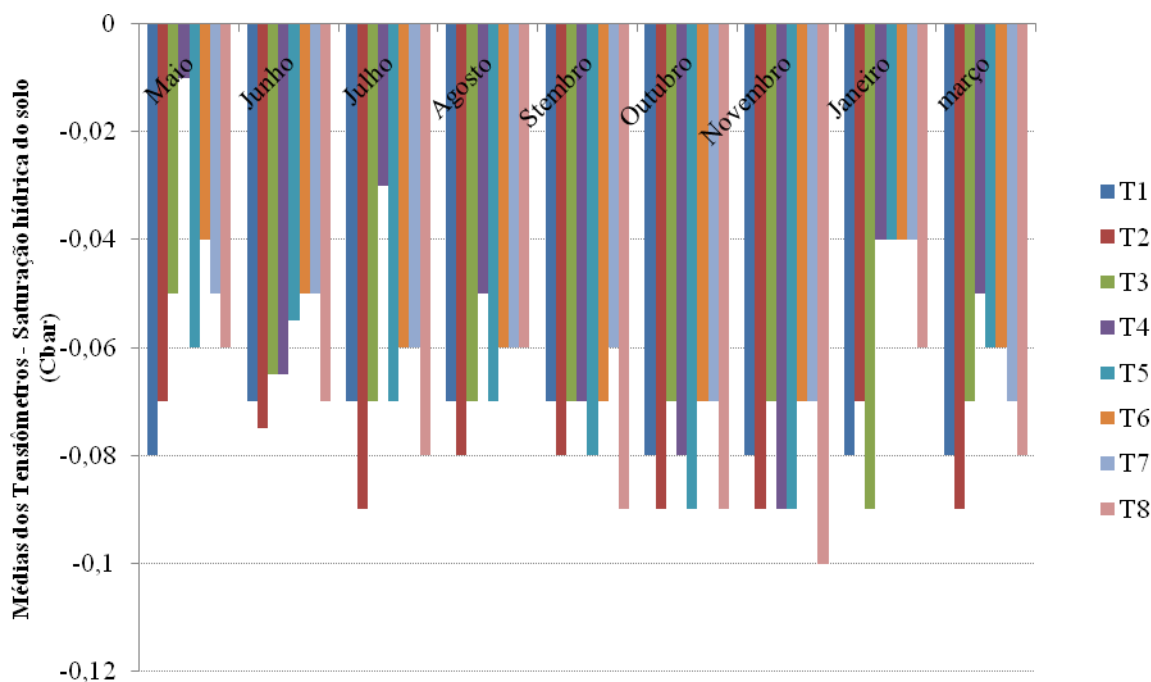
### **3.5. – TENSÍÔMETRO**

Instrumento desenvolvido em 1922, por Gardner e colaboradores, o tensiômetro fornece de forma direta o potencial ou a tensão de água no solo e de forma indireta a umidade (Camargo *et. al.*, 1982).

Nas leituras, os valores abaixo de 10 cbar representam o excesso de água e os valores acima de 20 cbar demonstram déficit hídrico (James, 1988; Coelho & Teixeira, 2004). Notou-se que para toda a área, não houve um período de seca, ocorrendo apenas períodos de menor saturação hídrica do solo nos meses de maio e junho de 2008 e janeiro de 2009 (Figura 26). Porém os valores se apresentaram sempre com excedente hídrico.

O solo das áreas de topografia mais baixa permaneceu muito tempo alagado e, como já era de se esperar, não passou por nenhum período de déficit hídrico. De modo semelhante, as áreas mais altas, que apesar de terem apresentado nos meses de maio a setembro nível de umidade baixo, permaneceram dentro do limite de disponibilidade hídrica. A Figura 26 mostra as médias dos valores obtidos com os tensiômetros. Em campo não se observaram grandes variações entre os blocos.

Durante todo o período experimental, os valores obtidos foram negativos, significando que houve acúmulo de água no solo e que o nível freático manteve-se elevado, caracterizando a área como um ambiente brejoso em todo o período observado.



**Figura 26** – Médias mensais dos dados coletados nos tensiômetros, durante nove meses do experimento na Fazenda Santa Fé, Mineiros do Tietê (SP).

### 3.6. EXPERIMENTO DE RUSTIFICAÇÃO

Todas as espécies estudadas apresentaram 100% de sobrevivência e bom desenvolvimento no tratamento de rustificação que se referiu à manutenção das mudas em ambiente saturado de água. Houve resposta a essa condição de crescimento com surgimento de algumas folhas amareladas em Guanandi e Sangra-d'água e o desenvolvimento de lenticelas na base do caule de todas as espécies (Tabela 36).

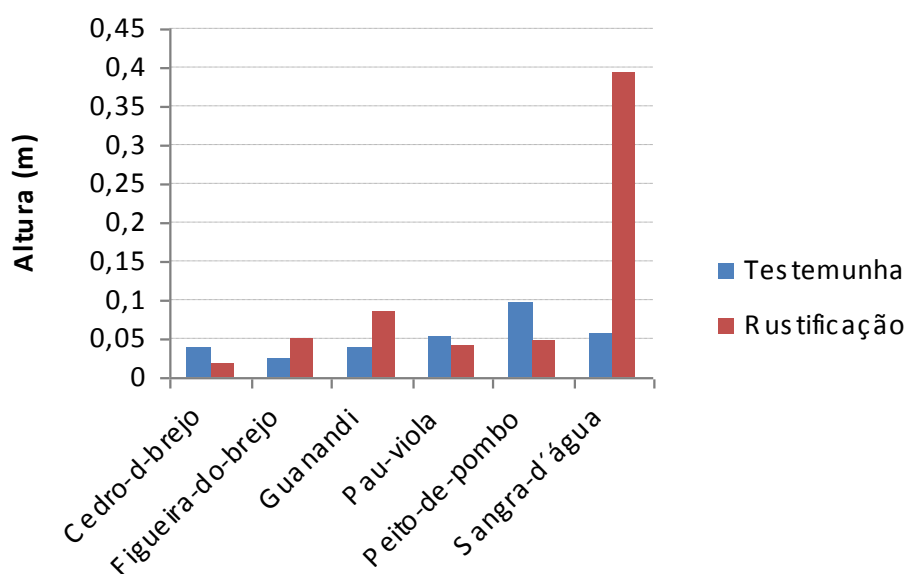
Figueira-do-brejo, Guanandi e Sangra-d'água apresentaram maior incremento em altura sob rustificação, enquanto nas demais espécies a testemunha apresentou os maiores incrementos (Figura 27).

Quanto à área da seção transversal do caule (Figura 28) houve maior incremento na testemunha para Pau-viola, Peito-de-pombo e Sangra-d'água. Quanto ao número de folhas (Figura 29) maior incremento foi observado na testemunha para Figueira-do-brejo e Pau-viola, enquanto nas demais espécies houve maior incremento sob rustificação. Quanto à área da copa (Figura 30), somente Figueira-do-brejo e Sangra-d'água tiveram maior incremento na testemunha, enquanto as demais tiveram melhor desempenho sob rustificação.

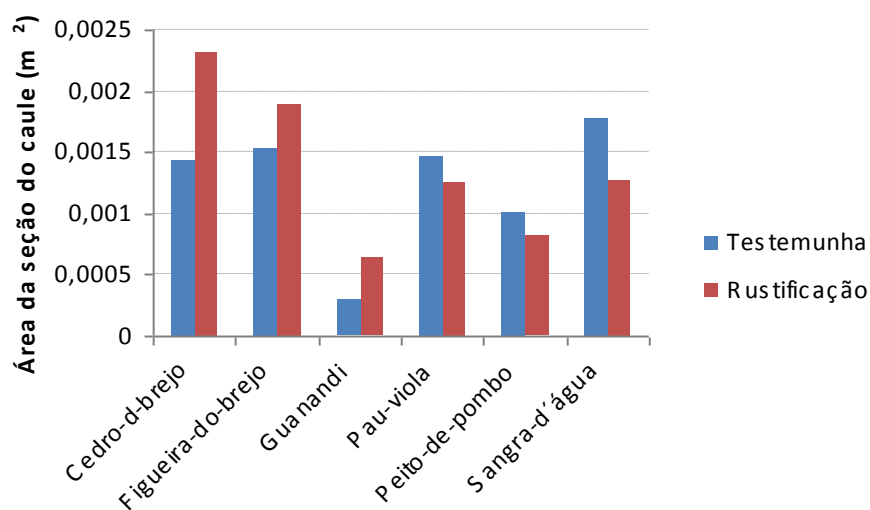
A ocorrência de alteração nas folhas das mudas sob rustificação aparentemente teve pouca repercussão no crescimento uma vez que nas duas espécies onde isto foi observado (Guanandi e Sangra-d'água) houve maior incremento em altura e número de folhas.

**Tabela 36** – Alterações morfológicas apresentadas pelas mudas em decorrência do processo de rustificação (saturação hídrica do solo) e época em que foram observadas em condições de viveiro. Fevereiro/ 2009

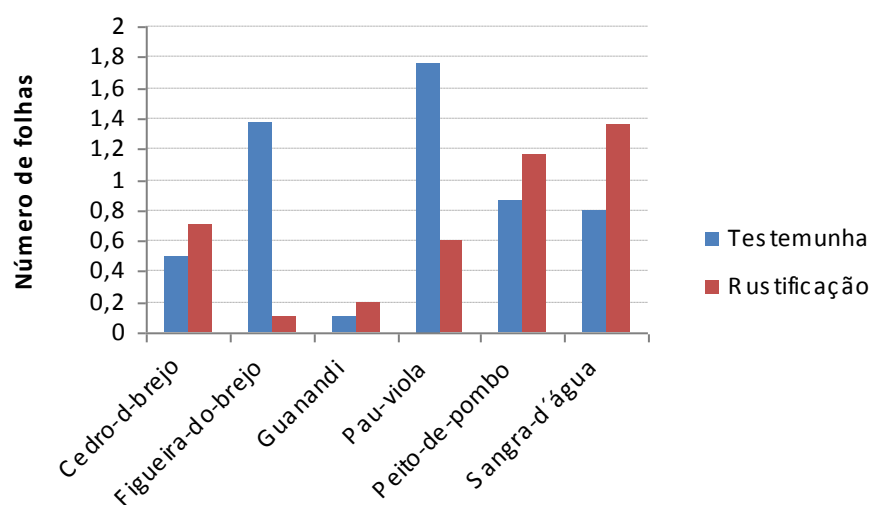
<b>Espécie</b>	<b>Tipo de alteração morfológica</b>	<b>Época de ocorrência</b>
<i>Callophylum brasiliensis</i> (Guanandi)	Algumas folhas amareladas. Desenvolvimento de lenticelas na base do caule.	Folhas Amareladas: início no 22º dia; Lenticelas: Início no 31º dia.
<i>Citharexylon myrianthum</i> (Pau-viola)	Desenvolvimento de lenticelas na base do caule.	Início a partir do 22º dia.
<i>Cedrela odorata</i> . (Cedro-do-brejo)	Desenvolvimento de lenticelas na base do caule.	Início a partir do 31º dia.
<i>Tapirira guianensis</i> (Peito-de-pombo)	Desenvolvimento de lenticelas na base do caule.	Início a partir do 22º dia.
<i>Ficus insipida</i> (Figueira-do-brejo)	Desenvolvimento de lenticelas na base do caule.	Início a partir do 31º dia.
<i>Croton urucurana</i> (Sangra-d'água)	Manchas amareladas nas extremidades de folhas jovens de alguns indivíduos. Desenvolvimento de lenticelas na base do caule	Início a partir do 17º dia.



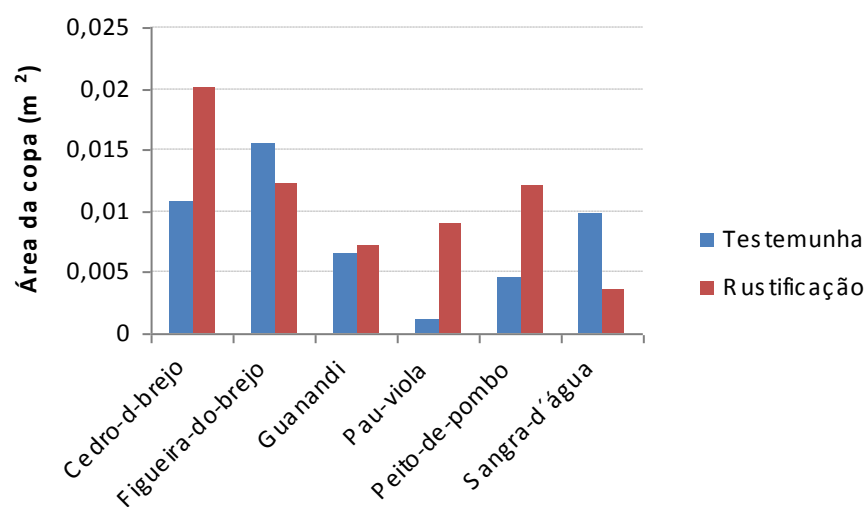
**Figura 27** – Incremento em altura (m) em mudas de seis espécies arbóreas submetidas a rustificação por saturação hídrica em comparação à testemunha, no período de 43 dias.



**Figura 28** - Incremento na seção transversal do caule (m<sup>2</sup>) em mudas de seis espécies arbóreas submetidas a rustificação por saturação hídrica em comparação à testemunha, no período de 43 dias.



**Figura 29** - Incremento no número de folhas em mudas de seis espécies arbóreas submetidas a rustificação por saturação hídrica em comparação à testemunha, no período de 43 dias.



**Figura 30** – Incremento na área da copa ( $m^2$ ) em mudas de seis espécies arbóreas submetidas a rustificação por saturação hídrica em comparação à testemunha, no período de 43 dias.

#### 4 – DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicam que o plantio de mudas na área de estudos tem grande potencial para a restauração local da mata ciliar, pois após 12 meses houve sobrevivência de grande proporção das mudas plantadas em todas as espécies estudadas. O Cedro-do-brejo, embora com menor porcentagem de sobrevivência talvez relacionada com o ataque da Broca-do-cedro, revelou-se espécie igualmente promissora para programas de restauração.

A forma de plantio em montículos produziu maiores porcentagens de sobrevivência. Este resultado possivelmente se relaciona ao fato de que em áreas paludosas observa-se que a vegetação apresenta um melhor desenvolvimento em subáreas com morrotes (acúmulos de terra ou areia), ou sobre turfeiras (acúmulo de matéria orgânica), ou ainda sobre montículos naturais, possibilitando que o colo da planta não fique em contato direto com a água, bem como sua raiz (Sztutman & Rodrigues, 2002). Geralmente são descritas como florestas estabelecidas sobre terrenos baixos e planos, porém com micro-relevo irregular, caracterizado por pequenas e numerosas elevações (“montículos”) de dimensões que variam entre 0,20 e 0,50 m de altura e 0,5 a 2,0 m de diâmetro, aproximadamente (Toninato *et al.* 1998).

De modo semelhante houve grande porcentagem de sobrevivência no método de rustificação de mudas, possivelmente por produzir o condicionamento prévio dos indivíduos ao ambiente brejoso.

Considerando que a riqueza em espécies é um dos importantes atributos das comunidades vegetais afetando diretamente o equilíbrio dos ecossistemas (Zamith & Scarano, 2006), os resultados parecem promissores para a utilização das espécies estudadas na reconstituição de florestas paludosas mistas. Entretanto, como os dados aqui apresentados referem-se somente aos primeiros doze meses após o plantio, os níveis de sobrevivência posteriores podem sofrer alteração. Conforme relatado por Durigan & Silveira (1999) para mata ciliar em domínio de cerrado, podem ocorrer resultados de sobrevivência elevados nos períodos iniciais com posterior queda e até mesmo mortalidade total dos indivíduos após vários anos. Assim, seria importante dar seguimento ao presente estudo para se obter dados mais fidedignos quanto ao comportamento das espécies na área de estudos em longo prazo.

Comparando o crescimento das plantas nas três formas de restauração verificou-se que o plantio em montículos foi o que apresentou, em geral, os melhores resultados, seguido do plantio sob rustificação, sendo o pior desempenho observado no plantio

convencional. Para Peito-de-pombo, entretanto, o segundo melhor desempenho ocorreu no plantio convencional. Houve também variação na resposta de Pau-viola que apresentou melhores resultados no plantio sob rustificação, seguido de plantio em montículos.

O melhor desempenho das espécies no plantio em montículos era esperado uma vez que observações de campo em áreas naturais de floresta brejosa já indicavam que várias espécies desse ecossistema se desenvolvem melhor em pontos onde há acúmulo de solo formando morrotes ou pequenas elevações (Sztutman & Rodrigues, 2002). Entretanto na última avaliação (Março/2009) o crescimento foi significativamente maior nos plantios em montículos e rustificação somente para Sangra-d'água e Pau-viola, não havendo diferença significativa no desempenho das demais espécies. Isto pode indicar que após a fase de crescimento inicial estas mudas têm crescimento equivalente indiferentemente da forma de plantio empregada. Seria importante avaliar também o desenvolvimento subsequente de todas as espécies plantadas para monitorar eventuais diferenças que possam vir a se estabelecer ou se realmente ocorrerá uma uniformização no desenvolvimento das espécies em estudo.

É importante também salientar que as espécies tiveram comportamentos diferentes entre si em cada método de restauração, embora tenham se desenvolvido bem de maneira geral. Portanto, nos próximos estudos, seria interessante avaliar outras espécies típicas de florestas paludosas para que em futuras ações de restauração se possa recuperar a biodiversidade dessas florestas, usando mudas do maior número possível das espécies típicas desse ecossistema.

Os resultados também evidenciaram que Sangra-d'água (*Croton urucurana*) apresentou os melhores resultados em praticamente todas as condições avaliadas, quando comparada com as outras espécies. Estes resultados já eram esperados, pois segundo Lorenzi (2008), esta espécie é decídua, pioneira, seletiva higrófila, característica de terrenos muito úmidos e brejosos, principalmente em formações ciliares da floresta latifoliada semidecidual. Além disso, seria importante considerar que estas mudas já apresentavam maior tamanho no início do experimento, tendo assim, provavelmente, capacidade para se desenvolver mais rapidamente. Gorenstein *et al.* (2006) relatam que esta espécie foi a que melhor se desenvolveu em altura e projeção da copa em experimento de revegetação em mata ciliar. As Euphorbiaceae estão entre as famílias mais comuns nas formações naturais brasileiras, sendo o gênero *Croton* particularmente comum em quase todos os ecossistemas, com destaque para *Croton urucurana*, típica das florestas ciliares (Souza & Lorenzi, 2005).

Para a maior parte dos parâmetros, destacou-se em segundo lugar Pau-viola (*Cytharexylum myrianthum*), pertencente à família Verbenaceae, que é espécie decídua, heliófita, seletiva higrófila, característica de floresta de galeria e pluvial atlântica, ocorrendo preferencialmente em terrenos muito úmidos e brejosos, em Florestas Ombrófilas Densas e em matas ciliares da Floresta Estacional Semidecidual, (Carvalho, 1994; Lorenzi, 2008). Apresenta-se como ótima espécie para regeneração natural em vários estágios de sucessão secundária (Lorenzi, 2008).

Estas duas espécies apresentaram no período da seca diminuição acentuada do número de folhas e área da copa, o que se justifica pelo fato de serem espécies decíduas. Cedro-do-brejo, embora citada como espécie decídua, teve comportamento similar às demais espécies que são citadas por Lorenzi (2008) como perenifólias.

De modo geral, o processo de rustificação das mudas em viveiro produziu bons resultados que, provavelmente fossem melhores se as mudas tivessem ficado por mais tempo sob este tratamento. Deve-se considerar ainda que para efetuar o plantio em montículos e sua subsequente manutenção exige mão de obra mais cara. Assim, o desenvolvimento de um método adequado de rustificação para ser empregado em viveiros seria bastante conveniente, considerando-se os resultados aqui obtidos. Isto evidencia que estudos desta natureza precisam prosseguir.

A ACP confirmou os resultados obtidos nas demais análises já que houve maior proximidade entre Sangra-d'água e Pau-viola, principalmente nas últimas avaliações revelando seu melhor desempenho em relação às demais espécies testadas.

Pode-se concluir que, em termos de sobrevivência o Cedro-do-brejo foi a única espécie que apresentou queda, embora não muito pronunciada, que pode ter sido provocada pelo ataque da “broca-do-cedro”. Assim, todas as espécies testadas parecem ser bem indicadas para a restauração de florestas paludosas. Entre as espécies, Sangra-d'água destacou-se seguida de Pau-viola, quanto ao melhor desempenho em termos de crescimento aos 12 meses, enquanto Cedro-do-brejo apresentou os menores resultados, ficando as demais espécies em posição intermediária.

No que se refere à forma de plantio, os resultados indicaram que as formas de plantio em montículos e rustificação foram as de melhor resultado, pelo menos nos meses iniciais, sendo que ao final de 12 meses, as diferenças se tornaram menos expressivas, havendo tendência para a uniformização no desempenho das espécies de modo geral.

Como existem evidências de que com a passagem do tempo poderá haver alterações na sobrevivência das plantas bem como em seu ritmo de crescimento, considera-se que



seria importante efetuar avaliações continuadas, ao longo de vários anos para se poder recomendar com maior segurança o uso das espécies e das formas mais indicados para a restauração florestal da área estudada.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTANASIO, C. M. Planos de Manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 193 p. 2004..
- ATTANASIO C. M.; RODRIGUES R. R.; GANDOLFI S.; NAVE A. G. Adequação Ambiental de Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Biológicas Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Piracicaba – SP, 67p., 2006.
- AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. Tensiometro: dispositivo prático para controle da irrigação. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, 33 p. 1999.
- CAMARGO A. P.; GROHMANN, F.; CAMARGO, M. B. B. Tensiometro simples de leitura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1963 – 1972, 1982.
- CARBONI, M. Composição, estrutura e diversidade vegetal de uma floresta estacional semidecídua ribeirinha com influência fluvial permanente (mata de brejo) em Bauru - SP / Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2007. Marina Carboni. – Botucatu : [s.n.], 2007.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: **EMBRAPA-CNPQ/SPI**, 640p, 1994.
- CATI (Coordenaria de Assistência Técnica Integral), [www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br), Programas Bacias Hidrográficas, 15hs09min, 26-01-2009.
- COELHO S. L.; TEIXEIRA A. S.; Avaliação do tensiômetro eletrônico no monitoramento do potencial matricial de água no solo. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.24, n.3, p.536-545, set./dez, 2004.
- DURIGAN, G. and SILVEIRA, E., R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis – SP. **Scientia Florestalis**, n° 56, p. 135-144, dez. 1999.
- GONÇALVES R. M. G.; GIANNOTTI E. I.; GIANNOTTI J. D.; SILVA A. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando a restauração ecológica da microbacia do córrego da fazenda Itaqui, município de Sanata Gertrudes, SP. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 73-95, jun. 2005.

- GORENSTEIN, M. R.; BORGES P. C. A.; POLETTO, R. S. Comportamento Silvicultural de seis espécies nativas na revegetação da mata ciliar do córrego barreiro em Garça-SP. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, Ano IV, N° 07, Fevereiro, 2006.
- JAMES, L. G. Principles PF farm irrigation system design. New York: **J. Wiley**, 1988. 543p.
- JOLY C. A.; & CRAWFORD M. M. Variation in Tolerance and Metabolic Responses to Flooding in some Tropical Tress. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 33, N° 135, pp 799-809, August, 1982.
- JOLY C. A.; SPIGOLON J. R.; LIEBERG S. A.; SALIS S. M.; AIDAR M. P. M.; METZGER J. P. W.; ZICKEL C. S.; LOBO P. C.; SHIMABUKURU M. T.; MARQUES M. C. M.; SALINO A. Projeto Jacaré-Pepira: O desenvolvimento de um Modelo de Recomposição da Mata ciliar com Base na Florística Regional. In: RODRIGUES R. R. & LEITÃO FILHO H. F. (Eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/FAPESP, pp. 271-288. 2004.
- KLAR, A. E. A Água no Sistema-solo-planta-atmosfera. 2ª ed. São Paulo. **Nobel** 1988.
- LACERDA, R. D.; GUERRA H. O.; JUNIOR G. B. CAVALCANTI M. L. F. Avaliação de um TDR para determinação do conteúdo de água no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Vol. 5, nº 1, 2005.
- LIMA W. P.; ZAKIA M. J. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. Série **Técnica IPEF**. V. 12, n 31, p. 53-64, abr., 2000.
- LONGHI A. A.; DIAS C. A. C. Cultura da Mandioca. **Campinas, Instituto Agrônomo**, 29p. (Boletim número 124), 1964.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 384 p. vol. 1. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 2008.
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, **New Sons**, New York, 1988.
- MELO, J. T; ZOBY, J. L. F. Embrapa Cerrados. O Cuidado com o Plantio de Mogno. Planaltina (DF). 18/01/2008 – 9:45 hs. <http://www.boletimpecuario.com.br/artigos>.
- PEREIRA, A.S. **Aspectos agrônômicos da cultura da mandioca**. Bragantia, Campinas, 10: 179-202, 1950.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, p.277, 2005.

- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**: The principles and practice of numerical classification. San Francisco: W.H. Freeman, 573p. 1973.
- SAS. *The SAS System - Release 9.1*. SAS Institute Inc. Cary, NC: SAS Institute, 2003.
- SETZER, A.W. AND MALINGREAU, J.P., 1996. AVHRR monitoring of vegetation fires in the tropics: towards a global product. In *Biomass Burning and Global Change*; ed. J.Levine, **MIT Press**, Cambridge, pp.25-39.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. *Botânica Sistemática, Guia ilustrativo para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 640 p., 2005.
- SZTUTMAN M; RODRIGUES R. R. O mosaico vegetacional numa área de floresta continua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantamento, Pariquera-Açu, SP. **Revista brasil. Bot.**, V.25, n.2, p.161-176, jun. 2002.
- TONIATO, M.T.Z., LEITÃO FILHO, H.F. & RODRIGUES, R.R.. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (mata de brejo) em Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 21: 197-210, 1998.
- VIEIRA S.; *Introdução à Bioestatística*. Rio de janeiro: Campus, p. 196, 1980.
- ZAMITH, L. R. and SCARANO F. R. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted Woody Species. **Restoration Ecology**, Vol. 14, N° 1, pp. 87-94, march, 2006.

## CAPÍTULO III

**AVALIAÇÃO DE SEIS ESPÉCIES VEGETAIS EM PLANTIO NA ÉPOCA SECA VISANDO A RESTAURAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS DEGRADADAS EM MINEIROS DO TIETÊ, SP.****RESUMO**

A restauração de áreas degradadas é importante tema na atualidade, sendo focado em diversos projetos desenvolvidos por governos estaduais, como é o caso do “Projeto de Recuperação de Matas Ciliares”, desenvolvido pela Secretaria do Meio Ambiente e pelo “Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas”, desenvolvido pela CATI/SAA/SP, implementados pelo governo do Estado de São Paulo. Um importante fator para a realização da atividade de restauração florestal reside na escolha de métodos e espécies vegetais que proporcionem o manejo sustentável do ambiente. Devido a pouca pesquisa na área e a alta demanda para respostas, foi desenvolvido um estudo visando avaliar o método de plantio em época seca (julho de 2008), em uma área de mata ciliar brejosa no município de Mineiros do Tietê, SP. Foram plantadas mudas de seis espécies florestais arbóreas: Cedro-do-brejo (*Cedrela odorata*, Meliaceae), Figueira-do-brejo (*Ficus insipida*, Moraceae), Guanandi (*Callophylum brasiliensis*, Clusiaceae), Pau-viola (*Citharexylon myrianthum*, Verbenaceae), Peito-de-pombo (*Tapirira guianensis*, Anacardiaceae) e Sangra-d’água (*Croton urucurana*, Euphorbiaceae). Houve baixa mortalidade para todas as espécies após o plantio. De modo geral, Sangra-d’água se destacou com os maiores valores em relação ao crescimento, seguida por Pau-viola e Peito-de-pombo. O pior desempenho foi observado para Cedro-do-brejo, enquanto as demais espécies ocuparam posição intermediária. Houve certa alternância quanto ao melhor desempenho das demais espécies entre as diversas características mensuradas, dificultando uma análise mais acurada. Talvez a exigüidade de tempo de observações não tenha sido suficiente para o efetivo estabelecimento das espécies na condição de crescimento testada, devendo-se prosseguir as análises para se obter dados com maior segurança.

**Palavras Chaves:** Restauração vegetal, matas ciliares, florestas paludosas, método de restauração.

**EVALUATION OF SIX PLANT SPECIES CULTIVATED IN THE DRY SEASON AIMING TO RESTORE DEGRADED WETLANDS IN “MINEIROS DO TIETÊ” MUNICIPALITY, SÃO PAULO STATE, SOUTHEASTERN BRAZIL.**

**ABSTRACT –**

The restoration of degraded areas is an important issue, and has been focused on several projects developed by state governments, such as the "Project for the Recovery of Riparian Vegetation – Projeto de Recuperação de Matas Ciliares," developed by the Department of the Environment and the "State Program of Hydrographical Basins – Programa Estadual de Bacias Hidrográficas ", developed by the government of São Paulo State. An important factor to achieve forest restoration lies in the choice of methods and plant species that provide the better management of the environment. Because little research in the area exists and because there is a high demand for answers, a study was developed to evaluate one method of planting in the dry season (July 2008), in an area of riparian wetland in the city of “Mineiros do Tietê”, São Paulo State, Southeastern Brazil. Seedlings of six arboreal species were planted: *Callophylum brasiliensis* Cambess. (Clusiaceae), *Citharexylon myrianthum* Cham. (Verbenaceae), *Cedrela odorata* L. (Meliaceae), *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae) and *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae). There was low mortality for all species after planting. In general, *Croton* stood with the highest values in relation to growth, followed by *Citharexylon* and *Tapirira*. The worst performance was observed for *Cedrela*, while the other species occupy an intermediate position. There was some switching on the performance of the other species in relation to the various characteristics measured, making difficult a more accurate analysis. Perhaps the paucity of time of observations was not sufficient for the effective establishment of the species in the condition tested. Further analysis should be made to obtain more trustworthy data.

**Keywords:** Forest Restoration, riparian forests, swampy forests, restoration method.

## **1 – INTRODUÇÃO**

A restauração de áreas degradadas é importante tema na atualidade, sendo focado em diversos projetos desenvolvidos por governos estaduais, como é o caso do Projeto de Recuperação de Mata Ciliar (SMA/SP) e pelo Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas (CATI/SAA/SP) implementados pelo governo do Estado de São Paulo.

As matas ciliares são formações florestais associadas aos cursos d'água, nascentes e locais sujeitos a inundações temporárias ou permanentes, com a função reguladora do fluxo de água, sedimentos e nutrientes na rede de drenagem de uma bacia hidrográfica (Gonçalves *et. al.* 2005). Essas áreas sofreram historicamente intensa degradação e, somente em anos recentes, sua importância e papel fundamental na manutenção e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos têm sido assimilados pela população, após intensas campanhas de conscientização efetuadas pelos órgãos públicos competentes.

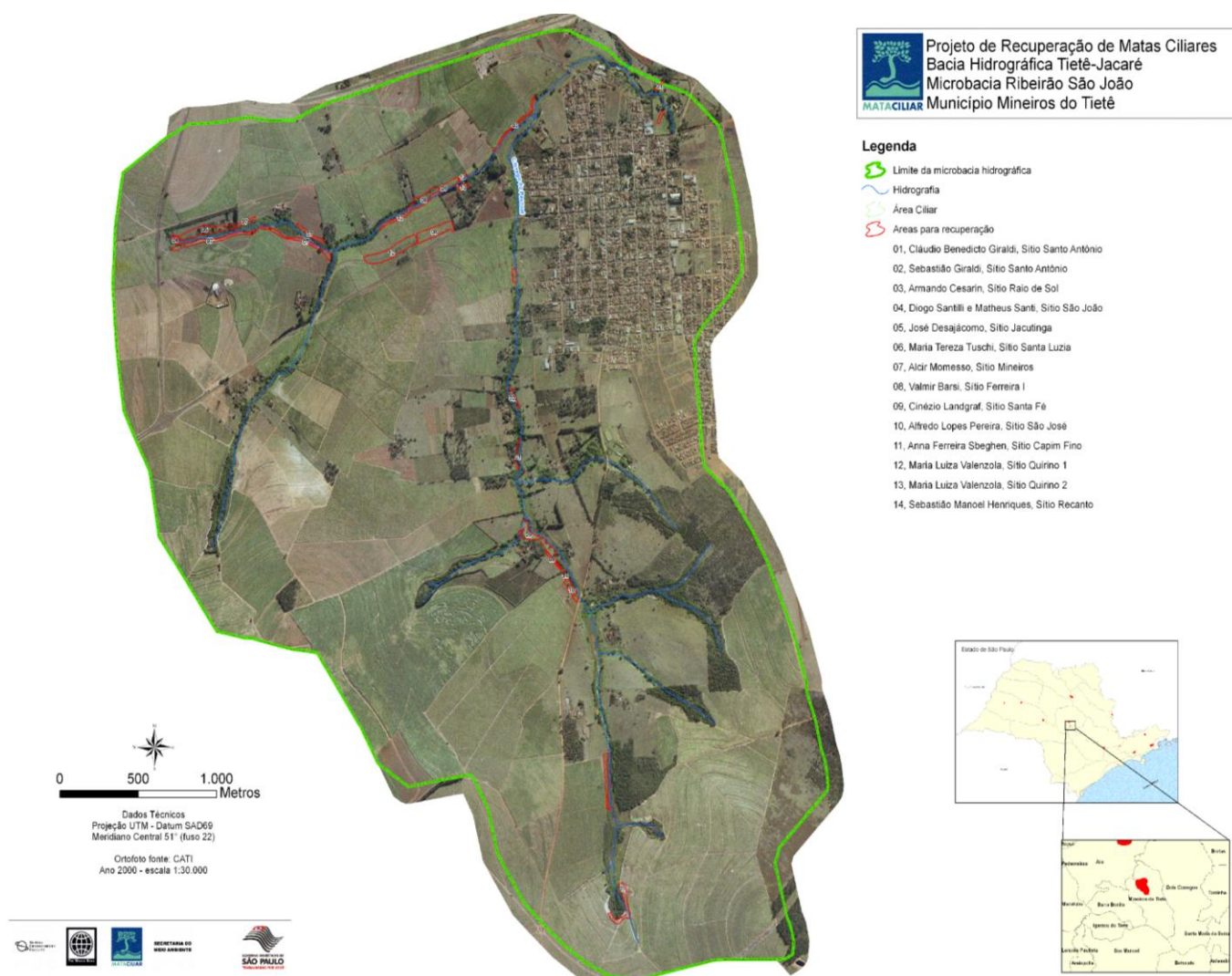
O que se busca com a restauração vegetal, são valores ecológicos e sociais. Por isso, um importante fator para a realização da atividade de restauração vegetal está na escolha de métodos que proporcionem o manejo sustentável do ambiente (Lima & Zakia, 2004).

Buscando contribuir para o conhecimento de métodos de restauração de Florestas Paludosas no Domínio da Floresta Atlântica, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o método de plantio em época seca, ou seja, com baixo índice de chuvas, utilizando-se para isso seis espécies vegetais características de ambientes brejosos.

## **2 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1- ÁREA DE ESTUDO**

Este trabalho foi realizado na Fazenda Santa Fé localizada às margens do Ribeirão São João (22°26'15.40" S e 48°27'11.28" W), zona rural do município de Mineiros do Tietê – SP (Figura 1). A Microbacia do Médio Ribeirão São João, formada pelo Ribeirão São João e pelo córrego do Borrvalho, está inserida no perímetro da Área de Proteção Ambiental Corumbataí – APA, da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê, fazendo parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 13/ Tietê – Jacaré (Attanasio, 2004). Esta foi uma das microbacias selecionadas tanto pelo Programa de Recuperação de Matas Ciliares (SMA do Estado de São Paulo), como pelo Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas – PEMBH (CATI-SAA/SP).

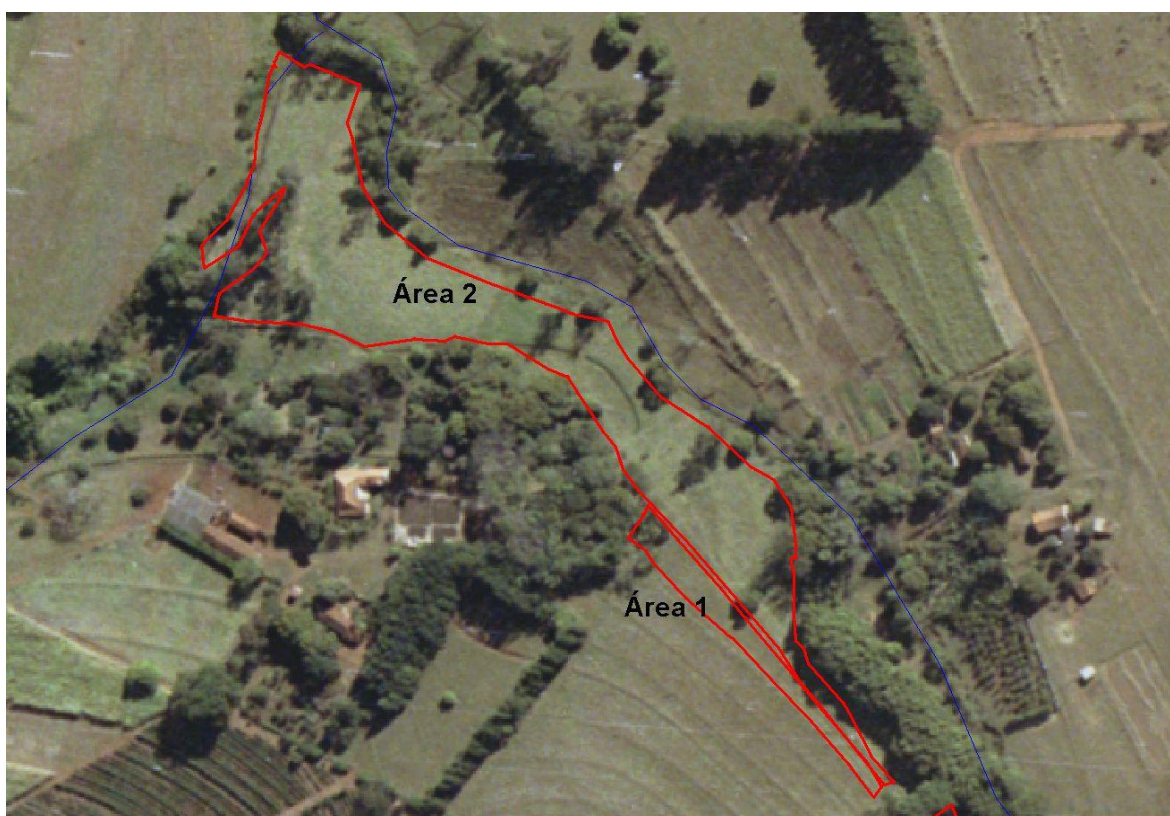


**Figura 1** – Foto aérea da Microbacia do Médio Ribeirão São João, município de Mineiros do Tietê (SP), com detalhe em vermelho para as Áreas de Preservação Permanente em recuperação dentro do Projeto de Recuperação de Matas ciliares (SMA/SP).

Segundo Setzer (1966), o clima da região é do tipo Cwa de Koeppen, isto é, quente com invernos secos. No mês mais seco, o volume de chuvas atinge 30 mm e a temperatura do mês mais quente ultrapassa os 22°C e a do mês mais frio fica abaixo de 18°C (Attanasio et al., 2006).



A Área de Preservação Permanente (APP) da Fazenda Santa Fé (Figura 2), possui 1,2 ha. O experimento ocupou 2000 m<sup>2</sup> (4 parcelas de 18m x 25m – Figura 3). O restante da APP, encontrado em ambiente menos saturado hidricamente, foi restaurado através do método de plantio total de espécies arbóreas adaptadas a locais secos, sob coordenação da ONG MAE Natureza, com sede no município de Barra Bonita, SP. De acordo com informações fornecidas pelo proprietário da área, houve um extenso desmatamento há 26 anos (1983) e o cultivo do arroz passou a ser a principal atividade por 15 anos. Após este período, a área que era brejosa foi drenada através da construção de quatro drenos, alterando as características naturais do solo, provocando a degradação e o desequilíbrio do ambiente. Não houve nenhum sinal de regeneração natural, até a data de implantação deste experimento.



**Figura 2** – Fazenda Santa Fé em Mineiros do Tietê – SP, Onde foi realizado o experimento de instalação e avaliação de forma de plantio e de espécies arbóreas nativas para restauração em áreas degradadas brejosas. Área 1: APP solo seco; Área 2: APP com solo hidricamente saturado. Imagem cedida pelo projeto Mata Ciliar (SMA).





**Figura 3** – Área experimental em APP da Fazenda Santa Fé em Mineiros do Tietê – SP, com distribuição dos blocos onde foram instalados os experimentos. T1 e T2: localização dos dois conjuntos de tensiômetros.

## 2.2- METODOLOGIA

O experimento foi instalado no final de Agosto de 2008 com o apoio do PRMC (Projeto de Recuperação de Matas Ciliares – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo), da ONG MAE Natureza (com sede em Barra Bonita – SP) como executora e do PEMH (Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI/SAA/SP).

O estudo avaliou um método de plantio de espécies vegetais em época de seca do ano (Agosto de 2008, Figura 4) em área de solo hidricamente saturado, sendo idealizada para que o plantio pudesse ser feito no solo com menor umidade, devido à escassez de chuvas que normalmente ocorre no inverno. O plantio foi efetuado em covas ao nível do solo, de acordo com as práticas usuais. O solo onde foi realizado o experimento apresentava baixa saturação hídrica no período de plantio, em comparação com outras épocas do ano.





**Figura 4** – Parcela do experimento na Fazenda Santa Fé (Mineiros do Tietê/SP), instalada através do método convencional, em forma de plantio em época Seca, onde cada um dos indivíduos ocupou  $6 \text{ m}^2$ . A: Preparação da área para plantio (Agosto/2008); B: Sangra-d água e solo menos saturado hidricamente; C: Forma de plantio em época seca já implantado, destaque também, para o plantio em linhas.

Sob este método de plantio foi avaliado o desenvolvimento de seis espécies vegetais de ocorrência comum em áreas úmidas, quais sejam, Cedro-do-brejo (*Cedrela odorata*, Meliaceae), Figueira-do-brejo (*Ficus insipida*, Moraceae), Guanandi (*Callophylum brasiliensis*, Clusiaceae), Pau-viola (*Citharexylon myrianthum*, Verbenaceae), Peito-de-pombo (*Tapirira guianensis*, Anacardiaceae) e Sangra-d'água (*Croton urucurana*, Euphorbiaceae). Estas espécies apresentam características apropriadas ao estabelecimento e desenvolvimento em áreas úmidas, típicas de Florestas Paludosas.

As mudas foram cedidas pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI-SAA/SP) Unidade Pederneiras, através da parceria pelo Programa de Recuperação de Matas Ciliares (SMA/SP), e estão descritas na Tabela 1, com base em Lorenzi *et al.* (2008). Essas mudas foram mantidas em área sombreada e foram irrigadas periodicamente, desde sua aquisição (Fevereiro de 2008) até o plantio (Agosto de 2008).

**Tabela 1** – Dados das espécies utilizadas no desenvolvimento do trabalho com informações obtidas em Lorenzi *et al.* (2008).

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	ECOSSISTEMA
Clusiaceae	<i>Callophylum brasiliensis</i> Cambess.	Guanandi	Mata Paludosa
Verbenaceae	<i>Citharexylon myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	Floresta Ombrofila Densa/ Mata Paludosa
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro-do-brejo	Floresta Ombrofila Densa/ Mata Paludosa
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	Mata Paludosa
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira-do-brejo	Floresta Ombrofila Densa/ Mata Paludosa
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Sangra d'água	Floresta Ombrófila Mista/ Mata Paludosa

Na sua origem, as mudas utilizadas no experimento foram semeadas e/ou replantadas em sacos plásticos apropriados (Figura 5), preenchidos por substrato composto por 2/3 de terra de subsolo e 1/3 de composto orgânico, em condições de viveiro. As mudas resultaram de plântulas ou sementes de vários outros viveiros da CATI ou coletados na



unidade de Pederneiras, SP. As mudas de Guanandi estavam acondicionadas em vasos, um plástico um pouco mais duro e também mais alto, porém a quantidade e qualidade de substrato que preenchia seus recipientes eram as mesmas das outras espécies. No momento da instalação do experimento, todas as mudas tinham cerca de quinze meses e altura média de 0,85 m, com exceção para a Sangra-d'água, que apresentava, em geral, altura cerca de 10 cm maior que as demais espécies.

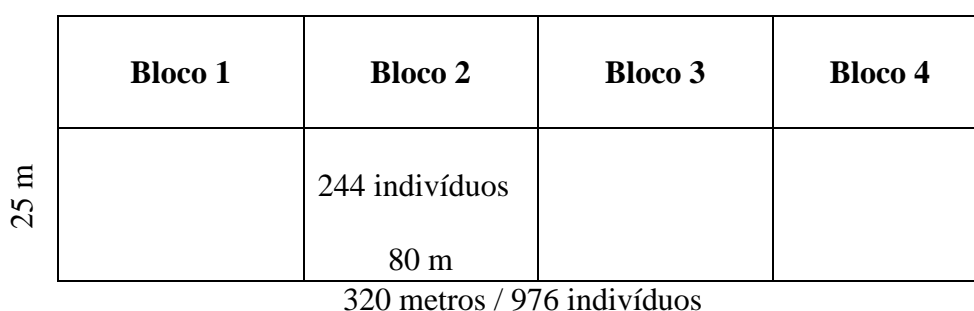


**Figura 5** – As seis espécies vegetais, Peito-de-pombo, Sangra-d'água, Figueira-do-brejo, Cedro-do-brejo, Pau-viola e Guanandi, em seus recipientes, antes de serem levadas a campo para o plantio do experimento na Fazenda Santa Fé (Mineiros do Tietê – SP).O recipiente onde foi plantado o Guanandi é diferente dos demais, no entanto possui a mesma quantidade e qualidade de substrato.

As mudas da espécie *Cedrella odorata* L. (Cedro-do-brejo) foram atacadas pela Broca-do-Cedro (*Hypsipyla grandella* Zeller). Esta broca é um inseto pertencente à ordem Lepidoptera, da família Pyralidae, com ocorrência do Amazonas até o Rio Grande do Sul. O ataque acontece na forma de larva que se alimenta da gema apical da planta, destruindo-a. Essa destruição leva a uma bifurcação e a um atraso no crescimento prejudicando a qualidade da madeira produzida pela árvore. O controle químico é difícil, visto que a eclosão dos ovos ocorre com mais frequência à noite e as larvas penetram rapidamente na planta, dificultando ainda mais o combate. Os indivíduos que foram imediatamente plantados e bem como aqueles que permaneceram no processo de rustificação, já vieram do viveiro da CATI – Pederneiras, contaminadas por esta praga, resultando provavelmente em alterações no crescimento, como cita o artigo de Melo & Zoby (2008).

O experimento foi instalado segundo um Delineamento em Blocos Casualizados (Vieira, 1980), constituído de quatro blocos (Figura 6). Cada bloco foi formado por parcelas de 16 m x 25 m, uma bordadura de 2,0 m entre cada parcela e bloco. Cerca de 60 mudas, sendo 10 de cada espécie, foram plantadas e sua disposição foi sorteada.

A escolha de quatro blocos teve como critérios a constituição de subáreas homogêneas, em relação às condições ambientais para o desenvolvimento das espécies vegetais. A constituição de bordas visou reduzir a interferência entre os tratamentos (Vieira, 1980). De maneira ilustrativa, a Figura 6 demonstra como foi realizada a distribuição dos quatro blocos, na área que foi realizado o experimento e a localização da parcela, em cada bloco, instalada através da forma de plantio em época seca do ano.



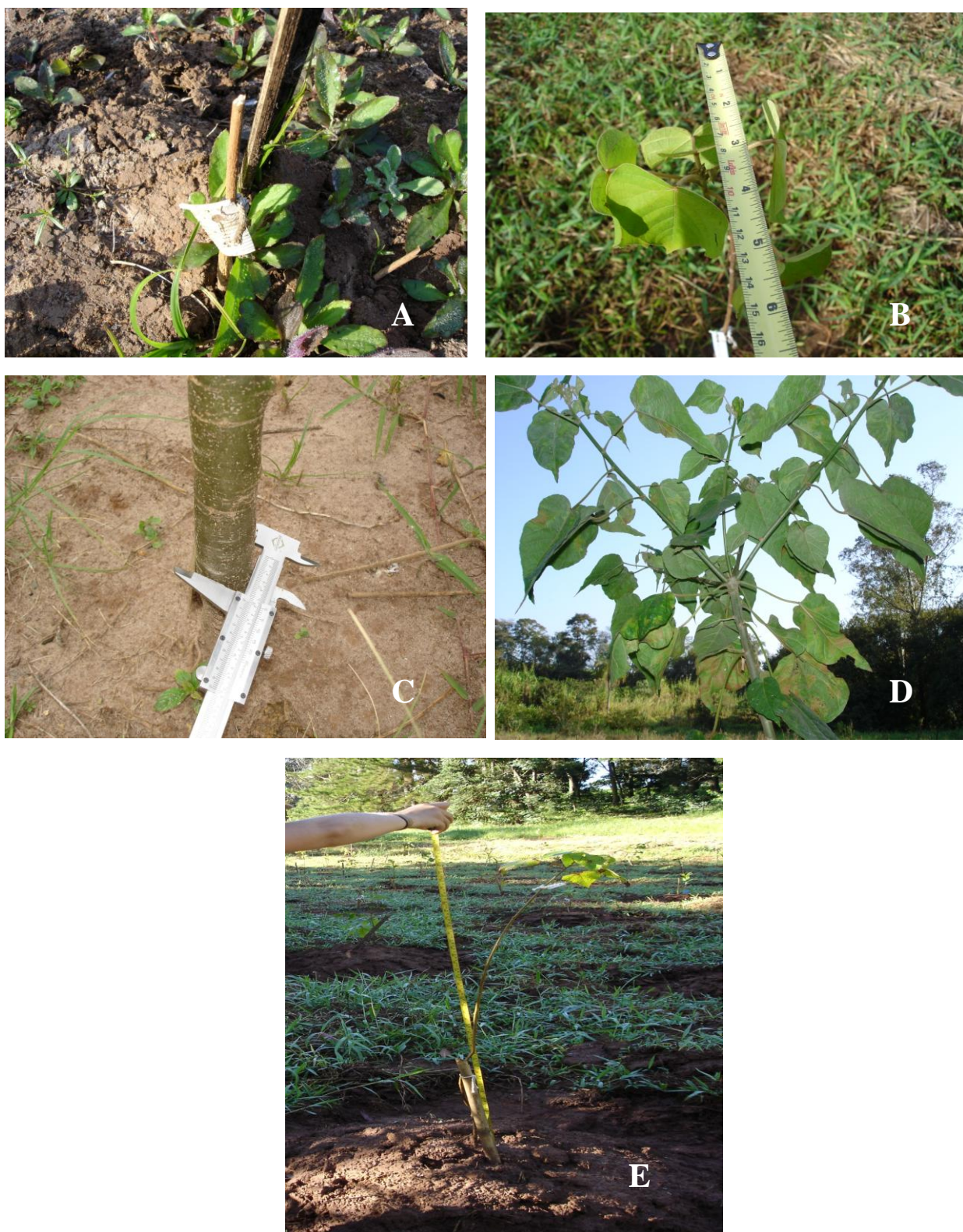
**Figura 6** – Delimitação dos blocos e localização da parcela com método de plantio em época seca do ano, na área do experimento na Fazenda Santa Fé (Mineiros do Tietê – SP).

Em campo, os parâmetros altura e diâmetro do eixo principal do caule, número de folhas por planta, e maior e menor diâmetro da copa em posições paralela e perpendicular às linhas de plantio (Figura 7), foram avaliados a cada dois meses, ao longo de sete meses, em todos os indivíduos que foram plantados no experimento.

A altura do eixo do caule foi tomada a partir da base do caule até a gema apical, utilizando-se trena. O diâmetro do caule foi medido a 10 cm a partir do solo, para evitar interferências de nós que se formaram na base do caule. Esta medida foi tomada com paquímetro e depois transformada em metros quadrados, para se obter o valor da área do caule. Os diâmetros das copas foram medidos com trena a partir dos eixos perpendiculares e paralelos às linhas de plantio, e desta medias foi obtida uma média, que em seguida foi transformada em metros quadrados ( $m^2$ ) para expressar a estimativa da área da copa de cada planta.

Foram instalados oito tensiômetros distribuídos em dois pontos da área experimental para avaliação da variação da saturação hídrica do solo, os quais permaneceram na área durante todo o experimento (Figura 8). Cada tratamento do bloco central e de um dos blocos localizado numa das extremidades da área experimental recebeu um tensiômetro, cujos dados foram obtidos a cada dois meses, no momento da avaliação do desenvolvimento das plantas.





**Figura 7** – Parâmetros avaliados durante o acompanhamento do experimento. A: Sobrevivência; B: Maior e menor medida da copa; C: Diâmetro do caule; D: N° de folhas; E: Altura, tomada no eixo principal da muda.





**Figura 8** – Tensiômetros instalados na área experimental, em todas as formas de plantio nos blocos 2 e 4, sempre acompanhando a profundidade de plantio das mudas.



### 2.3. – ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram submetidos à análise de variância com posterior comparação de médias utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em seguida foi aplicada análise de regressão polinomial, utilizando-se o sistema computacional SAS (SAS, 2003). Foram consideradas as regressões significativas de maior grau, ao nível de 5% de probabilidade.

O desempenho das espécies foi também avaliado utilizando-se a Análise de Componentes Principais (ACP), que permite a redução da dimensionalidade de um sistema multivariado, preservando-se informação suficiente sobre a variabilidade do conjunto inicial de dados. O conjunto de caracteres é reduzido a um número menor de variáveis não correlacionadas, ou seja, os componentes principais, aqui denominados Y1, Y2, etc. Usualmente tomam-se apenas os primeiros componentes principais quando maximizam a representação da variância total (acumulando pelo menos 75% da variância), podendo-se desprezar as demais sem perda significativa da informação contida nos parâmetros originais. Assim, a ACP proporciona a descrição resumida do fenômeno em estudo, a visualização gráfica da ordenação das unidades amostrais em eixos coordenados, bem como a elaboração de considerações sobre o significado das relações entre as variáveis originais estudadas e de sua capacidade discriminatória (Sneath & Sokal 1973, Ludwig & Reynolds 1988).

Consideraram-se unidade amostral as seis espécies estudadas, submetidas à condição de crescimento a partir de plantio em época seca, foram efetuadas três avaliações elaborando-se a análise conjunta das seis espécies sob esta condição, produzindo-se, portanto, quatro unidades amostrais, avaliadas em três épocas (Setembro e Novembro de 2008 e Março de 2009). As variáveis foram quatro descritores morfológicos: altura das plantas, número de folhas por planta e áreas do caule e da copa. Para cada época de avaliação, foi elaborada uma ACP, sendo os cálculos obtidos a partir de matrizes de covariâncias e os resultados apresentados na forma de dispersão gráfica.

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1. – SOBREVIVÊNCIA

Houve baixa mortalidade para todas as espécies após o plantio. No total, somente 1,34 % das 257 mudas plantadas morreram sete meses após a instalação do experimento (Tabela 2).

A sobrevivência das mudas foi menor para as espécies Cedro-do-brejo (84,1%) e Guanandi (86,3%), enquanto que Pau-viola (97,5%) e Sangra-d'água (97,3%) se destacaram com maior sobrevivência. As espécies Peito-de-pombo (90,9%) e Figueira-do-brejo (90,2%) apresentaram bom índice de sobrevivência, porém com valores intermediários.

**Tabela 2** – Porcentagem de sobrevivência de seis espécies arbóreas em área úmida sob uma forma de plantio, sete meses após a instalação do experimento. Setembro de 2008 a Março de 2009. (n=número inicial de mudas; S=sobrevivência)

ESPÉCIES	Plantio em época seca	
	n	S Total (%)
Cedro-do-brejo	44	84,1
Figueira-do-brejo	41	90,2
Guanandi	44	86,3
Pau-viola	40	97,5
Peito-de-pombo	44	90,9
Sangra-d'água	44	97,3
Total	257	98,67

#### 3.2. - ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTES DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

##### 3.2.1. – Altura das plantas

A análise de variância efetuada para a média dos dados obtidos no período dos meses de setembro de 2008 a Março de 2009 evidenciou diferença significativa em todos os meses, entre as espécies para a característica altura (Tabela 3).

Nas três épocas analisadas Sangra-d'água apresentou os maiores valores de altura, diferindo significativamente em relação às demais espécies. Os menores valores foram observados para Cedro-do-brejo, e os restantes das espécies ocuparam posição intermediária (Tabela 4). Na última avaliação somente Sangra-d'água diferiu

significativamente das demais, dentre as quais Cedro-do-brejo teve o pior desempenho, embora não tenha diferido estatisticamente.

**Tabela 3** – Resumo de análise de variância para altura da planta (A) de seis espécies arbóreas (E) cultivadas no período da Seca. Setembro, 2008 a Março de 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios		
		Set/08	Nov/08	Março/09
Espécies (E)	5	0,286 **	0,288 **	0,459 **
Resíduo (a)	15	0,0018	0,0032	0,0184
CV (%)	-	6,96	9,13	16,64

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 4** – Altura para o plantio na Seca, de Setembro de 2008 a Março de 2009.

ESPÉCIES	Forma de plantio – SECA		
	Setembro/ 2008	Novembro/ 2008	Março/ 2009
1. Cedro-do-brejo	0,3325 D	0,3256 D	0,4880 B
2. Figueira-do-brejo	0,5322 C	0,5716 BC	0,7079 B
3. Guanandi	0,4854 C	0,4833 C	0,7518 B
4. Pau-viola	0,5677 BC	0,5855 BC	0,7150 B
5. Peito-de-pombo	0,6610 B	0,6539 B	0,7537 B
6. Sangra-d'água	1,1146 A	1,1203 A	1,4768 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 3.2.2. – Seção transversal da área do caule.

A análise de variância evidenciou diferença significativa para a seção transversal da área do caule nas três épocas analisadas (Tabela 5).

Em Setembro e Novembro de 2008 sangra-d'água e figueira-do-brejo apresentaram os maiores valores e diferiram significativamente das demais as quais não diferiram entre si. Em Março de 2009, sangra-d'água se destacou, apresentando significativamente maior valor em relação às demais espécies, as quais não diferiram entre si (Tabela 6).

**Tabela 5** – Resumo de análise de variância para áreas do caule (ACa) de seis espécies arbóreas (E) cultivadas no período da Seca. Setembro, 2008 a Março de 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios		
		Set/08	Nov/08	Março/09
Espécies (E)	5	0,00001 **	0,00002 **	0,0068 **
Resíduo (a)	15	0,000001	0,00003	0,0007
CV (%)	-	19,38	21,38	18,48

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 6** – Área do caule para o plantio na Seca, em Setembro de 2008 a Março de 2009.

ESPÉCIES	Forma de plantio – SECA		
	Setembro/ 2008	Novembro/ 2008	Março/ 2009
1. Cedro-do-brejo	0,0043 B	0,0061 B	0,0192 B
2. Figueira-do-brejo	0,0069 A	0,0097 A	0,0194 B
3. Guanandi	0,0032 B	0,0041 B	0,0138 B
4. Pau-viola	0,0040 B	0,0057 B	0,0222 B
5. Peito-de-pombo	0,0042 B	0,0054 B	0,0144 B
6. Sangra-d'água	0,0079 A	0,0098 A	0,0549 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 3.2.3. - Número de folhas.

A análise de variância evidenciou diferença significativa para o número de folhas nas três épocas analisadas (Tabela 7).

Em Setembro pau-viola e guanandi tiveram os maiores valores de número de folhas e diferiram significativamente das demais espécies. Na seqüência se destacou sangra-d'água, que ocupou lugar intermediário, e as demais espécies tiveram menor produção de folhas (Tabela 8). Nas avaliações subsequentes não houve diferença significativa entre guanandi, pau-viola e sangra-d'água que apresentaram os maiores valores, enquanto as demais espécies tiveram significativamente menor número de folhas.

**Tabela 7** – Resumo de análise de variância para Número de Folhas (NF) de seis espécies arbóreas (E) cultivadas no período da Seca. Setembro, 2008 a Março de 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios		
		Set/08	Nov/08	Março/09
Espécies (E)	5	95,57 **	125,95 **	26,33 **
Resíduo (a)	15	1,716	11,05	1,811
CV (%)	-	17,08	32,41	26,41

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 8** – Número de folhas para o plantio na Seca, em Setembro de 2008 a Março de 2009.

ESPÉCIES	Forma de plantio – SECA		
	Setembro/ 2008	Novembro/ 2008	Março/ 2009
1. Cedro-do-brejo	3,95 C	6,05 B	8,85 B
2. Figueira-do-brejo	3,93 C	4,75 B	6,51 B
3. Guanandi	13,48 A	14,16 A	33,73 AB
4. Pau-viola	13,97 A	19,00 A	74,50 A
5. Peito-de-pombo	3,43 C	6,20 B	10,30 B
6. Sangra-d'água	7,27 B	11,38 AB	64,67 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### 3.2.4. - Área da copa.

A análise de variância evidenciou diferença significativa para a área da copa nas três épocas analisadas (Tabela 9).

Nas avaliações efetuadas em Setembro e Novembro de 2008, peito-de-pombo apresentou os maiores valores, não diferindo significativamente de cedro-do-brejo e figueira-do-brejo em Setembro e de cedro-do-brejo em Novembro. As demais espécies tiveram menores valores nessas avaliações. No entanto, em Março de 2009 não houve diferença significativa quanto à área da copa para todas as espécies analisadas, embora sangra-d'água tenha apresentado o maior valor nessa época (Tabela 10).

**Tabela 9** – Resumo de análise de variância para área da copa (ACo) de seis espécies arbóreas (E) cultivadas no período da Seca. Setembro, 2008 a Março de 2009.

Fontes de variação	GL	Valores de Quadrados Médios		
		Set/08	Nov/08	Março/09
Espécies (E)	5	0,0003 **	0,0089 **	0,1030 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	15	0,0012	0,0029	0,0316
CV (%)	-	19,50	26,44	37,50

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>NS</sup> Não significativo

**Tabela 10** – Área da copa para o plantio na Seca, em Setembro de 2008 a Março de 2009.

ESPÉCIES	Forma de plantio – SECA		
	Setembro/ 2008	Novembro/ 2008	Março/ 2009
1. Cedro-do-brejo	0,0475 AB	0,0665 AB	0,2643 A
2. Figueira-do-brejo	0,0499 AB	0,0512 BC	0,1078 A
3. Guanandi	0,0375 B	0,0355 BC	0,0786 A
4. Pau-viola	0,0385 B	0,0501 BC	0,2583 A
5. Peito-de-pombo	0,0610 A	0,0852 A	0,3370 A
6. Sangra-d'água	0,0384 B	0,0268 C	0,5858 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

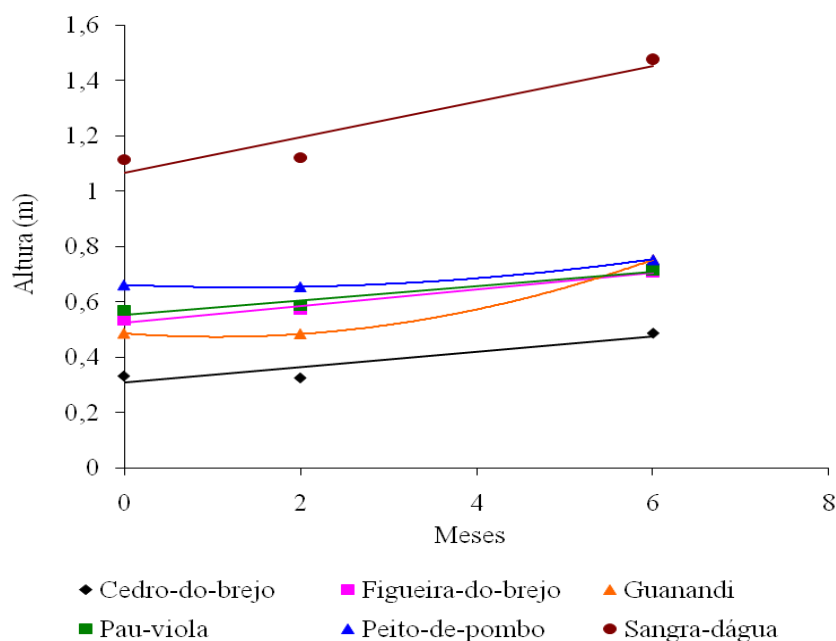
### 3.3. - ANÁLISE DE REGRESSÃO

Os dados obtidos para o plantio na época seca, quando submetidos à regressão polinomial, encontram-se na Tabela 11. Para todas as espécies e todos os parâmetros foram ajustadas equações significativas de primeiro grau, com exceção dos dados de altura para guanandi e peito-de-pombo para as quais houve ajuste de equações de segundo grau. Os coeficientes de determinação variaram bastante em todos os parâmetros, obtendo-se melhores ajustes para o número de folhas.

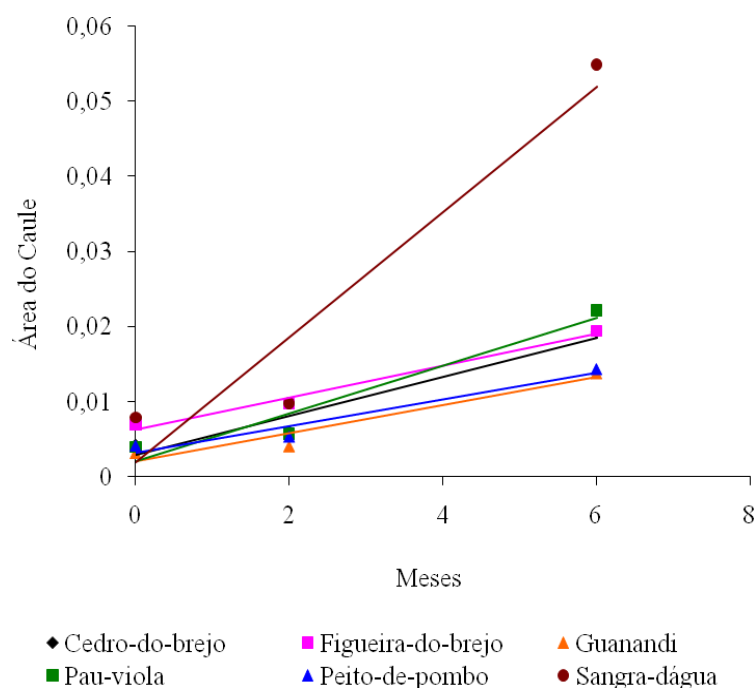
**Tabela 11** - Equações significativas e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para análise de regressão polinomial de dados de crescimento seis espécies arbóreas sob plantio em época seca.

Parâmetro	Espécies	Equação significativa ( $p < 0,05$ )	$R^2$
Altura	Cedro-do-brejo	$y = 0,03x + 0,31$	0,442
	Figueira-do-brejo	$y = 0,03x + 0,52$	0,600
	Guanandi	$y = 0,01x^2 - 0,024x + 0,49$	0,857
	Pau-viola	$y = 0,026x + 0,55$	0,459
	Peito-de-pombo	$y = 0,005x^2 - 0,013x + 0,66$	0,424
	Sangra-d'água	$y = 0,065x + 1,07$	0,523
Número de folhas	Cedro-do-brejo	$y = 0,80x + 4,15$	0,546
	Figueira-do-brejo	$y = 0,43x + 3,9$	0,658
	Guanandi	$y = 3,60x + 10,87$	0,807
	Pau-viola	$y = 10,63x + 7,5$	0,529
	Peito-de-pombo	$y = 1,13x + 3,63$	0,964
	Sangra-d'água	$y = 10,10x + 0,83$	0,571
Seção transversal da Área do Caule	Cedro-do-brejo	$y = 0,003x + 0,003$	0,653
	Figueira-do-brejo	$y = 0,002x + 0,006$	0,793
	Guanandi	$y = 0,002x + 0,002$	0,872
	Pau-viola	$y = 0,002x + 0,003$	0,530
	Peito-de-pombo	$y = 0,003x + 0,002$	0,771
	Sangra-d'água	$y = 0,008x + 0,002$	0,611
Área da Copa	Cedro-do-brejo	$y = 0,04x + 0,025$	0,413
	Figueira-do-brejo	$y = 0,01x + 0,04$	0,734
	Guanandi	$y = 0,007x + 0,03$	0,681
	Pau-viola	$y = 0,04x + 0,012$	0,368
	Peito-de-pombo	$y = 0,05x + 0,03$	0,436
	Sangra-d'água	$y = 0,10x - 0,045$	0,476

A Sangra-d'água destacou-se das demais em altura (Figura 9), área do caule (Figura 10) e área da copa (Figura 11), enquanto pau-viola destacou-se para número de folhas (Figura 12). As demais espécies tiveram desenvolvimento menor ao longo do período analisado, variando bastante suas posições relativas dependendo do parâmetro considerado.

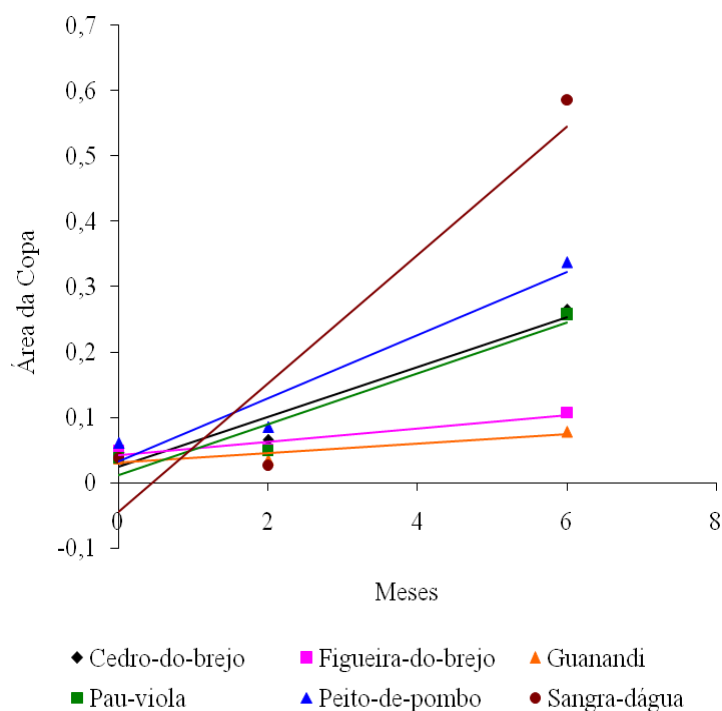


**Figura 9** - Equações de regressão para os dados de altura das plantas, crescendo na forma de plantio em época seca do ano. 0=Set/2008, 2=Nov/2008 e 6=Março/2009.

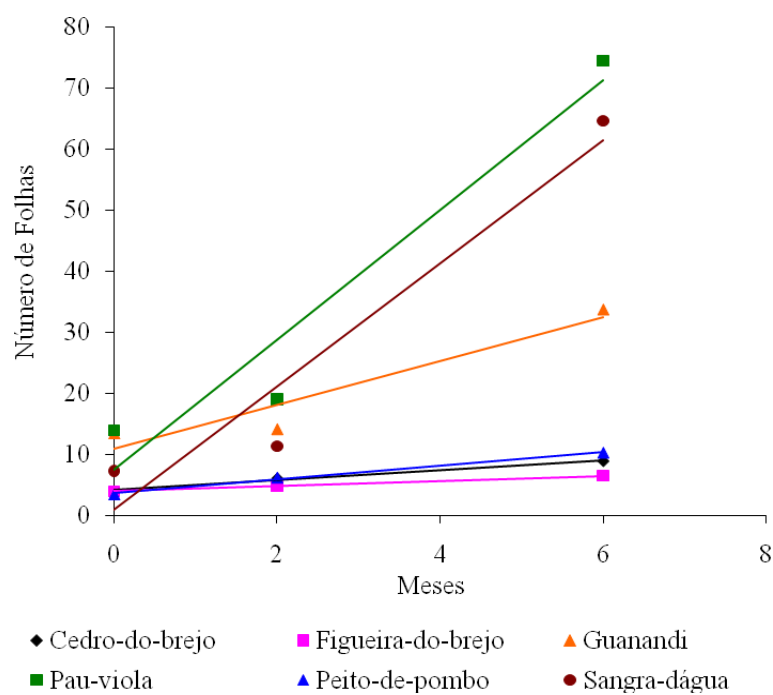


**Figura 10** - Equações de regressão para os dados da seção transversal da área do caule das plantas, crescendo na forma de plantio em época seca do ano. 0=Set/2008, 2=Nov/2008 e 6=Março/2009.





**Figura 11** - Equações de regressão para os dados de área da copa das plantas, crescendo na forma de plantio na época de seca do ano. 0=Set/2008, 2=Nov/2008 e 6=Março/2009.



**Figura 12** - Equações de regressão para os dados de número de folhas das plantas, crescendo na forma de plantio na época seca do ano. 0=Set/2008, 2=Nov/2008 e 6=Março/2009.

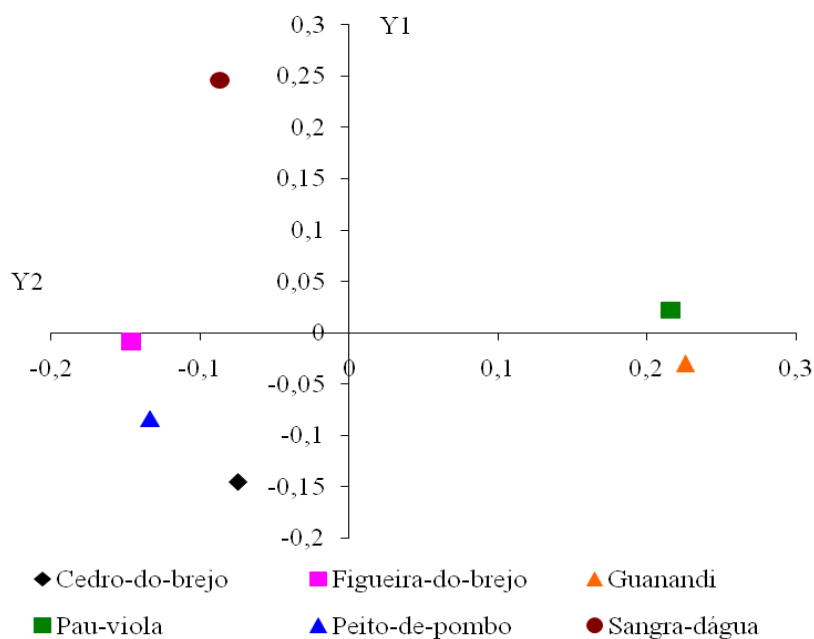
### 3.4. - ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

As representações gráficas da ordenação das unidades amostrais, no sistema de eixos, representando o primeiro e o segundo componentes principais (Y1 e Y2 respectivamente), encontram-se nas Figuras 13 a 15. Os coeficientes de correlação entre as variáveis e os componentes Y1 e Y2, bem como as porcentagens das variâncias acumuladas nesses componentes encontram-se nas Tabelas 12 a 14. Em todas as análises foram considerados apenas Y1 e Y2, uma vez que a variância acumulada nestes dois componentes variou de cerca de 87% a 94%, sendo, portanto, suficiente para uma representação expressiva da informação contida nas variáveis originais.

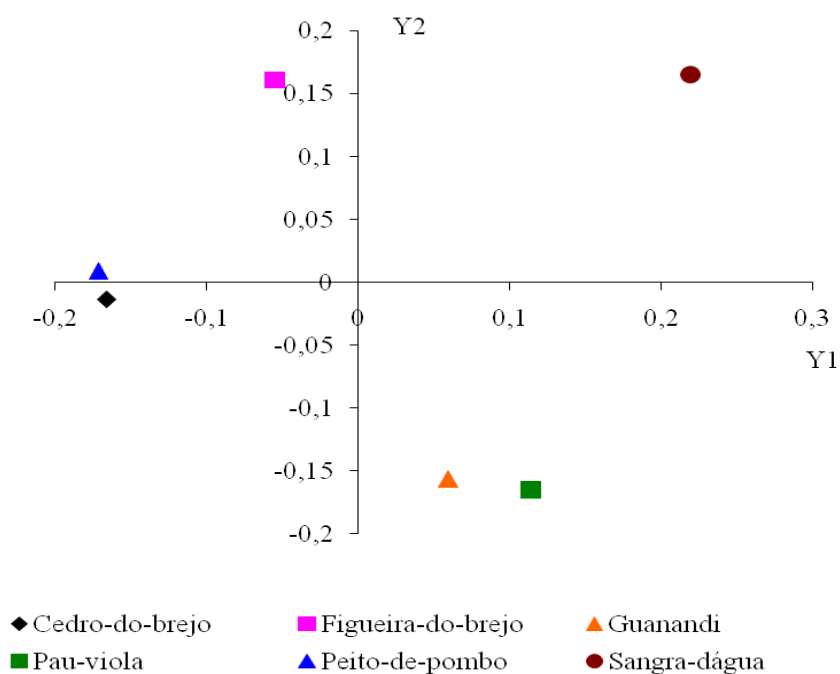
Em Setembro de 2008 as variáveis com maior poder discriminatório foram número de folhas para Y1 e altura das plantas para Y2. As espécies que se destacaram foram Sangra-d'água quanto à altura e Guanandi e Pau-viola quanto ao número de folhas, enquanto as demais espécies se agruparam proximamente no quadrante referente aos menores valores para as variáveis com maior poder de discriminação.

Em Novembro, as variáveis com maior poder discriminatório foram área da copa para Y1 e seção transversal do caule para Y2. As espécies que se destacaram foram peito-de-pombo e cedro-do-brejo quanto à área da copa e figueira-do-brejo e sangra-d'água quanto à seção transversal do caule.

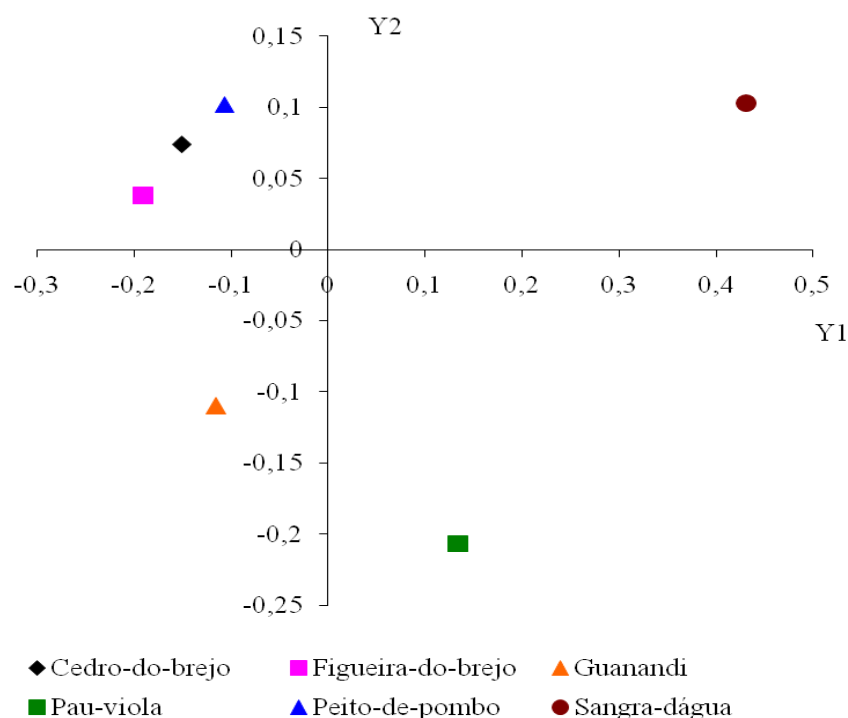
Em Março de 2009, as variáveis com maior poder discriminatório foram seção transversal do caule para Y1 e número de folhas para Y2, destacando-se sangra-d'água quanto à seção transversal do caule e pau-viola e guanandi quanto ao número de folhas. As demais espécies se agruparam no quadrante referente aos menores valores para as variáveis com maior poder de discriminação.



**Figura 13** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas à condição de plantio em época de seca no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Setembro, 2008.



**Figura 14** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas à condição de plantio em época de seca no plano definido pelos dois componentes principais Y1 e Y2. Novembro, 2008.



**Figura 15** – Dispersão gráfica dos pontos correspondentes às seis espécies submetidas à condição de plantio em época de seca no plano definido pelos dois componentes principais Y<sub>1</sub> e Y<sub>2</sub>. Março, 2009.

**Tabela 12.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob condição de crescimento Seca e os dois primeiros componentes principais (Y<sub>1</sub> e Y<sub>2</sub>). Porcentagem da informação retida e acumulada em Y<sub>1</sub> e Y<sub>2</sub>, e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Setembro, 2008.

Caracteres	Componentes	
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Altura (m)	-0,241 (4)	0,912 (1)
Número de folhas	0,968 (1)	0,243 (4)
Seção transversal da área do caule (m <sup>2</sup> )	-0,615 (3)	0,718 (2)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	-0,696 (2)	-0,530 (3)
Informação Retida (%)	58,10	34,90
Informação Acumulada (%)		93,00

**Tabela 13.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob condição de crescimento Seca e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Novembro, 2008.

Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,677	(3)	0,546	(3)
Número de folhas	0,716	(2)	-0,671	(2)
Seção transversal da área do caule (m <sup>2</sup> )	0,302	(4)	0,905	(1)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	-0,889	(1)	-0,084	(4)
Informação Retida (%)	47,11		39,74	
Informação Acumulada (%)			86,85	

**Tabela 14.** Coeficientes de correlação entre quatro descritores morfológicos de seis espécies florestais sob condição de crescimento Seca e os dois primeiros componentes principais ( $Y_1$  e  $Y_2$ ). Porcentagem da informação retida e acumulada em  $Y_1$  e  $Y_2$ , e ordenação (entre parênteses) dos descritores quanto ao seu poder discriminatório. Março, 2009.

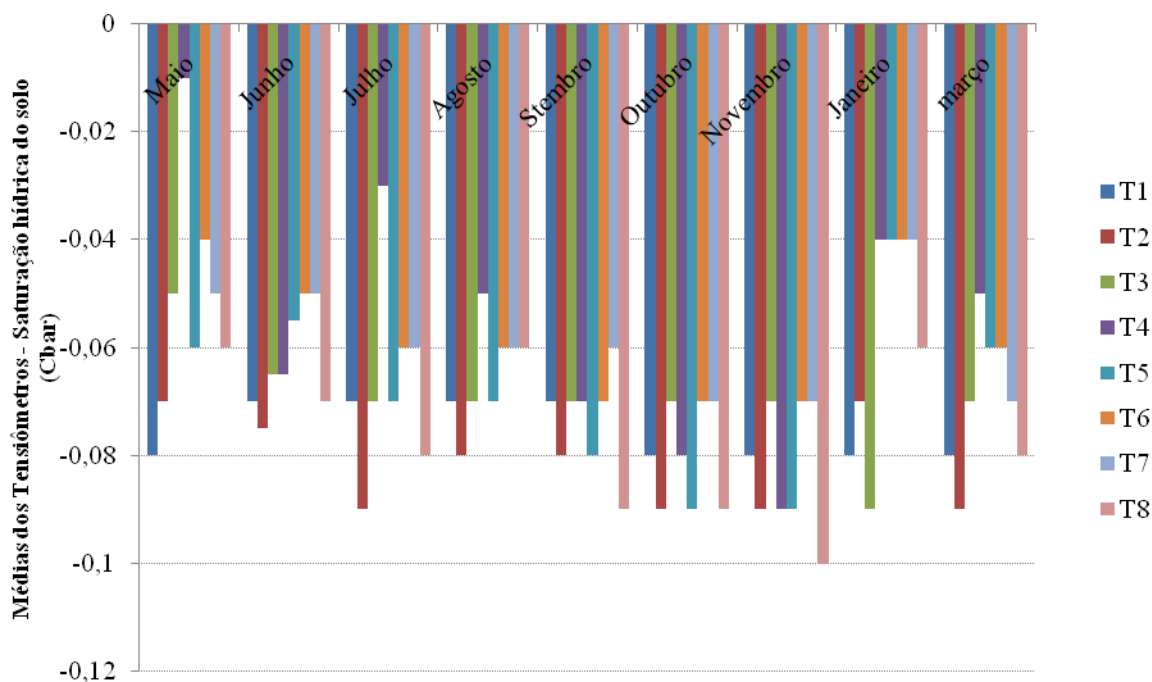
Caracteres	Componentes			
	$Y_1$		$Y_2$	
Altura (m)	0,874	(2)	0,281	(4)
Número de folhas	0,838	(3)	-0,544	(1)
Seção transversal da área do caule (m <sup>2</sup> )	0,909	(1)	0,317	(3)
Área da copa (m <sup>2</sup> )	0,827	(4)	0,477	(2)
Informação Retida (%)	73,14		21,01	
Informação Acumulada (%)			94,15	

### 3.5. – TENSIÔMETRO

O tensiômetro fornece de forma direta o potencial ou a tensão de água no solo e de forma indireta a umidade (Camargo *et. al.*, 1982).

Nas leituras, os valores abaixo de 10 cbar representam o excesso de água e os valores acima de 20 cbar demonstram déficit hídrico (James, 1988). Notou-se que para toda a área, não houve um período de seca, ocorrendo apenas períodos de menor de saturação hídrica do solo (Figura 16) nos meses de Maio a Setembro. Porém os valores se apresentaram sempre com excedente hídrico. O solo das áreas, provavelmente de topografia mais baixa permaneceu muito tempo alagado e, como já era de se esperar, não passou por nenhum período de déficit hídrico. De modo semelhante, provavelmente as áreas mais altas, que apesar de terem apresentado no mês de setembro nível de umidade abaixo da curva da capacidade de campo, permaneceram dentro do limite de disponibilidade hídrica. A Figura 16 mostra as médias dos valores obtidos com os tensiômetros, sendo que não se observaram grandes variações entre os blocos.

Durante todo o período experimental, os valores obtidos foram negativos, significando que houve acúmulo de água no solo e que o nível freático manteve-se elevado, caracterizando a área como um ambiente brejoso em todo o período observado.



**Figura 16** - Médias dos dados de oito tensiômetros, no período de nove meses (Maio de 2008 a Março de 2009).

#### 4 – DISCUSSÃO

Os resultados obtidos indicam que o plantio de mudas na época seca pode ser interessante para a restauração local da mata ciliar, pois três meses após o plantio houve sobrevivência e desenvolvimento de grande proporção das mudas plantadas em todas as espécies estudadas.

O cedro-do-brejo, embora com menor porcentagem de sobrevivência talvez relacionada com o ataque da broca-do-cedro, revelou-se espécie igualmente promissora para programas de restauração. Os maiores valores de sobrevivência no período estudado foram pau-viola e sangra-d'água, esta última já tendo sido citada como espécie indicada para a restauração de matas ciliares (Gorenstein *et al.* 2006). Para pau-viola, entretanto, Durigan & Silveira (1999) relatam valores consideráveis de sobrevivência nos meses iniciais com subsequente mortalidade total das mudas nove anos após o plantio. Assim os resultados obtidos até o presente deverão sofrer novas avaliações para que se obtenha dados mais confiáveis em longo prazo relacionados ao comportamento das espécies estudadas no que se refere à sobrevivência e efetivo estabelecimento em áreas de mata paludosa.

Comparando o crescimento entre as plantas no método de restauração em época de seca, verificou-se que, de modo geral, sangra-d'água se destacou com os maiores valores em relação ao crescimento, seguida por peito-de-pombo. O pior desempenho foi observado para cedro-do-brejo, enquanto as demais espécies ocuparam posição intermediária. Sangra-d'água já foi apontada como espécie de crescimento expressivo em áreas de mata ciliar (Gorenstein *et al.* 2006, Lorenzi 2008).

De modo geral, destacou-se em segundo lugar pau-viola que é espécie decídua, heliófita, seletiva higrófila, característica de floresta de galeria e pluvial atlântica, ocorrendo preferencialmente em terrenos muito úmidos e até brejosos, em Florestas Ombrófilas Densas e em matas ciliares da Floresta Estacional Semidecidual, (Carvalho, 1994; Lorenzi, 2008). Alternando-se com pau-viola em algumas avaliações destacou-se peito-de-pombo, que parece ser igualmente indicada para recomposição desse ambiente.

Por meio da análise multivariada (ACP) foi evidenciado nas dispersões gráficas, como tendência predominante, maior proximidade entre cedro-do-brejo, figueira-do-brejo e peito-de-pombo. Com exceção de sangra-d'água, cujo desenvolvimento foi sempre mais expressivo, houve certa alternância quanto ao melhor desempenho das demais espécies

entre as diversas características mensuradas, dificultando uma análise mais acurada. De modo geral o desenvolvimento das mudas foi adequado, provavelmente em decorrência de um favorecimento das temperaturas mais elevadas e maior umidade no solo nos meses de novembro de 2008 a março de 2009. Assim, após o pegamento das mudas no período de agosto a setembro, o regime climático subsequente foi bastante favorável levando ao bom desenvolvimento das espécies.

Seria importante avaliar o desenvolvimento subsequente de todas as espécies plantadas no período da seca para monitorar eventuais diferenças que possam vir a se estabelecer entre elas bem como os níveis de sobrevivência em longo prazo para cada espécie. Os resultados obtidos parecem indicar, entretanto, que o plantio na seca pode apresentar resultados satisfatórios, sendo esta uma ação favorável para programas de restauração de Florestas Paludosas.

## 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTANASIO, C. M. Planos de Manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. 193 p.
- ATTANASIO C. M.; RODRIGUES R. R.; GANDOLFI S.; NAVE A. G. Adequação Ambiental de Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Biológicas Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Piracicaba – SP, 67p, 2006.
- CAMARGO A. P.; GROHMANN, F.; CAMARGO, M. B. B. Tensiometro simples de leitura direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1963 – 1972, 1982.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: **EMBRAPA-CNPF/SPI**, 640p, 1994.
- CATI (Coordenaria de Assistência Técnica Integral), [www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br), Programas Bacias Hidrográficas, 15hs09min, 26-01-2009.
- DURIGAN, G. and SILVEIRA, E., R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis – SP. **Scientia Florestalis**, n° 56, p. 135-144, dez. 1999.
- GONÇALVES, R. M.; GIANNOTT, E. I.; GIANNOTT, J. D.; SILVA. A. Aplicação de modelo de revegetação em áreas degradadas, visando a restauração ecológica da microbacia do córrego da fazenda Itaquí, município de Santa Gertrudes, SP. **Revista. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 17, n° 1, p.73-95, jun. 2005.



- GORENSTEIN, M. R.; BORGES P. C. A.; POLETTO, R. S. Comportamento Silvicultural de seis espécies nativas na revegetação da mata ciliar do córrego barreiro em Garça-SP. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, Ano IV, N° 07, Fevereiro, 2006.
- JAMES, L. G. Principles PF farm irrigation system design. New York: **J. Wiley**, 543p, 1988.
- LIMA P. W.; ZAKIA M. J. B; Hidrologia de matas Ciliares. in: RODRIGUES, R. R. e LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo, Edusp/Fapesp, pp.33-44, 2004.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, vol. 1, 384 p. 2008.
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. John Wiley & Sons, **New Sons**, New York, 1988.
- MELO J. T.; ZOBY J. L. F. Cuidado com o plantio de Mogno, pragas e doenças. **Embrapa Cerrados**. Planaltina (DF).  
<http://www.boletimpecuario.com.br/artigos/showartigo.php?arquivo=artigo349.txt&tudo=sim 18/01/2008 - 9hs:45 min>.
- SAS. *The SAS System - Release 9.1*. SAS Institute Inc. Cary, NC: **SAS Institute**, 2003.
- SETZER, A.W. AND MALINGREAU, J.P., AVHRR monitoring of vegetation fires in the tropics: towards a global product. In Biomass Burning and Global Change; ed. J.Levine, **MIT Press**, Cambridge, pp.25-39, 1996.
- SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**: The principles and practice of numerical classification. San Francisco: **W.H. Freeman**, 573p. 1973.
- VIEIRA S.; Introdução à Bioestatística. Rio de janeiro: Campus, p. 196, 1980.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo indicam que o plantio em montículos e o plantio de mudas rustificadas em viveiro se apresentaram como boas possibilidades de ações de restauração de áreas degradadas de Florestas Paludosas. Após doze meses do plantio, mais de 93% das mudas, das seis espécies nativas avaliadas, ou seja, Cedro-do-brejo (*Cedrela odorata*, Meliaceae), Figueira-do-brejo (*Ficus insipida*, Moraceae), Guanandi (*Callophylum brasiliensis*, Clusiaceae), Pau-viola (*Citharexylon myrianthum*, Verbenaceae), Peito-de-pombo (*Tapirira guianensis*, Anacardiaceae) e Sangra-d'água (*Croton urucurana*, Euphorbiaceae), sobreviveram e se desenvolveram.

A rustificação das mudas no viveiro mostrou-se como uma intervenção antrópica promissora para que o início da restauração de uma Floresta Paludosa, ecossistema com características muito específicas, seja bem sucedido. Essa ação de restauração pode ser vantajosa com relação ao plantio em montículos, que requer maior investimento financeiro com mão-de-obra. Contudo, estudos mais amplos devem ser realizados para se conhecer o período ideal de tempo de saturação hídrica das mudas no viveiro, como deve ser conduzido esse processo, quais as espécies que melhor se adaptam a esse procedimento, quais as técnicas de saturação hídrica mais práticas e de baixo custo para serem desenvolvidas em larga escala nos viveiros, etc.

O plantio em época seca do ano como alternativa de ação de restauração, nesse estudo, não se mostrou assim tão promissor, embora tenha apresentado mortalidade de apenas 1,34% das mudas das seis espécies estudadas, após sete meses do plantio. O desenvolvimento das mudas até março de 2009 mostrou que elas não alcançaram, entretanto, segundo os descritores altura, seção transversal do caule e área da copa, os mesmos níveis daqueles obtidos nos plantios em montículos e com mudas rustificadas, talvez por terem tido menor tempo de desenvolvimento desde seu plantio até a última coleta de dados.

O plantio convencional foi a ação de restauração que apresentou os menores valores com relação à sobrevivência e ao desenvolvimento das mudas, o que confirma a importância deste estudo e de outros relacionados a métodos de restauração de Florestas Paludosas.

*Croton urucurana*, *Citharexylon myrianthum* e *Tapirira guianensis* foram as espécies que tiveram crescimento mais rápido em altura e em área da copa nas quatro ações de restauração pesquisadas. Espécies com essa característica oferecem maior cobertura do

solo e, conseqüentemente, evitam ou reduzem o desenvolvimento de espécies invasoras na área degradada, proporcionando um menor número de roçadas e capinas realizadas pelo produtor rural. As outras espécies *Callophylum brasiliensis*, *Cedrela odorata* e *Ficus insipida* são espécies de desenvolvimento mais lento, porem indispensáveis para a formação da biodiversidade de uma Floresta Paludosa madura.

Seria importante para próximos estudos a avaliação de outras espécies nativas de Florestas Paludosas, tais como *Inga vera Willd.*, *Magnolia ovata* (A.St.- Hil.) Spreng., *Tabebuia umbellata* (Sond.) Sand., *Guarea macrophylla* Vahl, *Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne.& Planch., etc., considerando a relevância da manutenção e restauração desse vital ecossistema, de sua biodiversidade e de seus processos ecológicos.

Embora apenas uma pequena parcela das espécies típicas de Florestas Paludosas tenha sido estudada nesse trabalho, os resultados obtidos representam uma perspectiva favorável para a restauração desse ecossistema.

Sugere-se que outras pesquisas, importantes para a restauração de Florestas Paludosas, devam abordar a utilização de fertilizantes e corretivos de solo, a semeadura direta e o transplante de mudas como ação de restauração. Estudos sobre a sucessão ecológica secundária nesse ecossistema seriam igualmente importantes para que realmente em breve seja possível recuperar os processos ecológicos e o esplendor dessa formação florestal, o que também depende do estabelecimento de políticas públicas bem embasadas, da formação de extensionistas capacitados e de produtores rurais conscientes.