



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



RECOMPOSIÇÃO DA FLORESTA RIPÁRIA NA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO

SUZILANE SANTOS GOIS

2014



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**



SUZILANE SANTOS GOIS

RECOMPOSIÇÃO DA FLORESTA RIPÁRIA NA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientador

Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda

**SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2014**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S616r Gois, Suzilane Santos
Recomposição da floresta ripária na margem do Rio São Francisco / Suzilane Santos Gois ; orientador Francisco Sandro Rodrigues Holanda. – São Cristóvão, 2014.
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, 2014.

1. Matas ripárias. 2. Reflorestamento. 3. São Francisco, Rio, Bacia. 4. Plantas e solo. I. Holanda, Francisco Sandro Rodrigues, orient. II. Título.

CDU 627.414

SUZILANE SANTOS GOIS

RECOMPOSIÇÃO DA FLORESTA RIPÁRIA NA MARGEM DO RIO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agroecossistemas, área de concentração em Produção em Agroecossistemas, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA: em 19 de fevereiro de 2014.



Prof. Dr. Alexandre de Siqueira Pinto
CCBS/UFS



Prof. Dr. Mácio Monteiro Rolim
PGEA/UFRPE



Prof. Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda
DEA/UFS
(Orientador)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

*Aos meus pais, Enivalda e Geraldo,
A minha vó Marieta,
A minha Madrinha Terezinha e Padrinho Zeca
Ao meu Padrinho Alberto Neri (in memoriam),
Aos meus tios e tias que vibram por mim.
Ao meu orientador Sandro Holanda.*

***Dedico mais uma conquista e vitória em
minha vida.***

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo amor incondicional, proteção e presença divina;

À Dona Cleonice, pelo apoio e orientação espiritual. Sou sua fã e admiradora eterna!

À minha mãedioca por esse amor infinito inexplicável, que às vezes sufoca, e que aproveito ao máximo! Rrsr...e pelo companheirismo

À meu pai, pelas palavras de orientação, companheirismo e puxões de orelha na hora certa. Obrigada!

Aos meus tios Chico, Sindoco, Viço, Tonho, Raimundo. Obrigada pelo carinho

Às minhas tias Graça, Mêre, Ninha, Pêco, Lúcia. Obrigada pela torcida!

Aos meus primos e primas pelo apoio e torcida.

Ao meu querido orientador Dr. Francisco Sandro Rodrigues Holanda, pelas oportunidades, conversas, orientações, puxões de orelha merecidos. Muito obrigada por todas as contribuições tanto na minha vida pessoal como profissional. Sem suas orientações não teria chegado até aqui! Depois de tanta “tucudez” da minha parte, deixo aqui meu reconhecimento pelas palavras sinceras e amigas quando precisei. Muito obrigada!

Aos professores Dr. Fátima, Dr. Izidória, Dr. Bacci, Dr. Alceu Pedrotti, Dr. Regina Marino, Dr. Arisvaldo Mello, Dr. Renata Mann, Dr. Genésio, Dr. Basílio, Dr. Robério, Dr. Ana Rosa, Dr. Mario Jorge, Dr. Cantídio, Dr. Alessandra, Dr. Júnior pela ajuda, conversas, incentivo, apoio e risadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo incentivo concedido ao Programa de Agroecossistemas;

À grande amiga Carmem Lucas, que a vida e grandes mentores espirituais me proporcionaram encontrar! Sou muito feliz em ser sua Mana, mesmo na distância!

À Marília, pela grande amizade, carinho e atenção. Muito Obrigada!

Às companheiras e amigas de mestrado Thalyta (Thata), Andreza e Nayara. Está chegando nossa hora!

À Andrea Oliveira pela ajuda, carinho e atenção!

À família LABES, do Grupo de Pesquisa em Gestão Hidroambiental do Baixo São Francisco em especial a Lorena, muita obrigada pela sua ajuda, conversas, explicações e contribuições. Obrigada pela sua gratidão! Em especial Antônio(Tonhão) pelo carinho, conversas. Muito grata! A Igor Pinheiro pela ajuda e conversas. Boa sorte! A Cátia, pelas palavras maravilhosas de conforto inspiradas por Deus. A Renisson, Marks, Ighor Diaquino, Jean, Antonio Belarmino, Isa, Thizah, Vanessa, Paulo, Alyne, Devertton com participação de vocês foi um sucesso, pelas alegrias, risadas e sol escaldante. Só tenho a agradecer!

À Olavo, técnico-servidor, pela ajuda;

À todos que estiveram sempre ao meu lado que contribuíram direta ou indiretamente para meu crescimento. Muito obrigada!

Desculpa se esqueci de alguém!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	2
2.1 Erosão de margens de cursos d'água.....	2
2.2 Vegetação ciliar.....	3
2.2.1 Funções da vegetação ciliar.....	4
2.2.2 Vegetação Ripária no Baixo do São Francisco	5
3. Recuperação de Áreas Degradadas	6
3.1 Bioengenharia de solos ou Engenharia Natural	7
3.2 Plantio de mudas de espécies florestais	8
4 Propagação Vegetativa	9
4.1 Estaquia	9
5 Espécies selecionadas	10
 3. ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE MATA RIBEIRINHA PARA UTILIZAÇÃO EM PROJETOS DE ENGENHARIA NATURAL.....	 11
Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Materiais e Métodos	14
Resultados e Discussão.....	19
Conclusão	25
Referências bibliográficas	26

4. ARTIGO 2 - PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS/ARBÓREAS PARA COMPOSIÇÃO EM TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE SOLOS.....	29
Resumo	29
Abstract	30
Introdução	31
Materiais e Métodos	33
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão	41
Referências bibliográficas	42
 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 44

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1 AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE MATA RIBEIRINHA PARA UTILIZAÇÃO EM PROJETOS DE ENGENHARIA NATURAL

FIGURA 1. Localização da área experimental.....	15
FIGURA 2. Croqui da área experimental com destaque para a representação dos agrupamentos, de acordo com suas composições florísticas no talude e no terraço fluvial, na margem direita do Rio São Francisco.....	16
FIGURA 3. Representação esquemática dos grupos de 13 (A) e 09 (B) mudas implantadas na área experimental (Fonte: GUEDES et al., 1997)	17
FIGURA 4. Sobrevivência das espécies florestais plantadas no terraço fluvial após 365 dias, em Amparo do São Francisco, Sergipe, Brasil, 2013.....	21
FIGURA 5. (A) Crescimento das mudas entre touceiras de <i>Brachiaria decumbens</i> no terraço (Agosto/2013); (B) Presença de bovinos na área experimental, em período seco (Fevereiro/2013); (C) Rebaixamento das touceiras de <i>Brachiaria decumbens</i> e presença de esterco bovino próximo as mudas em período seco (Abril/2013); (D) Crescimento das mudas entre touceiras de <i>Chrizopogon zizanioides</i> no talude (Agosto/2013).....	22
FIGURA 6. Precipitação Mensal no período de Agosto de 2011 a Julho de 2013. FONTE: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP, Acessado em 29 jan. 2014.....	23
FIGURA 7. Comparativo de sobrevivência das espécies florestais plantadas no talude fluvial após 365 dias, em Amparo do São Francisco, Sergipe, Brasil, 2013.....	24

ARTIGO 2 PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS/ARBÓREAS PARA COMPOSIÇÃO EM TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE SOLOS

FIGURA 1. Taxa de sobrevivência da Parte aérea e da Raiz das espécies florestais estudadas, São Cristóvão, Sergipe.....	36
---	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE MATA RIBEIRINHA PARA UTILIZAÇÃO EM PROJETOS DE ENGENHARIA NATURAL

TABELA 1. Listagem das espécies e demanda de mudas para implantação dos agrupamentos de vegetação na área experimental.....	17
TABELA 2. Altura das espécies avaliadas em diferentes ambientes, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....	19
TABELA 3. Parâmetro Taxa de Crescimento Relativo de Altura das espécies analisadas em diferentes ambientes, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....	20
TABELA 4. Parâmetros Diâmetro Inicial e Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro das espécies avaliadas, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....	20

ARTIGO 2 PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS/ARBÓREAS PARA COMPOSIÇÃO EM TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE SOLOS

TABELA 1. Espécies florestais arbustivas/arbóreas utilizadas para propagação pelo método de Estaquia	34
TABELA 2. Parâmetros analisadas em 30 dias.....	37
TABELA 3. Parâmetros analisadas em 30 dias	38
TABELA 4. Parâmetros analisadas em 60 dias	39
TABELA 5. Parâmetros analisadas em 60 dias	39
TABELA 6. Parâmetros analisadas em 90 dias	40
TABELA 7. Parâmetros analisadas em 90 dias	40

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

SE	Sergipe
Km	Quilômetro
Km ²	Quilômetro quadrado
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
%	Porcentagem
ha	Hectare
TCR	Taxa de Crescimento Relativo
DCA	Departamento de Ciências Atmosféricas
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

RESUMO – Diante do cenário de degradação da vegetação ciliar nas margens do Rio São Francisco. O presente trabalho objetiva discutir por meio de avaliação de espécies florestais com potencial uso em técnicas de Engenharia Natural, a recomposição florística da margem do rio. O primeiro capítulo consiste na apresentação da problemática da erosão marginal e a necessária recomposição da vegetação ciliar nos agroecossistemas ribeirinhos associado às técnicas de Engenharia Natural como medida mitigadora dessa forma de degradação ambiental. O segundo capítulo consiste na proposta de recomposição ciliar, através da avaliação do desenvolvimento de mudas de espécies florestais na margem direita do rio São Francisco, importante na determinação nas escolhas das espécies a serem utilizadas nas técnicas planejadas para a margem do rio. O terceiro capítulo testa espécies arbustivas/arbóreas a fim de determinar quais espécies que possuem potencial biotécnico para composição de técnicas de Engenharia Natural, avaliando dados morfológicos das espécies, de modo que esses possam contribuir na redução do processo erosivo das margens fluviais

Palavras-chave: Engenharia Natural, vegetação ciliar, estaquia, espécies florestais, revegetação de área ciliar.

ABSTRACT - Considering the degradation scenery of riparian vegetation along the São Francisco River. This work discusses through the evaluation of forest species with potential use in soil in a Natural Engineering techniques, the floristic rebuilding of the riverbank. The first chapter consists of the presentation of the problem of bank erosion and the necessary restoration of riparian vegetation in the riparian agroecosystems associated with soil in natural engineering techniques as a mitigation measure of this form of environmental degradation. The second chapter consists of the proposed riparian restoration, by assessing the development of seedlings of forest species on the right bank of the São Francisco River, an important determinant in the choice of species to be used in biotechnical planned for the waterfront. The third chapter tests shrubs / trees to determine which species that have potential for biotechnical composition of soil in natural engineering techniques, assessing morphological species, so that these can contribute in reducing the erosion of river banks

Key-words: Ecological engineering, riparian vegetation, cuttings, forest species, revegetation of riparian area.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O presente trabalho é parte de um amplo programa de pesquisas que a Universidade Federal de Sergipe, através do grupo de pesquisa Gestão Hidroambiental do Baixo São Francisco, na linha de pesquisa erosão marginal, em andamento desde 1998. Estudos realizados por este grupo destacam o processo erosivo das margens (BANDEIRA, 2005; CASADO, 2002; HOLANDA et al, 2005), os mecanismos de desestabilização dos taludes marginais (SANTOS, 2002), caracterização da mata ciliar (SANTOS, 2001), impactos geomorfológicos a jusante de grandes barragens (FONTES, 2002), indicadores ambientais (GUIMARÃES, 2004), e impactos da erosão marginal acelerada sobre a vegetação ciliar (HOLANDA et al, 2005), e comportamento do talude do rio submetido a técnica de Bioengenharia de solos (ARAUJO-FILHO, 2013), que destacam a grave problemática da degradação ambiental no Baixo São Francisco. Esses estudos despertam a atenção para uma melhor compreensão das relações entre a dinâmica do canal do rio, erosão marginal e recomposição da vegetação ciliar, apontando necessidades favoráveis ao desenvolvimento e medidas mitigadoras no controle da erosão e na recomposição do sistema.

Esse trabalho está dividido em três capítulos, sendo que:

O primeiro capítulo consiste na apresentação da problemática da erosão marginal acionando simultaneamente uma medida de recomposição da vegetação ciliar nos agroecossistemas ribeirinhos associados à técnica da Engenharia Natural como medida mitigadora dessa forma de degradação ambiental apresentada no Baixo do São Francisco.

O segundo capítulo consiste na proposta de recomposição ciliar, através do plantio de mudas de espécies florestais nativas, na margem direita do rio São Francisco, importante na determinação e nas escolhas das espécies a serem utilizadas.

O terceiro capítulo testa espécies arbustivas/arbóreas a fim de determinar quais espécies que possuem potencial biotécnico para composição de técnicas de Engenharia Natural, avaliando dados morfológicos das espécies, de modo que esses possam contribuir na redução do processo erosivo das margens fluviais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Erosão de margens de cursos d'água

As alterações nas margens dos rios provocadas pela ação humana nos últimos anos, seja pela operação de reservatórios ou pelo uso e ocupação inadequado do solo, vêm acelerando o processo de degradação ambiental. Essas alterações são responsáveis por inúmeros impactos ambientais, como o assoreamento dos rios, diminuição das áreas agricultáveis, aumento da ocorrência de inundações e ampliação das áreas atingidas por elas, além da possibilidade de redução da qualidade da água (HOLANDA et al., 2005).

A erosão, no tocante ao manejo de cursos d'água constitui-se de três fases, a desagregação do solo, seguida do transporte, deslocando material sólido desagregado independente da sua dimensão e finalizando com a sedimentação e ou deposição do mesmo (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2008).

A degradação, transporte e deposição são processos interdependentes dentro de relações constantemente mutáveis do fluxo e da carga existente, alternando com o decorrer do tempo (ASSIS e MURATORI, 2007).

A erosão marginal, ou erosão das margens de um rio, como componente da erosão fluvial, é aquela que destrói as margens dos rios, desempenhando importante papel no aumento da largura do canal. Este tipo de erosão contribui significativamente no incremento da carga de fundo dos rios e provoca destruição progressiva da área marginal, desvalorizando os terrenos ribeirinhos e limitando o seu uso adequado (THORNE e TOVEY, 1981).

Segundo, Christofolletti, (1981); Guerra; Cunha, (2003), a erosão é uma das manifestações mais visíveis do complexo reajustamento da morfologia do canal em busca de um novo equilíbrio dinâmico e das alterações na dinâmica do sistema fluvial, ocorrendo um trabalho contínuo de escavação na base da margem côncava, onde a velocidade é maior, e de deposição na parte convexa.

Os sistemas fluviais funcionam dentro de um limite natural de fluxo, movimento de sedimento, temperatura e outras variáveis, no que é denominado de “equilíbrio dinâmico.” Quando mudanças nestas variáveis vão além dos seus limites naturais, o equilíbrio dinâmico pode ser perdido, frequentemente, resultando em ajustes no ecossistema que poderá conflitar com as necessidades da sociedade (SILVA, 2010).

No Baixo São Francisco a erosão nos taludes do rio provoca a destruição da área ripária, outrora ocupada pela vegetação ciliar, e hoje ocupada com agricultura de sequeiro ou perímetros irrigados. Face ao seu rápido avanço vem limitando ou inviabilizando o uso do

solo (HOLANDA et al, 2009). Para estabilização de área com erosão, o número e tamanho de raízes que atravessam a superfície de cisalhamento são extremamente importantes (CAMMERAAT et al, 2005; VAN BEEK et al, 2005; REUBENS et al., 2007).

As áreas ciliares no estado de Sergipe vêm experimentando grandes transformações na sua paisagem natural promovidas pela erosão, com impactos não somente nos aspectos ambientais, mas também em um amplo espectro socioeconômico. A erosão nas margens potencializada ou não pela retirada da mata ciliar, tem se constituído em grave processo de degradação ambiental com rebatimentos nas atividades de navegação e pesca importantes para a sustentabilidade econômica das populações ribeirinhas (HOLANDA et al., 2005).

2.2 Mata ciliar

Matas ciliares são formações vegetais extremamente importantes em termos ecológicos, sendo essenciais para a manutenção da qualidade da água dos rios e da fauna ictiológica (REDFORD e FONSECA, 1986). Apesar de sua inegável importância ambiental, as matas ciliares vêm se aproximando de uma deflorestação em várias partes do Brasil. Entre os inúmeros fatores que têm contribuído para isto, destacam-se as derrubadas, os incêndios, os represamentos e o assoreamento dos rios devido à erosão (GIBBS et al., 1980). Matas ciliares são sistemas particularmente frágeis face aos impactos promovidos pelo homem, pois, além de conviverem com a dinâmica erosiva e de sedimentação dos cursos de água, alojam-se no fundo dos vales, onde naturalmente recebem impactos da interferência humana sobre a bacia hidrográfica como um todo (CEMIG, 1995).

Utilização não sustentável das matas provocou o aparecimento de áreas com necessidades de serem recuperadas e uma delas é a mata ciliar (ANDRADE et al., 2005). O termo Mata Ciliar é utilizado quando se quer fazer referência as vegetações localizadas às margens de cursos d'água. São essenciais para que ocorra a harmonia entre os sistemas ecológicos, para se ter uma boa qualidade da água, manter um fluxo gênico entre espécies de flora e de fauna, reduzir o assoreamento dos rios, conter enxurradas, reter agrotóxicos, favorecer o aumento da capacidade de vazão durante a seca, além de fornecer alimento para a fauna e servir de abrigo para várias espécies (ANDRADE et al., 2005; ATTANASIO et al., 2006; MELO, 2004; SILVA, 2007).

A importância de sua preservação foi legalmente colocada na legislação ambiental, citada na Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.651/12), criada após a revogação do Código Florestal, as matas ciliares são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) e deve ser mantidas intactas, tendo em vista a garantir a preservação dos

recursos hídricos, dar estabilidade geológica e assegurar a biodiversidade, bem como o bem-estar das populações (BRASIL, 2012). Entretanto, apesar de protegidas pela lei federal, as matas ciliares continuam sendo devastadas, devido ao processo de urbanização e práticas agrícolas, ambas ocorrendo de maneira desordenada, e também pelo desrespeito ou ignorância com as leis que visam preservar áreas de recursos críticos à sociedade (ATTANASIO et al., 2006; MARTINS, 2001).

As formações das matas ciliares apresentam-se com grandes variações em sua composição florística e estrutura, que são relacionadas com as características intrínsecas da área como relevo local, mosaico edáfico (solo), largura da faixa ciliar e do curso d'água, flutuação do lençol freático e histórico de perturbações (DURIGAN et al., 2000).

2.2.1 Funções da vegetação ciliar

É importante destacar que a mata ciliar, também tem papel primordial na proteção das margens dos rios, pois a ausência dela tem contribuído para o agravamento do processo erosivo (CASADO, 2002).

Do ponto de vista dos recursos bióticos, estas matas, estendendo-se às vezes por longas distâncias como uma faixa de vegetação sempre verde contínua, ora mais estreita, ora mais larga, criam condições favoráveis para a sobrevivência e manutenção do fluxo gênico entre populações de espécies animais que habitam as faixas ciliares ou mesmo fragmentos florestais maiores por elas conectados (VICENTINI et al., 2008).

A localização desta vegetação, junto aos corpos d'água, faz com que ela possa desempenhar importantes funções hidrológicas:

- Estabilizam a área crítica – as ribanceiras do rio – pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular;
- Funcionam como tampão e filtro entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participando do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através de ação tanto do escoamento superficial quanto da absorção de nutrientes do escoamento sub-superficial pela vegetação ciliar;
- Atuam na diminuição e filtragem do escoamento superficial impedindo ou dificultando o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo, dessa forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas;
- Promovem a integração com a superfície da água, proporcionando cobertura e alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática;

- Através de suas copas, interceptam e absorvem a radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água.

A região do Baixo curso do Rio São Francisco apresenta-se bastante modificada de sua paisagem original com a retirada das matas ciliares para ocupação urbana, utilização da madeira como lenha e carvão, expansão da pecuária e produção agrícola de subsistência, entre outras atividades. Face à necessidade premente de se recuperar a vegetação ciliar, vários métodos podem ser empregados, mas a regeneração artificial (plantio de mudas ou a semeadura direta) por promover resultados mais rápidos, vem sendo mais utilizada.

O plantio de mudas é o mais difundido método e mais consagrado para recuperação de áreas degradadas, especialmente as ciliares. Por outro lado, o uso da semeadura direta também é recomendado tanto para espécies pioneiras quanto espécies clímax (SANTOS JÚNIOR et al., 2004; ALMEIDA, 2004; FERREIRA et al., 2007; FERREIRA et al., 2009; SANTOS, 2010 e FERREIRA e SANTOS, 2012) para trabalhos com finalidade de implantação de matas ciliares.

2.2.2 Vegetação Ripária no Baixo do São Francisco

A recomposição da vegetação ciliar é uma forma bastante indicada para a conservação de taludes e de grande importância para evitar o surgimento de voçorocas e seus desmoronamentos, soterramento de estradas, entupimento de suas calhas com solo e assoreamento de rios etc. Segundo Tenório (1970) em estudos sobre a colonização espontânea desses taludes, devem ser indicadas e sugeridas espécies vegetais mais adaptadas a tal ambiente, ou seja, para cada tipo de ambiente e de talude, e determinadas espécies quais vegetais irão se adaptar melhor. O sistema radicular da vegetação ciliar, além de dificultar o cisalhamento do solo, forma uma rede de canais que permite a interação da vazão com a margem, ou seja, a água fluvial consegue percolar no solo marginal, reduzindo a taxa de erosão e permitindo, conseqüentemente, a estabilização da margem (DAVIDE et al., 2000).

Santana (2008), afirma que o desenvolvimento da vegetação proporciona diminuição do escoamento superficial, interceptação das gotas da chuva, prevenção da compactação do solo, manutenção da infiltração e do escoamento superficial lento, evitando o desprendimento das partículas superficiais do solo. O mesmo autor ainda afirma que, o sistema radicular, por sua vez, reduz o transporte de sedimentos e estabiliza as partículas do solo e o movimento de massa.

De uma forma geral, sabe-se que, para a atividade específica de recomposição vegetal de taludes, as espécies vegetais selecionadas devem apresentar algumas características

importantes para o seu desenvolvimento no local. Segundo Pereira (2008), essas características são: tolerância à seca, sistema radicular profundo, crescimento vigoroso, disponibilidade de sementes, facilidade na propagação, sobrevivência em condições de baixa fertilidade e eficácia na cobertura do solo. Em muitos casos uma só espécie não apresenta todas as características desejáveis, então é necessário optar por aquelas que tenham o maior número de características e procurar consorciá-las.

3 Recuperação de áreas degradadas

Devido ao uso inadequado das formações naturais vários ecossistemas brasileiros encontram-se ameaçados pela degradação, o que torna a sua conservação e recuperação uma necessidade iminente. Segundo Rodrigues e Gandolfi (2000) as causas da degradação de tais ecossistemas estão geralmente associadas à expansão da fronteira agrícola ou ao uso de práticas agrícolas inadequadas, como a descarga de sedimentos e águas superficiais, a fragmentação de remanescentes florestais e o uso inadequado do fogo. Podem ainda ser citadas as atividades de exploração florestal, a construção de reservatórios, a expansão de áreas urbanas e peri-urbanas e a poluição industrial (MELO, 2007).

Percebendo o cenário de acentuada degradação e a necessidade urgente de conservação, atualmente, os programas de recuperação de áreas degradadas não se restringem apenas a um conjunto de práticas agronômicas ou silviculturais de plantio de espécies perenes objetivando somente a re-introdução de espécies arbóreas nativas numa determinada área, mas também busca-se recompor as complexas interações da comunidade vegetal, respeitando suas características intrínsecas, de forma a garantir a perpetuação e a evolução da comunidade no espaço e no tempo (RODRIGUES e GANDOLFI, 2000). São várias as formas de degradação presentes nas margens dos cursos d'água, com destaque para a erosão dos taludes fluviais ou erosão marginal.

A erosão nas margens potencializada ou não pela retirada da mata ciliar, tem se constituído em grave processo de degradação ambiental com rebatimentos nas atividades de navegação e pesca importantes para a sustentabilidade econômica das populações ribeirinhas (HOLANDA et al., 2005).

A erosão marginal, ou erosão das margens de um rio, como componente da erosão fluvial, é aquela que destrói as margens dos rios, desempenhando importante papel no aumento da largura do canal. Este tipo de erosão contribui significativamente no incremento da carga de fundo dos rios e provoca destruição progressiva da área marginal, desvalorizando os terrenos ribeirinhos e limitando o seu uso adequado (THORNE e TOVEY, 1981).

O avanço dos processos erosivos tem levado à adoção de práticas de controle, sejam a partir do empirismo da população ribeirinha ou pelo uso de soluções de engenharia, ou mesmo a bioengenharia de solos (HOLANDA et al., 2009), sendo definida por Durlo e Sutili (2005) como uma biotécnica que consiste na utilização de materiais vivos ou inertes de natureza vegetal, biotêxteis, associados ou não a rochas, concreto ou metais e se apresenta ambientalmente sustentável para contenção de erosão dos taludes em suas diversas condições de declividade, granulometria e composição, inclusive para margens de corpos d'água como reservatórios, canais de irrigação e rios. Sendo este definido como uma superfície de terreno exposta que faz um dado ângulo α (alfa) com a horizontal. Esses podem ser de três tipos: taludes naturais, de escavação e de aterro. Além disso, tem-se a recomposição da vegetação ciliar como uma forma bastante indicada para a conservação de taludes e de grande importância para evitar o surgimento de voçorocas e seus desmoronamentos, soterramento de estradas, entupimento de suas calhas com solo e assoreamento de rios etc (HOLANDA et al., 2010).

De acordo com Martins (2007), um ecossistema é classificado como degradado, quando perde sua capacidade de resiliência. E dependendo da intensidade do distúrbio. Segundo Jesus e Rolim (2005), as principais tendências atuais para a recuperação de áreas degradadas estão relacionadas à seleção de espécies, modelos de plantios e pesquisas para redução de custos. E Kageyama et al. (1990), ecossistema degradado é aquele que, após ter sofrido um distúrbio, apresenta baixa resiliência, isto é, o seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser extremamente lento.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10703, a degradação do solo é definida como sendo a “alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais”.

3.1 Bioengenharia de solos ou Engenharia Natural

Na Europa, os primeiros trabalhos referentes a esta técnica, tradicionalmente empregada no controle dos processos erosivos em morros e encostas, datam do século XVII; ela consiste no uso de elementos biologicamente ativos em obras de estabilização do solo e sedimentos (SUTILI et al., 2004), porém Gray e Sotir (1996) relatam em seus estudos utilizando a bioengenharia de solos em margens de corpos d'água, o uso de estruturas rígidas para a proteção da faixa de oscilação da cota do rio, a exemplo de enrocamentos, gabiões e colchões-reno. Estas opções tornam as margens artificiais e originam consequências diretas

sobre a ictiofauna que utiliza a faixa mais próxima do talude para alimentação, abrigo ou reprodução (PETTS, 1987). Com efeito, os elementos biologicamente ativos podem ser conjugados a elementos inertes como: rochas, concreto, madeira, ligas metálicas, polímeros naturais e sintéticos, biotêxteis dentre outros (SCHIELTZ e STERN, 1996).

3.2 Plantio de mudas de espécies florestais

O plantio de mudas de espécies dos diferentes grupos sucessionais é o método mais utilizado em revegetação (RODRIGUES et al., 2000). Já Odum (1986), afirma que a estabilidade de uma área relaciona-se mais intimamente com a diversidade funcional do que com a estrutural. Uma vez que as ações nucleadoras se complementarão no sentido de rapidamente formar uma comunidade mais estabilizada (REIS et al., 2007).

A aplicação das técnicas de sucessão ecológica tem mostrado potencialidades em aumentar a biodiversidade de produtores para a área degradada através da formação de núcleos de diversidade advindos de fragmentos vizinhos preservados. As plantas envolvem-se em vários níveis de interação com animais e os polinizadores possuem um papel fundamental nos processo de restauração garantindo o fluxo gênico e a formação de semente (TRÊS, 2006).

Nesse sentido, as áreas restauradas deverão ter condições de modificar a paisagem regional, uma vez que as populações formadas tenderão a trocar material genético com as áreas vizinhas. Para isto, torna-se pertinente que, no diagnóstico a ser realizado antes da aplicação das ações restauradoras, sejam levantados todos os fragmentos da paisagem que se pretende conectar com a área a ser restaurada (TRÊS e REIS, 2009).

São várias as técnicas utilizadas na recomposição de áreas degradadas, dentre elas a técnica da nucleação. Miller (1978) e Winterhalder (1996) sugeriram que a capacidade de nucleação de algumas plantas pioneiras é de fundamental importância para processos de revegetação de áreas degradadas. Robinson e Handel (1993) aplicaram a teoria da nucleação em restauração ambiental e concluíram que os núcleos promovem o incremento do processo sucessional, introduzindo novos elementos na paisagem, principalmente, se a introdução destas espécies se somar à capacidade de atração de aves dispersoras de sementes. A capacidade nucleadora de indivíduos arbóreos remanescentes em áreas abandonadas após uso na agricultura ou em pastagens mostrou que os mesmos atraem pássaros e morcegos que procuram proteção, repouso e alimentos. Estes animais propiciam o transporte de sementes de espécies mais avançadas na sucessão, contribuindo para o aumento do ritmo sucessional de comunidades florestais secundárias (GUEVARA et al., 1986).

A utilização de mudas de espécies de rápido crescimento pode ser eficiente para acelerar o processo de recuperação. Por volta de um a três anos após instalação do plantio, torna-se possível assegurar o domínio das espécies arbóreas e reduzir a competição com espécies invasoras, por meio do sombreamento (SUGANUMA et al., 2008).

Sucesso da recuperação consiste na escolha das espécies mais apropriadas a serem utilizadas. Devem-se priorizar as espécies do próprio ecossistema e da própria região, pois estas terão muito mais oportunidade de adaptação ao ambiente, além de garantir a conservação da diversidade regional (CARTAXO, 2009).

4 Propagação Vegetativa

A propagação vegetativa consiste em multiplicar assexuadamente partes de plantas (células, tecidos, órgãos ou propágulos), originando indivíduos geralmente idênticos à planta-mãe. É uma técnica que está sendo cada vez mais adotada em nível mundial, principalmente por sua maior efetividade em capturar os ganhos genéticos obtidos dos programas de melhoramento (WENDLING, 2003).

A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias (BORGES, 2011). O enraizamento de estacas pode ser influenciado por injúrias, pelo balanço hormonal, pela constituição genética, pela presença de inibidores e pelas condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (ALFENAS et al., 2004; ASSIS et al., 2004).

Atualmente, com relação à propagação vegetativa, tendo estacas vivas de uma planta matriz para crescer novas plantas, é um dos métodos de propagação mais comuns entre as espécies florestais (HOLANDA et al., 2012).

4.1 Estaquia

Dentre as técnicas utilizadas, a estaquia tenta superar as dificuldades na propagação de espécies nativas, sendo amplamente utilizada para multiplicação de algumas espécies florestais e frutíferas (TOFANELLI et al., 2002), podendo ser empregada no auxílio a conservação dos recursos florestais, permitindo a obtenção de plantas idênticas a partir de uma única planta-matriz, em curto espaço de tempo, além de ser uma técnica de baixo custo e fácil execução (FACHINELLO et al., 2005), além disso, favorece a multiplicação de indivíduos resultando em maiores ganhos na redução do tempo de propagação de espécies

nativas com propriedades biotécnicas e redução de custos, contribuindo na aceleração do processo recuperação de áreas degradadas.

As estacas podem ser obtidas de porções vegetativas de caules, caules modificados (rizomas, tubérculos e bulbos), folhas e raízes e muitas espécies podem ser propagadas por um ou mais tipos de estaca, selecionando-se o tipo de acordo com a disponibilidade de material vegetativo e a facilidade de sua obtenção (PEREIRA, 2003).

5 Espécies selecionadas

A escolha adequada de espécies é um dos aspectos fundamentais para a formulação e implantação corretas de programas de recuperação. Tal escolha deve considerar a adaptabilidade diferencial das espécies para cada condição ambiental identificada, respeitando-se suas particularidades nas diferentes regiões fitogeográficas (SALIS et al., 1995).

As espécies florestais nativas são fundamentais na integração e na manutenção da biodiversidade, na estrutura dos ecossistemas e nas interações com a fauna, além de apresentarem funções relacionadas com a conservação hidrológica e geológica do local. Contudo, atualmente é possível verificar que muitos projetos de reflorestamento heterogêneo com espécies nativas fracassam devido ao pouco conhecimento dos técnicos e empreendedores sobre a biologia das espécies utilizadas e de seu comportamento em reflorestamentos artificiais (BARBOSA, 2000). Sendo assim, Lorenzi (1992) destaca que o mais importante é que espécies arbustivas, arbóreas assumem diferentes categorias dos estágios sucessionais, conforme cada modelo de recuperação de áreas degradadas.

Normaniza et al., (2008) indicaram que a vegetação e a seleção de espécies de plantas são importantes na estabilização e proteção de encostas contra a erosão do solo em termos de sua capacidade de reforço da raiz e capacidade de absorção de água.

Considerando que as matas ciliares são fundamentais para o equilíbrio ambiental, a sua recuperação pode trazer benefícios muito significativos sob vários aspectos. Em escala local e regional, as matas ciliares protegem a água e o solo, proporcionam abrigo e sustento para a fauna e funcionam como barreiras, reduzindo a propagação de pragas e doenças em culturas agrícolas. Em escala global, as florestas em crescimento fixam carbono, contribuindo para a redução dos gases do efeito estufa (BARBOSA, 2006).

3. ARTIGO 1

AValiação DE ESPÉCIES Arbóreas DE MATA RIBEIRINHA PARA UTILIZAÇÃO EM PROJETOS DE ENGENHARIA NATURAL

S. S. GOIS^{1,2}; F. S. R. HOLANDA^{1,3}

¹Laboratório de Erosão e Sedimentação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe

³Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe

Resumo – A ocupação do solo agrícola e urbano é um processo associado à fragmentação da vegetação das margens dos rios e tem recebido maior atenção devido a elevadas taxas de desmatamento e seus consequentes efeitos em regiões tropicais. A vegetação ciliar pode ser definida como toda vegetação localizada às margens de cursos d'água, independente de sua extensão, de sua região de ocorrência e de sua composição florística. O objetivo desse trabalho foi avaliar a recomposição da vegetação ciliar com plantio de mudas de espécies florestais de ocorrência natural, aliada ao uso de técnicas de engenharia natural visando o controle da erosão na margem do Rio Francisco. Após 360 dias do plantio as espécies *Schinus terebintifolius* Raddi., *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. EHook. f.ex S. Moore, *Cratogeomachia* L., *Cecropia pachystachya* Trécul., *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang, *Inga marginata* Willd., *Cassia grandis* L.f., *Erythrina dominguezii* Hassl., *Erythrina velutina* Willd., *Genipa americana* L., foram avaliadas por meio da Taxa de Sobrevivência das espécies no talude e no terraço fluvial e a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) da altura e do diâmetro do colo. O delineamento experimental foi em Blocos ao Acaso, com ensaios experimentais instalados em duas diferentes situações, a parte superior do talude aqui denominada terraço fluvial localizado na planície de inundação e no talude propriamente dito. Em ambas situações foram plantadas mudas de espécies florestais (sendo 3 para o terraço e 7 para o talude), com três repetições cada. As médias de crescimento em altura e diâmetro de cada espécie e em cada tratamento foram submetidas ao Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Verificou-se que as espécies, na ordem decrescente, apresentaram as maiores taxas de sobrevivência *Cassia grandis* (56,25%), seguido do *Schinus terebintifolius* (32,26%), *Tabebuia aurea* (43,75%), *Lonchocarpus sericeus* (25%), *Enterolobium contortisiliquum* (25%), *Inga marginata* (6,25%). O talude possivelmente pela sua maior proximidade ao canal do rio e consequentemente maior disponibilidade de água foi a área onde as espécies florestais apresentaram os melhores resultados de taxa de sobrevivência.

Palavras-chave: Mata ciliar; Erosão marginal; Rio São Francisco.

Abstract - The occupation of agricultural and urban land is a process associated with the fragmentation of the vegetation of riverbanks and has received increased attention due to high rates of deforestation and its consequent effects in tropical regions. The riparian vegetation can be defined as all vegetation located on the banks of watercourses, regardless of its length, its region of occurrence and its floristic composition. The objective of this study was to evaluate the recovery of riparian vegetation by planting seedlings forest species naturally occurring, coupled with the use of soil bioengineering techniques for the control of erosion in the São Francisco river. After 360 days planting forest species such as *Schinus terebintifolius* Raddi., *M. urundeuva* Allemão, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. EHook. f.ex S. Moore, *Cratevatapia* L., *Cecropia pachystachya* Trécul., *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunthex DC., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang, *Inga marginata* Willd., *Cassia grandis* Lf, *Erythrina dominguezii* Hassl., *Erythrina velutina* Willd., *G. americana* L., were evaluated using the Survival Rate of species in the slope and fluvial terrace and Relative Growth Rate (RGR) of height and stem diameter. The experimental design was a randomized block with experimental trials in two different situations, the upper part of the slope here called fluvial terrace located in the floodplain and the slope itself. In both situations seedlings of forest species were planted (with 3 and 7 to the terrace to the slope), with three replications. The mean growth in height and diameter of each species and each treatment were subjected to Tukey test at 5% probability. It was found that the highest survival rate of the species was followed such as, *Cassia grandis* (56.25%), *Schinus terebintifolius* (32.26%), *Tabebuia aurea* (43.75%), *Lonchocarpus sericeus* (25%), *Enterolobium contortisiliquum* (25%), *Inga marginata* (6.25%). In the slope possibly due to their greater proximity to the river channel and consequently greater water availability was the area where forest species showed the best results for survival.

Keywords: Riparian forest, Bank erosion, São Francisco river

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a utilização e ocupação desordenada das áreas ribeirinhas no Baixo São Francisco resultante das sucessivas ações antrópicas, tem sido amplamente investigada. A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, vem sendo submetida a fortes impactos ambientais por meio de alterações do regime hidrológico e sedimentológico, além de avançada destruição da sua mata ciliar (HOLANDA et al., 2010).

Por sua vez, a regularização da vazão do rio São Francisco, à jusante da cascata de hidrelétricas, e a desordenada ocupação do solo nesse sistema hídrico, tem ocasionado a exposição dos taludes marginais, em geral, dominados por solos arenosos de baixa coesão, contribuindo assim para as rápidas alterações da dinâmica do rio. O fluxo de água em contato com o talude marginal e o embate de ondas na sua base, leva ao solapamento, desencadeando movimentos de massa de solo na forma de grandes blocos, levando à verticalização das margens (CASADO et al., 2002; HOLANDA et al., 2008), devido ao abaixamento do nível d'água e do desmatamento da vegetação ripária.

A erosão nas margens potencializada ou não pela retirada da vegetação ripária é responsável pela perda de grandes volumes de solo em taludes do rio São Francisco que traz prejuízos sócio-econômicos para proprietários de terras ribeirinhas (perda de áreas produtivas e desvalorização da propriedade) (HOLANDA et al., 2009). Registram-se também danos para embarcações, para pescadores (diminuição crescente e/ou desaparecimento do pescado); além de prejuízos ambientais como assoreamento do rio e redução da flora e micro/macro fauna que habita dentro e fora do rio, comprometendo os serviços ambientais promovidos pelo rio São Francisco, que garantem a sua necessária resiliência e equilíbrio dinâmico (HOLANDA et al., 2012).

Segundo Gerscovich (2012), a ação antrópica, associada principalmente a desmatamentos e construções de vias de acesso, tem sido o fator condicionante na deflagração de processos erosivos, e que a falta de atenção às condições naturais promove um desequilíbrio ambiental que resulta na movimentação das camadas mais superficiais do solo. Araujo et al. (2007), cita que a erosão, pode ser causa direta da ação da água ou do vento, sendo esta ação possível por uma série de condições tanto antrópicas (desmatamento, corte de encostas etc) quanto naturais (declividade, textura do solo etc).

A vegetação ciliar pode ser definida como toda vegetação localizada às margens de cursos d'água, independente de sua extensão, de sua região de ocorrência e de sua composição florística (AB'SABER, 2004). Trentin e Simon, (2009) afirmam que a vegetação ciliar possui importante papel de interceptar parte da precipitação, atuando na minimização do

impacto das gotas da chuva com a superfície e a consequente desagregação das partículas do solo, reduzindo assim o processo erosivo. Além disso, é responsável por manter a qualidade da água dos rios, controlar o regime hídrico, manter a fauna aquática, melhorar os aspectos da paisagem e a qualidade de vida da população (CRISTIANO et al., 2011).

A fragmentação da vegetação ciliar é um processo associado à expansão da fronteira agrícola e ocupação urbana (ARAÚJO et al., 2004), tendo recebido maior atenção ultimamente devido a elevadas taxas de desmatamento e seus consequentes efeitos em regiões tropicais (VIANA et al., 1997). Como agravante, o conhecimento sobre a estrutura e processos funcionais destes ambientes é limitado, logo, os poucos remanescentes nativos necessitam urgentemente de pesquisas básicas, no sentido de promover sua conservação e preservação (MARANGON et al., 2007). É importante ressaltar que para uma eficiente recomposição da vegetação em áreas degradadas é indispensável a intensificação de pesquisas para que possam contemplar, a interação e complementação de informações de espécies vegetais estudadas.

De acordo com Werneck et al. (2000), o conhecimento da composição florística e da ecologia das comunidades vegetais é fundamental para o desenvolvimento de modelos de recuperação de áreas degradadas pois facilita a escolha das espécies a serem usadas na revegetação, principalmente em projetos de engenharia natural. Tais projetos contemplam o uso de materiais naturais como estacas de espécies arbóreas-arbustivas, associados com materiais inertes como rochas, para a contenção de taludes ribeirinhos.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a recomposição da vegetação ciliar com plantio de mudas de espécies florestais de ocorrência natural, aliada ao uso de técnicas de engenharia natural visando o controle da erosão na margem do Rio Francisco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área Experimental

O presente estudo foi desenvolvido em um trecho da margem direita do Rio São Francisco, situado no município de Amparo de São Francisco (coordenadas UTM (N= 8.868.789,506 / E= 736.583,864), Estado de Sergipe. O clima da região é do tipo Am (clima megatérmico úmido e subúmido), segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25°C, sendo o período entre dezembro e fevereiro os meses mais quentes e secos, e o período chuvoso entre os meses de março e agosto. A precipitação média anual é de 744,00 mm ano⁻¹ (CODEVASF, 2010). O solo da área é classificado como Neossolo Flúvico (HOLANDA et al., 2000).

Os ensaios experimentais (Figura 1) foram instalados em duas diferentes situações, na parte superior do talude, na planície de inundação, aqui denominado terraço fluvial e no talude do rio propriamente dito, em local onde o processo erosivo estava controlado e onde vem sendo previamente desenvolvidos trabalhos com técnicas de engenharia natural.

O processo erosivo foi controlado previamente na base do talude utilizando a técnica do enrocamento, composta por camadas de rochas protegendo a base do talude. No talude foi realizado o plantio da gramínea vetiver (*Chrysopogon zizanioides* (L) Roberty) para proteção e estabilização do solo. No topo do talude foram colocados em pequenas valas os retentores de sedimento Bermalonga® D-10, compostos por fibras vegetais desidratadas e prensados, envolvidos por malha de polipropileno fotodegradável.

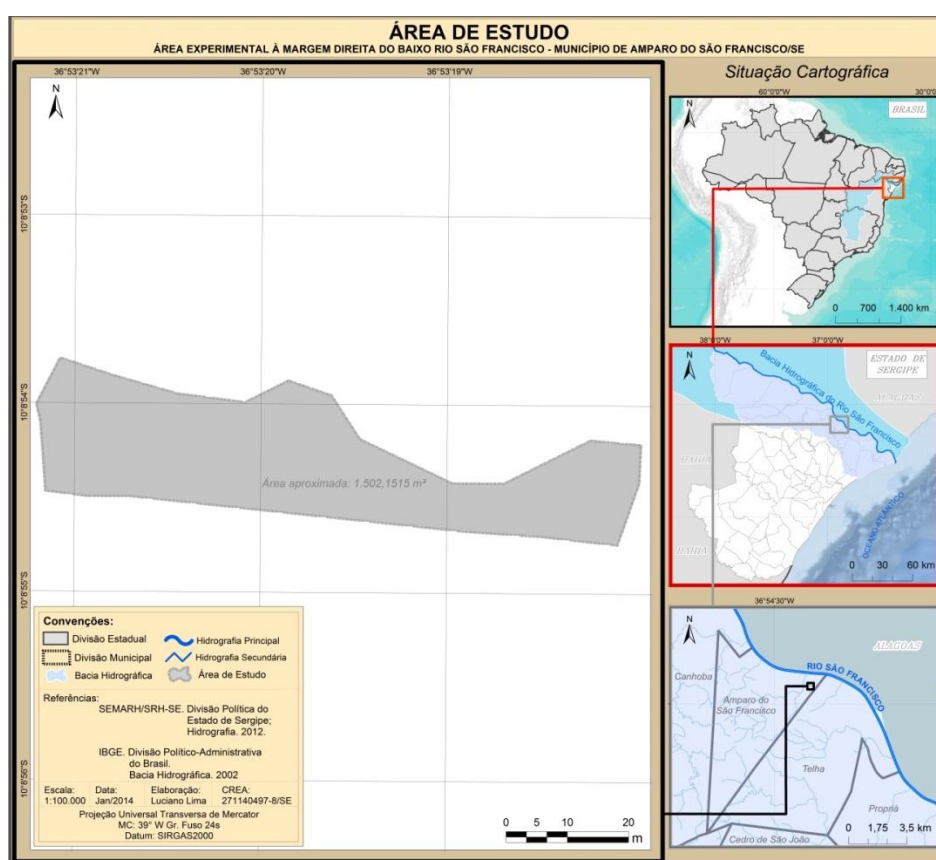


FIGURA 1 - Localização da área experimental

A implantação das técnicas de engenharia natural foi iniciada com o retaludamento da área, realizado em junho de 2011, para uma inclinação de 1V:2H, e posterior plantio da gramínea capim-vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) em espaçamento de 0,3 x 0,9m, para reforço físico-mecânico do solo visando a estabilização do talude. Nessa mesma área foram implantados 32 agrupamentos de 9 ou 13 mudas das espécies *Schinus terebintifolius* Raddi., *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos, *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. EHook. f.ex S. Moore, *Cratevata L.*, *Cecropia pachystachya*

Trécul., *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morang, *Inga marginata* Willd., *Cassia grandis* L.f., *Erythrina dominguezii* Hassl., *Erythrina velutina* Willd., *Genipa americana* L., com duas composições florísticas diferentes para cada grupo, conforme apresentado nas Figuras 2 e 3, em dois ambientes distintos (talude do rio e terraço fluvial), com quatro repetições para cada combinação, perfazendo um total de 32 grupos (16 no terraço fluvial e 16 no talude do rio). As espécies foram instaladas em uma área de 1500m², sendo um grupo, composto com 9 espécies, de 5 mudas pioneiras nas bordas e 4 não pioneiras no centro e outro grupo de 13 espécies, com 9 pioneiras nas bordas e 4 não pioneiras no centro com espaçamento de 1m x 1m, totalizando 410 mudas. O plantio foi realizado em agosto de 2012, com mudas em geral com 30-50cm de altura.

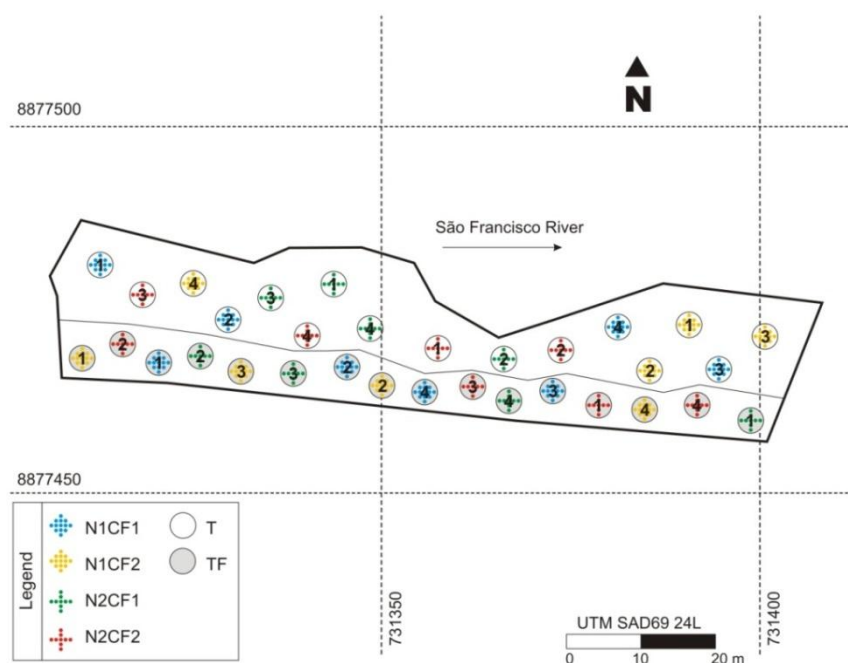


FIGURA 2 - Croqui da área experimental com destaque para a representação dos agrupamentos, de acordo com suas composições florísticas no talude e no terraço fluvial, na margem direita do Rio São Francisco.

Foi utilizado um número expressivo de espécies para gerar diversidade florística, numa tentativa de se assemelhar com uma floresta ciliar nativa. Martins (2001) destaca que florestas com maior diversidade apresentam maior capacidade de recuperação de possíveis distúrbios, melhor ciclagem de nutrientes, maior atratividade à fauna, maior proteção ao solo de processos erosivos e maior resistência a pragas e doenças.

Os grupos foram dispostos com as espécies pioneiras (crescimento rápido) e espécies não pioneiras (crescimento mais lento), conforme apresentado na Figura 3.

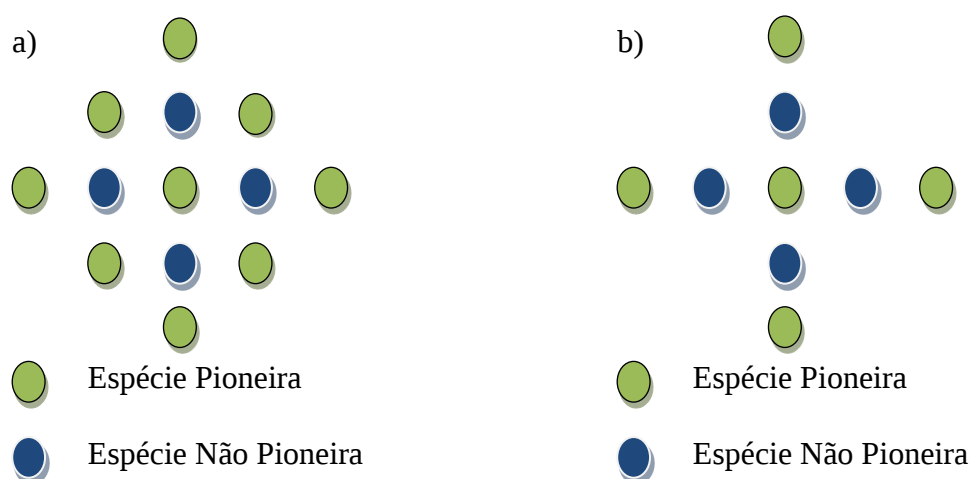


FIGURA 3 - Representação esquemática dos grupos de 13 (A) e 09 (B) mudas implantadas na área experimental (Fonte: GUEDES et al., 1997).

2.2 Plantio das mudas de espécies florestais

O plantio de mudas das espécies florestais apresentadas na Tabela 1 foi realizado em covas com as dimensões de 25cm de diâmetro e 30cm de profundidade, sendo cada cova adubada com 180g de Superfosfato Simples, importante para estimular o enraizamento das espécies plantadas. A grande maioria das espécies florestais, quando em sua fase inicial de desenvolvimento, necessita de maior suprimento de fósforo pelo reduzido desenvolvimento do sistema radicular (CALDAS, 2009).

TABELA 1- Listagem das espécies e demanda de mudas para implantação dos agrupamentos de vegetação na área experimental.

Nome Científico	Nome Popular	Família Botânica	Grupo Ecológico
<i>Schinus terebintifolius</i> Raddi.	Aroeira vermelha	Anacardiaceae	Pioneira
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão.	Aroeira do sertão	Anacardiaceae	Pioneira
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Ipê amarelo	Bignoniaceae	Pioneira
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. EHook. f.ex S. Moore	Craibeira	Bignoniaceae	Pioneira
<i>Crateva tapia</i> L.	Trapiá	Capparaceae	Pioneira
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.	Embaúba	Cecropiaceae	Pioneira
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunthex DC.	Falso ingá	Fabaceae	Pioneira
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morang	Tamboril	Fabaceae	Não Pioneira
<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	Fabaceae	Pioneira
<i>Cassia grandis</i> L.f.	Canafístula	Fabaceae-Caesalpinioideae	Não Pioneira
<i>Erythrina dominguezii</i> Hassl.	Mulungu mulungu	Fabaceae-Papilionoideae.	Não Pioneira
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Mulungu	Fabaceae-Papilionoideae.	Pioneira
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Rubiaceae	Não Pioneira

Foi realizado coroamento em um raio de 50cm ao redor de cada muda, mantendo essa área sem vegetação após o plantio e durante todo o período necessário para estabilização da planta sem competição por água, luz e nutrientes com outras espécies. No primeiro mês de implantação do experimento foi necessária a aplicação de formicida (Deltametrina) da Formitek devido ao ataque de formigas cortadeiras, seguido do re-plantio das mudas mortas.

A capina manual realizada na área nos períodos de maio a agosto de 2013. Após 60 e 240 dias do plantio foi realizada a adubação de cobertura sendo incorporado 70g de sulfato de amônia e 50 g de cloreto de potássio.

2.3 Avaliação das mudas florestais

Após o plantio, foram realizadas avaliações mensais por um período de 12 meses para coletar dados morfométricos, como diâmetro ou circunferência dos caules e altura de cada indivíduo visando a verificação do desenvolvimento das espécies, assim como realização de observações ecológicas e interações interespecíficas.

O diâmetro do colo foi mensurado com paquímetro, modelo Digital Caliper (0-150mm), realizando duas medidas perpendiculares na base do caule de cada indivíduo, obtendo-se a média (WEIDLICH, 2011). Para indivíduos com diâmetros superiores a 10cm, foi obtida a circunferência, fazendo uso de fita métrica.

As medidas de altura foram aferidas por meio de fita métrica (para aqueles com alturas inferiores a 1,5m), a partir da superfície do solo.

Após 360 dias do plantio foi calculada a Taxa de Sobrevivência das espécies no talude e no terraço e a Taxa de Crescimento Relativo (TCR) da altura e do diâmetro do colo, obtida em porcentagem por meio da equação abaixo.

$$TCR(\%) = \frac{H_f - H_i}{H_i} \times 100$$

Onde:

Hi: altura inicial

Hf: altura final

O delineamento experimental foi em Blocos ao Acaso, com ensaios experimentais instalados nas duas diferentes situações, talude do rio e terraço fluvial, onde foram plantadas mudas de espécies florestais (sendo 3 para terraço e 7 para talude), com três repetições cada.

As médias de crescimento em altura e diâmetro de cada espécie e em cada tratamento foram submetidas ao Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se o parâmetro altura das espécies em diferentes ambientes (Tabela 2), foi possível observar que houve diferença comportamental entre as mesmas, sendo que a espécie *Cassia grandis* apresentou um melhor desenvolvimento quando comparado com as demais, embora seja considerada uma espécie não pioneira, apresenta características de pioneira (NICODEMO et al., 2009). No terraço fluvial, as espécies *Tabebuia aurea* e *Cassia grandis* se comportaram de forma semelhante, não diferindo estatisticamente entre si, apenas a *Schinus terebintifolius* expressou desenvolvimento inferior às demais. As condições ecológicas do talude fluvial possibilitaram o bom desenvolvimento de todas as espécies.

TABELA 2 – Altura das espécies avaliadas em diferentes ambientes, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Ambiente	
	Talude	Terraço
<i>Schinus terebintifolius</i>	23,33 bA	14,83 bB
<i>Tabebuia aurea</i>	22,00 bA	23,00 aA
<i>Cassia grandis</i>	40,33 aA	25,33 aA

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Letras minúsculas nas linhas comparam as espécies

Letras maiúsculas entre colunas comparam o tempo de desenvolvimento para cada espécie.

Pode-se observar que algumas mudas apresentaram altura média bem superior na comparação dentro do grupo de espécies, possivelmente explicada pela desuniformidade de tamanho das mudas na ocasião do plantio. Observa-se também que, algumas espécies obtiveram crescimento bem superior às outras, provavelmente devido ao fato dessas espécies serem pioneiras e assim crescerem de forma mais rápida que outras classificadas sucessionalmente como não pioneiras. Observou-se que algumas espécies como *Genipa americana* e *Erythrina dominguezii* (Tabela 1), apresentaram crescimento mais lento do que esperado.

Avaliando-se o parâmetro Taxa de Crescimento Relativo das espécies de altura em diferentes ambientes (Tabela 3), foi possível observar que não houve diferença estatística nesse parâmetro. No ambiente de terraço, a espécie *Schinus terebintifolius* apresentou um melhor desenvolvimento quando comparado com as demais, confirmando os estudos de Hüller (2009).

TABELA 3 – Parâmetro Taxa de Crescimento Relativo de Altura das espécies analisadas em diferentes ambientes, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Ambiente	
	Talude	Terraço
<i>Schinus terebintifolius</i>	123,31 aB	748,30 aA
<i>Tabebuia aurea</i>	104,65 aA	306,74 bA
<i>Cassia grandis</i>	37,80 aB	490,92 bA

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Letras minúsculas nas linhas comparam as espécies

Letras maiúsculas entre colunas comparam o tempo de desenvolvimento para cada espécie.

TRC – Taxa de Crescimento Relativo

Schinus terebintifolius ocorre com frequência nas margens de rios, com grande potencial de dispersão, presente em vários habitats (LORENZI e MATOS, 2002; LORENZI, 2008). O alto poder de rebrota, rusticidade e a facilidade que tem de se adaptar a qualquer tipo de clima e solo, faz com que espécie citada tenha uma enorme plasticidade ecológica (FLEIG e KLEIN, 1989).

Em ambiente de talude apenas a espécie *Tabebuia aurea* apresentou um bom desenvolvimento. A *Tabebuia aurea* é conhecida popularmente como craibeira e pertence à família *Bignoniaceae*, possui altura de 12-20m e um tronco tortuoso de 30-40cm de diâmetro. É uma planta perenifolia ou semidecídua, ocorrendo de maneira esparsa em terrenos bem drenados e em agrupamentos quase homogêneos em solos muito úmidos (LORENZI, 2008).

Quanto ao parâmetro Diâmetro Inicial (Tabela 4), observou-se comportamento semelhante para as espécies *Tabebuia aurea* e *Cassia grandis*, que diferiram de *Schinus terebintifolius*, que apresentou Diâmetro Inicial, com valores inferiores. Quanto a Taxa de Crescimento Relativo de Diâmetro, observou-se que as três espécies apresentaram comportamento diferenciado, com destaque para *Schinus terebintifolius* que apresentou melhor desenvolvimento seguido de *Cassia grandis*.

TABELA 4 - Parâmetros Diâmetro Inicial e Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro das espécies avaliadas, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Espécie	Diâmetro Inicial	TCR Diâmetro
<i>Schinus terebintifolius</i>	2,30 b	665,03 a
<i>Tabebuia aurea</i>	5,10 a	270,58 b
<i>Cassia grandis</i>	4,33 a	344,36 ab

TCR – Taxa de Crescimento Relativo

As espécies estudadas apresentaram um comportamento diferenciado quanto à Taxa de Sobrevivência no terraço (Figura 4), com destaque para *Cassia grandis* (56,25%), seguido do *Schinus terebintifolius* (32,26%), *Tabebuia aurea* (43,75%), *Lonchocarpus sericeus* (25%), *Enterolobium contortisiliquum* (25%), *Inga marginata* (6,25%) que apresentaram uma maior taxa de sobrevivência. A *Cassia grandis*, é uma árvore de grande porte, alcançando 15 a 20m de altura e crescimento rápido, heliófila, (LORENZI, 1992). Em sua fase de muda, foi observado que suas folhas, são muito palatáveis para as formigas cortadeiras na área.

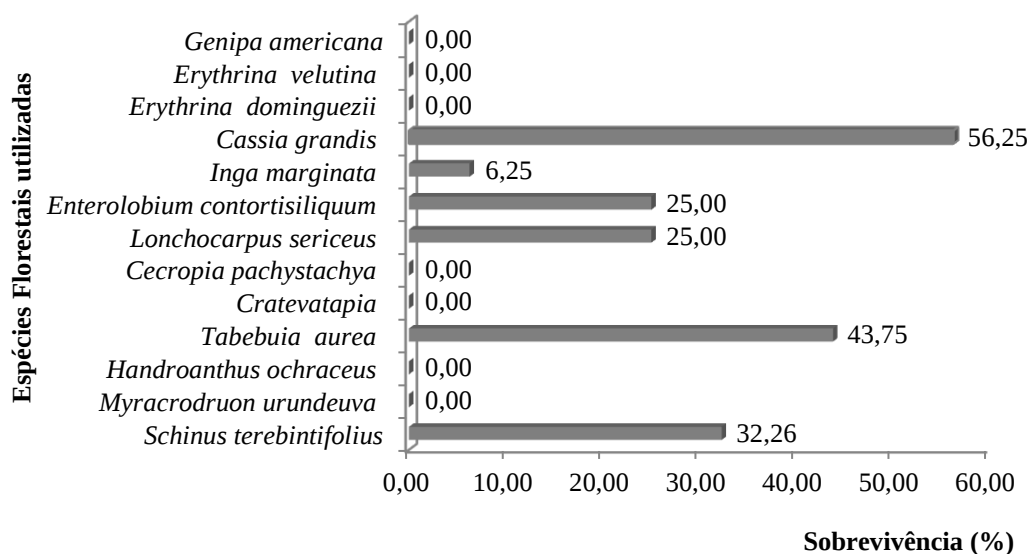


FIGURA 4 - Sobrevivência das espécies florestais plantadas no terraço fluvial após 365 dias, em Amparo do São Francisco, Sergipe, Brasil, 2013.

Na avaliação do índice de sobrevivência e o crescimento inicial das espécies arbóreas nativas plantadas (Figura 5), identificou-se que o desenvolvimento das mudas no terraço foi comprometido pelo rigoroso período de estiagem que ocorreu no ano de 2012 para 2013, assim como pela entrada de animais (bovinos) para pastejo e pelo rápido e agressivo desenvolvimento da espécie *Brachiaria decumbens* que combinados influenciaram negativamente os resultados. O rápido crescimento da braquiária estabeleceu uma competição com as mudas por água e nutrientes, além de possíveis efeitos alelopáticos sobre espécies arbustivas e florestais, como observado por Pitelli e Marchi (1991), Souza et al. (2003), Toledo et al. (2003a e 2003b), Dias et al. (2004) e Barbosa et al. (2008). A alelopatia é definida como efeito inibitório ou benéfico, direto ou indireto, de uma planta sobre outra, via produção de compostos químicos que são liberados no ambiente (SOUZA, 2006).



FIGURA 5 - (A) Crescimento das mudas entre touceiras de *Brachiaria decumbens* no terraço (Agosto/2013); (B) Presença de bovinos na área experimental, em período seco (Fevereiro/2013); (C) Rebaixamento das touceiras de *Brachiaria decumbens* e presença de esterco bovino próximo as mudas em período seco (Abril/2013); (D) Crescimento das mudas entre touceiras de *Chrizopogon zizanioides* no talude (Agosto/2013).

Também foram registrados grandes prejuízos com eliminação de vários indivíduos pela recorrente entrada de bovinos na área experimental, que motivados pela ausência de alimento no período da longa estiagem, foram colocados na área para pastejo do capim-vetiver e consequentemente terminaram por eliminar varias das mudas plantadas em pleno desenvolvimento. No sexto mês de avaliação, esse fator foi determinante para a redução de indivíduos ou diminuição da copa dos mesmos resultantes do pastejo pelos bovinos.

Observando-se a pluviosidade mensal no período de condução desse trabalho, percebe-se que de novembro de 2012 a março de 2013 a precipitação média mínima foi de 54,11mm, valor menor que o esperado quando da comparação da Precipitação Média Mensal do período histórico de 1911 a 1990 (DCA, 2013).

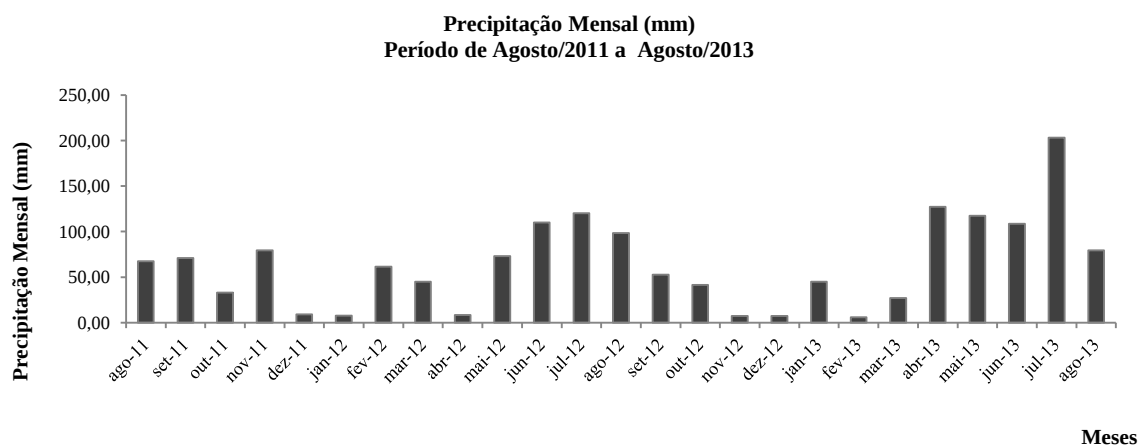


FIGURA 6 – Precipitação Mensal no período de Agosto de 2011 a Julho de 2013.
 FONTE: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP,
 Acessado em 29 jan. 2014.

Na avaliação da Taxa de Sobrevivência observou-se que *Myracrodruon urundeuva*, *Handroanthus ochraceus*, *Cratevatapia*, *Cecropia pachystachya*, *Erythrina dominguezii*, *Erythrina velutina*, *Genipa americana* (Tabela 1) não sobreviveram na área do terraço fluvial. Possivelmente, o longo e atípico período seco entre novembro de 2012 a março de 2013 contribuiu para elevada taxa de mortalidade das mudas, juntamente com ataque de formigas nos três primeiros meses, e entrada de bovinos na área para alimentação durante estiagem.

Em se tratando das espécies florestais avaliadas do talude (Figura 7), nota-se maior sobrevivência, nessa área em comparação com o terraço fluvial, onde somente duas espécies (*Handroanthus ochraceus* e *Lonchocarpus sericeus*) após 360 dias não apresentaram indivíduos vivos. Embora sua classificação sucessional seja considerada pioneira, fatores como baixa fertilidade do solo na área experimental, apesar da adubação de fundação e cobertura realizadas; lento desenvolvimento de sistema radicular; longo período de estiagem, provável alelopatia dos cordões de *Chrizopogon zizanioides* plantados anteriormente, entre outros, podem ter contribuído para baixo desempenho dessas espécies no talude.

Ainda avaliando Taxa de Sobrevivência, nota-se que *Enterolobium contortisiliquum* obteve o maior percentual de sobrevivência, 50%; seguido da *Cassia grandis* com 43,75%; da *Tabebuia aurea*, 37,50%; do *Schinus terebintifolius*, 32,26%; *Inga marginata*, 31,25%; *Cratevatapia*, 25%; *Erythrina velutina*, 25%; *Erythrina dominguezii*, 25%; *Genipa americana*, 18,75%; *Cecropia pachystachya*, 12,50%; *Myracrodruon urundeuva*, 12,50%. Conforme Holanda et al. (2010), a espécie *Enterolobium contortisiliquum* se destaca na recomposição florística de margens degradadas por sua adequação e adaptação, em estágio sucessional primário, como no caso do Baixo São Francisco sergipano. Kageyama e Castro

(1989) classificam como normal, o lento crescimento dessa espécie em condições de pouca luminosidade, pois se trata de uma espécie pertencente ao grupo ecológico das climáticas. O acelerado desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum* destaca vantagens para sua utilização na recuperação ambiental das margens de rios localizados em área de clima tropical, visto que é uma espécie que possui maior ocorrência em capoeiras em estágios mais adiantados da sucessão secundária (LORENZI, 2002), como não pode ser caracterizada a área experimental.

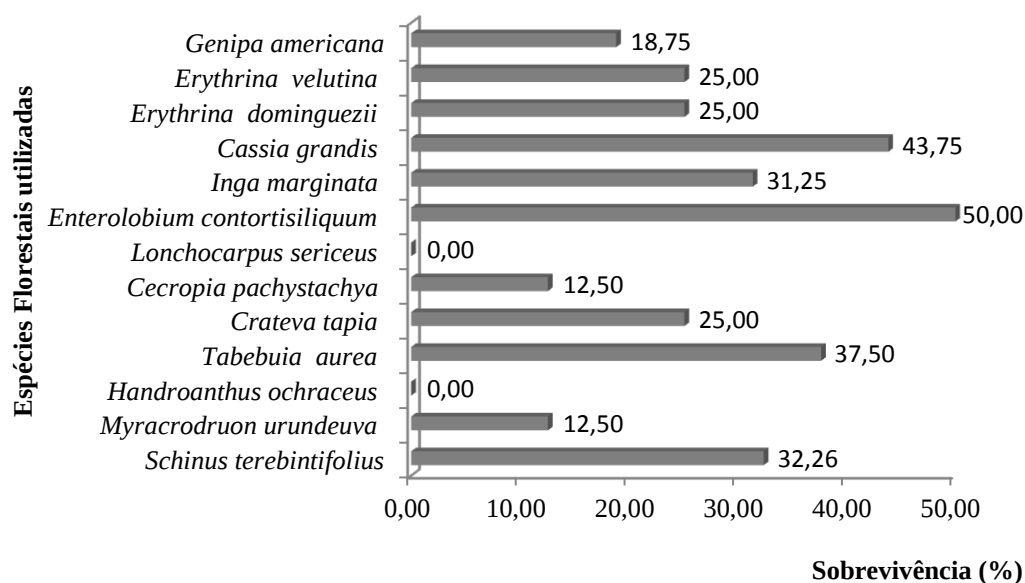


FIGURA 7 - Comparativo de sobrevivência das espécies florestais plantadas no talude fluvial após 365 dias, em Amparo do São Francisco, Sergipe, Brasil, 2013.

Possivelmente em razão do mais expressivo número de indivíduos avaliados no talude, comparado ao terraço fluvial, verifica-se que houve maior possibilidade de identificação de diferenças significativas entre todos os parâmetros avaliados e entre todas as espécies. Vale ressaltar que nesta parte da área experimental, as mudas foram plantadas em área previamente ocupada pelo capim-vetiver, que apresenta menor palatabilidade para o rebanho bovino, em comparação com o capim braquiária.

A espécie *Erythrina velutina* se destaca entre as demais espécies quanto a sobrevivência, com valores variando entre 105 a 142cm de altura e 30 a 60,52mm de diâmetro do colo. Esse fato pode ser explicado pela proteção física promovida pelos elementos de bioengenharia de solos, que promoveram uma proteção ao solo contra a erosão hídrica representada por sulcos, evitando a perda de boa parte das mudas.

Quanto à Taxa de Sobrevivência, a espécie *Inga marginata* apresenta desempenho favorável. Essa é uma espécie seletiva higrófila (LORENZI, 2009), que suporta solos mal

drenados (CARVALHO, 2006), possui adaptação moderada a terrenos úmidos (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006) e é indicada para áreas encharcadas permanentemente e para áreas com inundação temporária (MARTINS, 2007). Ou seja, indicada na recomposição de áreas degradadas, pela sua versatilidade na adaptação a ambientes diversos.

Pode-se deduzir ainda que a permanência da gramínea *Chrysopogon zizanioides*, na área do talude contribuiu para o fraco desenvolvimento das espécies *Tabebuia aurea*, *Schinus terebenthifolius*, *Cassia grandis* e *Enterolobium contortisiliquum*, na fase inicial de crescimento, possivelmente pela competição por nutrientes, água, luz necessários ao adequado desenvolvimento das plantas.

4 CONCLUSÕES

A maior disponibilidade de água no talude pela maior proximidade ao canal do rio possibilitou uma maior Taxa de sobrevivência e consequente melhor desenvolvimento das espécies estudadas, principalmente em ano de grandes limitações hídricas;

As espécies *Cassia grandis* (Canafístula), *Tabebuia aurea* (Craibeira), *Schinus terebenthifolius* (Aroeira) apresentaram maiores taxas de sobrevivência no terraço, mostrando-se tolerante a competição com a espécie *Brachiaria decumbens*;

As espécies *Handroanthus ochraceus* (Ipê amarelo), *Erythrina dominguezii* (Mulungu mulungu), *Crateva tapia* (Trapiá), *Cecropia pachystachya* (Embaúba), *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira do sertão), *Lonchocarpus sericeus* (Falso ingá), *Erythrina velutina* (Mulungu), *Genipa americana* (Jenipapo) obtiveram no terraço baixa taxa de sobrevivência ou não sobreviveram;

As espécies *Handroanthus ochraceus* (Ipê amarelo), *Erythrina dominguezii* (Mulungu mulungu), *Crateva tapia* (Trapiá), *Cecropia pachystachya* (Embaúba), *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira do sertão), *Lonchocarpus sericeus* (Falso ingá) não apresentaram eficiência na recomposição ciliar de cursos d'água, submetidas no talude do rio;

A espécie *Schinus terebenthifolius* (Aroeira) apresentou crescimento inicial dentro do esperado tanto no ambiente talude quanto no terraço, com os melhores resultados para as variáveis analisadas;

As espécies *Enterolobium contortisiliquum* (Tamboril), *Schinus terebenthifolius* (Aroeira), *Cassia grandis* (Canafístula), *Inga marginata* (Ingá), *Genipa americana* (Jenipapo), *Erythrina velutina* (Mulungu), *Tabebuia aurea* (Craibeira), apresentaram maior taxa de sobrevivência no talude, mostrando-se tolerante à competição com espécie *Chrysopogon zizanioides* (Capim-vetiver).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. p.15-25.

ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S.J.; BARROS, P.L.C. e BRENA, D. A. Caracterização da chuva de sementes, banco de sementes do solo e banco de plântulas em floresta estacional decidual ripária Cachoeira do Sul, RS, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p.128-141, 2004.

ARAUJO, G.H.S; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 320 p

BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the brazilian cerrados. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 51, n. 4, p. 825-831, July /Aug. 2008.

CALDAS, G.G. Santos, M. V. F; Ferreira, R.L.C; Junior, M.A.L.; Lira, M. A. e Saraiva, F. M. Efeito da fertilização fosfatada na produção de raízes, liteira e nodulação de *Mimosa Caesalpiniiifolia* Benth. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.237-244, 2009.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006. v. 2, 627 p.

CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná: em solos não degradados. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2006. 57 p.

CASADO, A. P. B. *et al.* Bank erosion evolution in São Francisco River. Viçosa, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 231-239, jan./mar. 2002.

CODEVASF - **Companhia de Desenvolvimento do São Francisco e Vale do Paraíba**. Disponível em: < <http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/identificacao>>. Acessado em 15 dez. 2013.

CRISTIANO, C. C.; ARAÚJO, M. I. de; CORINO, H. L.. Considerações gerais sobre as áreas de fundos de vale na cidade de Maringá – PR. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.2, p. 291-304, maio/ago. 2011.

DCA – **Departamento de Ciências Atmosféricas**. Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em < <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/dadosse.htm>>. Acessado em 29 jan. de 2014.

DIAS, T. C. S; ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Efeito da faixa de controle das plantas daninhas sobre o crescimento do cafeeiro. **Ciência das plantas daninhas**. **B. Inf. SBPCPD**, v. 10, p. 32, Nov. 2004.

FLEIG, M.; KLEIN, R. M. **Anacardiáceas. Flora ilustrada catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 64p, 1989.
GERSCOVICH, D.M.S. Estabilidade de taludes. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2012.

GUEDES, M. C., MELO, V. A., GRIFFITH, J. J. **Uso de poleiros e ilhas de vegetação por aves dispersoras de sementes.** Ararajuba, 5(2):229-232, 1997.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. v. 20, n.1, **Ciência Florestal**, Jan-Mar, 2010, p. 157-166.

HOLANDA, F. S. R. **Estudo integrado do vale do São Francisco sergipano: região de tabuleiros costeiros e pediplano sertanejo pedologia.** Aracaju: CODEVASF, 2000. 138p.

HOLANDA, F. S. R.; ROCHA, I. P.; OLIVEIRA, V. S. Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 570-575, 2008.

HOLANDA, F. S. R.; BANDEIRA, A. A.; ROCHA, I. P.; ARAÚJO FILHO, R. N.; RIBEIRO, L. F.; ENNES, M. A. Controle da erosão em margens de cursos d'água: das soluções empíricas à técnicas da bioengenharia de solos. **Revista RA'EGA**, n. 17, Curitiba: Editora UFPR, p. 93-101, 2009.

HOLANDA, F. S. R.; VIEIRA, T.R.S; ARAÚJO-FILHO, R.N.; SANTOS, T.O.; ANDRADE, K.V.S.; CONCEIÇÃO, F. G. Propagation through cutting technique of species occurring In the lower são francisco river in Sergipe state with different concentrations of indolbutiric acid. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.75-82, 2012.

HÜLLER, Alexandre; COELHO, Geraldo Ceni; LUCCHES, Osório Antônio e SCHIRMER, Jorge. A comparative study of four tree species used in riparian forest restoration along Uruguay River, Brazil. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.297-304, 2009.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, n. 41/42, p.83-93, jan./dez.1989.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed.Plantarum, 1992. 352p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Medicinais no Brasil. Nativas e Exóticas.** Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2002. 544p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras.** Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. Ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, vol.1, 384p. 2008.

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

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. v. 2.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143 p.
MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2007. v. 1, 255 p.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; LINS, C. F.; BRANDÃO, S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 208-221, abr./jun. 2007.

NICODEMO, M.L.F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; SANTOS, P.M.; VINHOLIS, M.M.B.; FREITAS, A.R.; CAPUTTI, G. **Desenvolvimento inicial de espécies florestais em sistemas silvipastoril na região Sudeste**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n.60, p.89-92, dez. 2009. Edição Especial.

PITELLI, R. A.; MARCHI, S. R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 1991. p. 110-123

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim – brachiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p.343- 354, dez. 2003.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MARTINS, D. e ROSOLEM, C.A. Efeito Alelopático de Capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.

TOLEDO, R. E. B. et al. Períodos de controle de *Brachiaria* sp e seus reflexos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 221- 232, jun. 2003a.

TOLEDO, R. E. B. et al. Faixa de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 78-92, dez. 2003b.

TRENTIN, G.; SIMON, A. L. H. **Análise da Ocupação Espacial Urbana nos Fundos de Vale do Município de Americana** – SP, Brasil, 2009. Disponível em: <http://egal2009.easyplanners.info/area07/7438_Trentin_Gracieli.pdf>. Acesso em: jan. 2014.

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. A. J. e BATISTA, J. L. F.. 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the Brazilian Atlantic moist Forest. In: **Tropical forests remnants: ecology management and conservation of fragmented communities**. Laurance, W. F. e Bierregard, R. O. (Eds.). Chicago: University of Chicago Press. p. 351-365.

WEIDLICH, E. W. A. **Desenvolvimento espécies arbóreas nativas e competição com *Brachiaria humidicola* em área de restauração de floresta fluvial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Curitiba, UFPR, 2011. 68 p.

WERNECK, M. de S. et al. Florística e estrutura de três trechos de uma floresta semidecídua na estação ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.1, p. 97-106, 2000.

4. ARTIGO 2

PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE ESPÉCIES ARBUSTIVAS/ARBÓREAS PARA COMPOSIÇÃO EM TÉCNICAS DE BIOENGENHARIA DE SOLOS

S. S. GOIS^{1,2}; F. S. R. HOLANDA^{1,3}

¹Laboratório de Erosão e Sedimentação, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Sergipe

³Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação vegetativa por meio da técnica de estaquia de espécies florestais arbustivas/arbóreas visando determinar quais possuem características biotécnicas favoráveis para utilização em projetos de bioengenharia de solos. As espécies florestais avaliadas foram *Cassia grandis* L. f. (Canafístula); *Solanum paniculatum* (Jurubeba); *Mimosa pigra* L. (Unha de gato, calumbi); *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Sesbania); *Sapium argutum* (Müll. Arg) Huber (Burra leiteira); *Julocroton humilis* (Müll. Arg) (Velame); *Psidium araca* Raddi (Araçá); *Ziziphus joazeiro* Mart (Juá-Mirim); *Sideroxylon obtusifolium* (Rompe-Gibão) sendo estas espécies de ocorrência na mata ciliar do Baixo São Francisco; e *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg. (Sarandi, sarandi-branco); *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg. (sarandi-negro, sarandi-vermelho e saranduba); *Salix humboldtiana* Willd. (Salso, Salgueiro, Salseiro); *Terminalia australis* Camb. (Amarilho) de ocorrência na região Sul do país. O Delineamento experimental foi Inteiramente Casualizado, com três repetições, sendo cada ensaio experimental conduzido durante três meses, em épocas diferentes, totalizando setenta e duas amostragens. Os parâmetros avaliados foram Taxas de Sobrevivência; a Altura da Parte Aérea; Comprimento das Raízes; Números de Ramos e de Raízes formadas. Foi medido peso fresco das raízes e ramos que em seguida foram levados a estufa para secagem a 60°C por 48 horas para a posterior determinação do peso seco. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SISVAR 3.01. Na análise e avaliação dos ensaios foi aplicado teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As espécies *Salix humboldtiana*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana* apresentaram os maiores valores de brotação e enraizamento durante todos os períodos avaliados; Das espécies oriundas do baixo do São Francisco observou-se que *Mimosa pigra* e *Sesbania virgata* apresentam potencial biotécnico para aplicação de obras em bioengenharia de solos.

Palavras-chave: Engenharia natural; Erosão marginal; Propagação vegetativa

Abstract – The objective of this study was to evaluate the vegetative propagation by means of the cutting technique of forest/tree species in order to determine favorable characteristics to use in soil bioengineering projects. Tree species were evaluated such as *Cassia grandis* L. f.(Canafístula); *Solanum paniculatum* (Jurubeba); *Mimosa pigra* L.(Cat's claw, Calumbi); *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Sesbania); *Sapium argutum* (Müll. Arg) Huber (Burra leiteira); *Julocroton humilis* (Müll. Arg) (Velame); *Psidium araca* Raddi (Araçá); *Ziziphus joazeiro* Mart (Juá-Mirim); *Sideroxylon obtusifolium* (Rompe-Gibão) mostly occurring in the riparian forest of the Lower São Francisco River, and *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg (Sarandi, sarandi-white); *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg(black-sarandi, red-sarandi and saranduba); *Salix humboldtiana* Willd. (Salso, Willow, Salseiro); *Terminalia australis* Camb (Tumbleweed) occurring in southern Brazil. The experimental design was completely randomized with three replications, each experimental trial conducted for three months at different times, in a total of seventy-two sampling. Survival rates; Height of shoots; Root length; Number of branches and roots formed were evaluated. Fresh weight of roots and branches which then were carried drying oven at 60°C for 48 hours later for determination of dry weight were measured. Data were subjected to analysis of variance using the software SISVAR 3.01. In the analysis Scott - Knott ($p < 0.05$) was applied. The species *Salix humboldtiana*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana* showed the highest values of sprouting and rooting for all periods; In the evaluation of species from the lower São Francisco it was revealed that *Mimosa pigra* and *Sesbania virgata* have potential for biotechnical application of soil bioengineering works.

Keywords: Ecological engineering, Bankerosion, Vegetative propagation

1 INTRODUÇÃO

A retirada da vegetação ripária é um dos fatores determinantes no desencadeamento do processo erosivo, pois provoca mudanças expressivas na estruturação do solo, na hidrologia local com a redução da infiltração, e aumento do escoamento superficial. A erosão nas margens de rios potencializada ou não pela retirada da vegetação ciliar, tem se constituído em grave processo de degradação ambiental, nas atividades de navegação e pesca importantes para a sustentabilidade econômica das populações ribeirinhas (HOLANDA et al., 2005).

O avanço dos processos erosivos tem levado à adoção de práticas de controle sejam a partir do empirismo da população ribeirinha ou pelo uso de soluções de engenharia, ou mesmo a bioengenharia de solos (HOLANDA et al, 2009).

Segundo Stokes et al. (2010) a bioengenharia de solos é um agrupamento de técnicas, consistindo na utilização de materiais vivos ou inertes de natureza vegetal, geotêxteis, associados ou não a rochas, concreto ou metais e se apresenta ambientalmente sustentável para contenção de erosão dos taludes em suas diversas condições de declividade, granulometria e composição, inclusive para margens de corpos d'água como reservatórios, canais de irrigação e rios.

Segundo Durlo (2000), a vegetação possui características biotécnicas que podem ser essenciais para a estabilidade natural das margens dos rios. Dentre as características biotécnicas desejáveis Li et al. (2006) destacam: resistência a exposição parcial das raízes; resistência ao aterramento parcial; capacidade de brotar após quebra do ápice e danos à planta; sistema radicial que permita fixar o solo, quer pelo comprimento, volume ou resistência das raízes. Segundo Pereira (2008), essas características são: tolerância à seca, sistema radicular profundo, crescimento vigoroso, disponibilidade de sementes, facilidade na propagação, sobrevivência em condições de baixa fertilidade e eficácia na cobertura do solo. Para Simões et al. (2010), o desenvolvimento vegetativo pode estar restrito a determinadas condições ambientais e ecológicas em período específico. Sendo assim, em muitos casos uma só espécie não apresenta todas as características desejáveis, então é necessário optar por aquelas que tenham o maior número de características e procurar consorciá-las.

A propagação vegetativa por estacas vivas de uma planta matriz para crescer novas plantas é um dos métodos de propagação mais comuns de espécies florestais (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009). A propagação assexuada ou vegetativa é o processo de multiplicação de órgão da planta sejam eles estacas da parte aérea ou da raiz, gemas ou outras estruturas especializadas, ou ainda meristemas, ápices caulinares, calos e embriões (WENDLING, 2006). Esta por sua vez, ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular, por meio da regeneração de partes da planta-mãe, e pode ser realizada através das

técnicas de estaquia, alporquia e enxertia, que depende de sua adaptação, facilidade e formação de mudas em cada espécie (FACHINELLO et al., 2005).

Dentre as técnicas utilizadas, a estaquia tenta superar as dificuldades na propagação de espécies nativas, sendo amplamente utilizada para multiplicação de algumas espécies florestais e frutíferas (TOFANELLI et al., 2002), podendo ser empregada no auxílio a conservação dos recursos florestais, permitindo a obtenção de plantas idênticas a partir de uma única planta-matriz, em curto espaço de tempo, além de ser uma técnica de baixo custo e fácil execução.

Segundo Fachinello et al. (2005), a estaquia favorece a multiplicação de indivíduos resultando em maiores ganhos na redução do tempo de propagação de espécies nativas com propriedades biotécnicas e redução de custos, contribuindo na aceleração do processo de recuperação de áreas degradadas. O processo convencional de estaquia facilita a multiplicação de genótipos desejados, e este processo não inclui meiose, portanto, os rametes (brotações originárias da planta matriz) são geneticamente idênticos aos ortetes (planta-mãe) (HIGASHI et al., 2000).

A viabilidade da propagação de mudas por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (NEVES et al., 2006). A dificuldade no enraizamento de estacas de algumas espécies pode ser superada se fornecidas condições ótimas para o enraizamento (VERGER et al., 2001). Segundo Pio et al., (2003), vários fatores podem influenciar no enraizamento de estacas, tanto intrínsecos, relacionados a própria planta como a presença de hormônios de crescimento, quanto extrínsecos, ligados às condições ambientais.

A auxina é o hormônio fitorregulador de crescimento vegetal que promove a divisão celular, o alongamento de segmentos de caules, a formação de raízes adventícias, além de outros fenômenos do desenvolvimento relacionados à ação do AIA (ácido indol-3- acético) (TAIZ; ZEIGER, 2004). Porém, esta substância indutora da formação de raízes pode ser abundante, escassa ou mesmo ausente no interior da planta, de acordo com a condição fisiológica e genética da estaca, bem como da época do ano de propagação. Por isso, normalmente adota-se o uso de auxinas exógenas, como o ácido indolbutírico (AIB) (PIZZATTO, 2011).

Sendo assim, as mais variadas informações sobre a produção de mudas são fundamentais para que se alcance viabilidade técnica e econômica nessas atividades (LISBOA et al., 2012). Devido à crescente demanda por informações silviculturais a respeito de espécies florestais nativas nos últimos anos, em razão da necessidade de recuperação de áreas degradadas e recomposição da paisagem.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação vegetativa por meio da técnica de estaquia de espécies florestais arbustivas/arbóreas visando determinar características biotécnicas favoráveis para utilização em projetos de bioengenharia de solos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a outubro de 2013, em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe (UFS), no município de São Cristóvão, Sergipe.

Estacas de treze espécies florestais (Tabela 1) foram coletadas, sendo nove de ocorrência na zona ribeirinha do Baixo São Francisco, no estado de Sergipe, localizado no Nordeste do Brasil como *Cassia grandis* L. f. (Canafístula); *Solanum paniculatum* (Jurubeba); *Mimosa pigra* L. (Unha de gato, calumbi); *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Sesbania); *Sapium argutum* (Müll. Arg) Huber (Burra leiteira); *Julocroton humilis* (Müll. Arg) (Velame); *Psidium araca* Raddi (Araçá); *Ziziphus joazeiro* Mart (Juá-Mirim); *Sideroxylon obtusifolium* (Rompe-Gibão) e quatro espécies de ocorrência na Região sul do Brasil, provenientes do município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul como *Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg. (Sarandi, sarandi-branco); *Sebastiania schottiana* (Müll. Arg.) Müll. Arg. (sarandi-negro, sarandi-vermelho e saranduba); *Salix humboldtiana* Willd. (Salso, Salgueiro, Salseiro); *Terminalia australis* Camb. (Amarilho).

TABELA 1 - Espécies florestais arbustivas/arbóreas utilizadas para propagação pelo método de Estaquia.

ESPÉCIE	NOME VULGAR	FAMÍLIA	PORTE
<i>Cassia grandis</i> L. f	Canafístula	<i>Leguminosae - Caesalpinioideae</i>	Arbustivo
<i>Solanum paniculatum</i>	Jurubeba	<i>Solanaceae</i>	Arbustivo
<i>Mimosa pigra</i> L.	Unha de gato, Calumbi	<i>Fabaceae</i>	Arbustivo
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Sesbania	<i>Leguminosae-Faboideae</i>	Arbustivo
<i>Phyllanthus sellowianus</i> Müll. Arg.	Sarandi, sarandi-branco	<i>Euphorbiaceae</i>	Arbustivo
<i>Sebastiania schottiana</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	Sarandi-negro, Sarandi-vermelho e Saranduba	<i>Euphorbiaceae</i>	Arbustivo
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salso, Salgueiro, Salseiro	<i>Salicaceae</i>	Arbóreo-grande
<i>Terminalia australis</i> Camb.	Amarilho ou Sarandi-amarelo	<i>Combretaceae</i>	Arbóreo-pequeno
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Rompe-Gibão	<i>Sapotaceae</i>	Arbusto
<i>Sapium argutum</i> (Müll. Arg) Huber	Burra leiteira	<i>Euphorbiaceae</i>	Arbustivo
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart	Juá-Mirim	<i>Rhamnaceae</i>	Arbórea
<i>Julocroton humilis</i> (Müll. Arg)	Velame	<i>Euphorbiaceae</i>	Arbustivo
<i>Psidium araca</i> Raddi	Araçá	<i>Myrtaceae</i>	Arbustivo

As espécies provenientes da região Sul são tradicionalmente utilizadas como parte das técnicas de bioengenharia de solos, com ênfase no Salso (*Salix humboldtiana*) que, de acordo com Lorenzi (1992), trata-se de espécie útil no controle da erosão, indicada especialmente para reflorestamentos em margens de rios, barragens e açudes. A citada espécie apresenta fácil reprodução por estaquia e sementes, floresce durante a primavera (setembro e outubro), amadurecendo seus frutos no final da primavera até o início do verão.

Para coleta do material vegetativo, três arbustos vigorosos de cada espécie foram selecionados, de onde foi retirado material da porção basal, às estacas basais, preparadas sem folhas e com comprimento de 15cm e diâmetro entre 0,5 e 1,5cm. Após a coleta, as estacas foram colocadas em sacolas plásticas, a fim de não perder a umidade, e, em seguida, foram realizados cortes retos no ápice e em bisel na base.

As estacas, acondicionadas em sacos plásticos para não perder umidade, foram colocadas para enraizamento em vasos contendo dois litros de substrato (areia), o que permitia uma facilitação na futura remoção das raízes para avaliação. O sistema de irrigação da estufa foi programado para uma única rega ao final do dia, induzindo as mudas a elevarem

sua capacidade de rusticidade, já que as condições oferecidas em campo são diferentes de um ambiente controlado. Vale mencionar que, não foram utilizados hormônios de crescimento para brotação e enraizamento.

Os períodos de avaliação foram de 30, 60, e 90 dias para cada espécie. A coleta de dados foi realizada a cada mês, totalizando três avaliações para cada espécie. Ressaltando que as espécies foram avaliadas em grupos e épocas diferentes, ou seja, os ensaios não foram conduzidos concomitantemente. Os parâmetros avaliados foram: Taxa de Sobrevivência, Taxa de Enraizamento, Altura da Parte Aérea, Número de Ramos, Número de Raízes, Comprimento das três maiores raízes, Massa Fresca da Raiz e Massa Seca da Raiz, Massa Fresca da Parte Aérea e Massa Seca da Parte Aérea.

A Taxa de sobrevivência é o número de estacas vivas em relação ao número total de estacas por tratamento, dada em porcentagem; a altura da parte aérea e comprimento das raízes são dados em centímetros, obtidos através de fita métrica; números de ramos e de raízes formadas foram determinados pela contagem dos mesmos; Foi medido peso fresco das raízes e ramos que em seguida foram levados a estufa para secagem a 60°C por 48 horas para a posterior determinação do peso seco.

O Delineamento experimental foi Inteiramente Casualizado, com três repetições, sendo cada ensaio experimental conduzido durante três meses em épocas diferentes, totalizando setenta e duas amostragens. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o software SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2008). Na análise e avaliação dos ensaios foi aplicado Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As estacas foram selecionadas de forma aleatória para a realização das avaliações destrutivas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na definição das espécies a serem coletadas no Baixo São Francisco, indicadas em programas de recuperação de áreas degradadas, fez-se necessário analisá-las de acordo com as características biotécnicas demandadas para uso em obras de engenharia natural.

Observou-se que *Mimosa pigra* espécie encontrada no Baixo do São Francisco e testada nesse estudo apresenta elevado potencial biotécnico (Figura 1), pelo expressivo enraizamento adventício e brotação da parte aérea. Enraizamento adventício em estacas é conhecido e afetado diretamente pelas auxinas, que pode ser ou que ocorrem naturalmente dentro da planta (endógeno) ou aplicado na planta (exógena) durante a propagação vegetativa (HUSEN, 2013).

Cassia grandis não apresentou brotação, nem enraizamento no decorrer de todo o período de avaliação e, *Solanum paniculatum* apresentou brotação da parte aérea, mas não apresentou enraizamento. A emissão e alongamento de brotações não devem ser relacionados necessariamente com o enraizamento, pois muitas vezes, os brotos, ao invés de contribuírem, prejudicam a iniciação radicular à medida que passam a competir pelas reservas das estacas, resultando na formação dos brotos em detrimento das raízes, provocando a desidratação do material propagativo através da transpiração (HOWARD et al., 1984).

Observa-se na Figura 1 que *S. virgata* apresentou 44% de enraizamento e 24% de brotação da parte aérea, demonstrando que possui potencial biotécnico, podendo ser indicada como uma espécie de valor secundário a ser utilizada na engenharia natural. Essa espécie tem vida curta (não mais que 8 anos) e apresenta capacidades moderadas de competir com gramíneas e rebrotar da cepa após corte ou fogo, porém desenvolve-se naturalmente em terrenos úmidos (CARPANEZZI, 1997).

As espécies da região Sul, *Salix humboldtiana*, *Sebastiania schottiana*, *Phyllanthus sellowianus*, apresentaram desenvolvimento extremamente favorável, com 100% de enraizamento e brotação, enquanto que *Terminalia australis* apresentou 89% de enraizamento e 100% de brotação. Percebe-se expressivo o potencial biotécnico dessas espécies, mesmo submetidas à temperaturas diferentes daquelas do habitat de origem.

Vale destacar que dentre as características a serem avaliadas quando se busca identificar espécies com potencial biotécnico, a Taxa de sobrevivência é o primeiro parâmetro a ser observado.

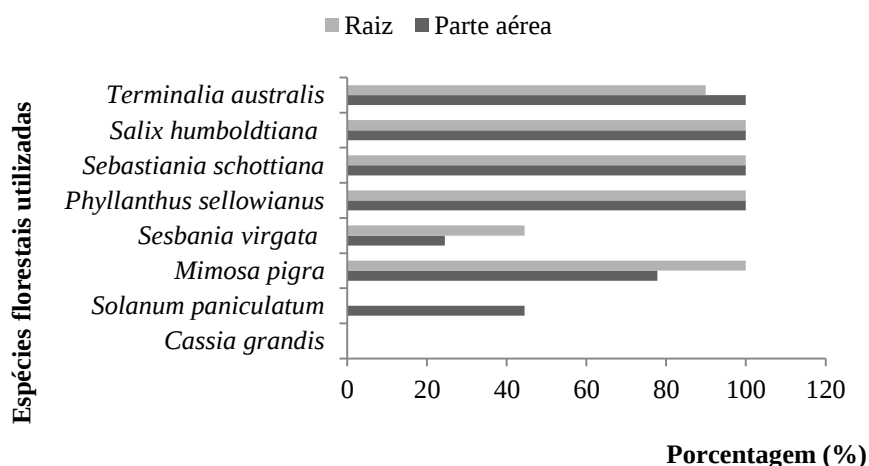


FIGURA 1 - Taxa de sobrevivência da Parte aérea e da Raiz das espécies florestais estudadas, São Cristóvão, Sergipe.

Ao observar a Tabela 2, vê-se que, considerando 30 dias após o plantio, as estacas de *Salix humboldtiana* diferenciaram estatisticamente quanto ao número de estacas avaliadas com brotação da parte aérea, seguido de *Phyllanthus sellowianus* e *Mimosa pigra*. De acordo com Okoro e Grace (1978), durante o período de enraizamento, a citocinina (hormônio vegetal) é gradualmente metabolizada em favor da brotação e crescimento das raízes latentes ou, simplesmente, inativada pelo tecido da planta, se não houver reservas suficientes para seu metabolismo.

TABELA 2 - Parâmetros analisadas em 30 dias

Espécies	Altura parte aérea(cm)	Nº de ramos(cm)	Nº de raízes(cm)	Comprimento das 3 maiores raízes(cm)
<i>Cassia grandis</i>	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 b
<i>Solanum paniculatum</i>	2,33 c	0,66 c	0,00 c	0,00 b
<i>Mimosa pigra</i>	22,66 b	4,01 a	23,33 a	38,66 a
<i>Sesbania virgata</i>	3,83 c	0,33 c	10,66 c	18,20 b
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	26,33 b	1,33 b	36,00 a	27,66 a
<i>Sebastiania schottiana</i>	8,46 c	2,66 b	24,66 a	13,80 b
<i>Salix humboldtiana</i>	36,66 a	6,66 a	23,33 a	42,66 a
<i>Terminalia australis</i>	2,53 c	1,66 b	1,00 c	1,73 b

Ao interpretar as características biotécnicas desejáveis, observa-se que o indicado para engenharia natural seria o uso de espécies que produzam a maior densidade de parte aérea e o maior comprimento de parte aérea possível, pois está frequentemente sujeita ao fluxo e refluxo das águas. O uso de espécies com essas características favorecem a proteção do talude em função de seu volume de massa foliar formando uma camada protetora do solo, promovendo a redução da velocidade da água e por consequência redução do seu poder erosivo. Sutili et al, (2004) salienta que, embora seja importante a obtenção de informações ligadas à parte aérea, visto que esta contribui para a estabilização e consequente proteção dos taludes fluviais, não se deve esquecer que as características fundamentais e talvez até de maior relevância para as intervenções biotécnicas estão vinculadas ao sistema radicial das plantas.

Mimosa pigra, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana* aos 30 dias (Tabela 2), não apresentaram diferença significativa entre si, quanto ao número de raízes. O conhecimento do número de raízes por estaca é uma variável de fundamental importância, pois a quantidade de raízes, além do seu comprimento e diâmetro, permite avaliar o potencial de regeneração das estacas, bem como a capacidade da espécie, de participar no processo de agregação das partículas do solo, consequentemente, na estabilização de taludes.

As espécies *Salix humboldtiana*, *Mimosa pigra* e *Phyllanthus sellowianus* (Tabela 2) não apresentaram diferença estatística na avaliação do comprimento de raízes, chegando até 164cm, 60cm e 60,5cm respectivamente. O comprimento da raiz mais longa é um indicativo do alcance potencial do sistema radicial em obras de engenharia natural. O sistema radicular contribui para a estabilidade de superfícies cisalhadas, uma vez que existe uma camada de solo em torno da superfície de cisalhamento que perde suas características durante o processo de ruptura, formando assim a zona cisalhada (GERSCOVICH, 2012).

Para o parâmetro Massa seca da parte aérea a espécie *Salix humboldtiana* (Tabela 3) se diferenciou estatisticamente das demais. Enquanto que para a massa seca das raízes não houve diferença significativa entre os dados de *Salix humboldtiana*, *Mimosa pigra*, *Phyllanthus sellowianus*.

TABELA 3 - Parâmetros analisadas em 30 dias

Espécies	Massa Fresca Raiz(g)	Massa Seca Raiz(g)	Massa Fresca Parte Aérea(g)	Massa Seca Parte Aérea(g)
<i>Cassia grandis</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 c
<i>Solanum paniculatum</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 c
<i>Mimosa pigra</i>	0,70 b	0,24 a	2,91 a	0,94 b
<i>Sesbania virgata</i>	0,02 b	0,01 b	0,16 b	0,03 c
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	1,58 a	0,18 a	4,18 a	0,98 b
<i>Sebastiania schottiana</i>	0,21 b	0,06 b	0,62 b	0,23 c
<i>Salix humboldtiana</i>	2,40 a	0,37 a	4,75 a	1,87 a
<i>Terminalia australis</i>	0,01 b	0,00 b	0,21 b	0,07 c

Na segunda avaliação, com 60 dias (Tabela 4), *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Mimosa pigra* não apresentaram diferença significativa entre elas quanto ao parâmetro altura da parte aérea. Quanto ao parâmetro número de ramos as espécies que apresentaram comportamento expressivo *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana* e *Mimosa pigra*, não diferenciando estatisticamente.

Quanto ao número de raízes (Tabela 4) *Mimosa pigra* apresentou um comportamento superior às demais espécies. Sendo assim, quanto ao parâmetro de comprimento das três maiores raízes, as espécies *Salix humboldtiana*, *Mimosa pigra* e *Phyllanthus sellowianus*, não diferiram estatisticamente, se diferenciando das demais pelos seus valores mais altos.

TABELA 4 - Parâmetros analisadas em 60 dias

Espécies	Altura parte aérea(cm)	Nº de ramos(cm)	Nº de raízes(cm)	Comprimento das 3 maiores raízes(cm)
<i>Cassia grandis</i>	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 c
<i>Solanum paniculatum</i>	1,66 c	0,66 c	0,00 b	0,00 c
<i>Mimosa pigra</i>	37,66 a	17,33 a	47,33 a	40,67 a
<i>Sesbania virgata</i>	1,16 c	0,33 c	18,00 b	14,80 b
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	38,33 a	15,66 a	22,66 b	33,00 a
<i>Sebastiania schottiana</i>	19,70 b	3,00 b	22,00 b	19,16 b
<i>Salix humboldtiana</i>	39,33 a	19,33 a	37,33 b	56,33 a
<i>Terminalia australis</i>	11,66 c	2,00 b	4,33 b	17,33 b

Ao analisar a massa seca da parte aérea e da raiz (Tabela 5), observou-se que não houve diferença significativa dos dados entre as espécies *Salix humboldtiana*, *Mimosa pigra* e *Phyllanthus sellowianus*. No entanto, pode-se verificar que a *Mimosa pigra* é uma espécie com grande potencial biotécnico, que consegue se comportar igual às outras que já são mundialmente reconhecidas em projetos de engenharia natural. Quanto à massa seca de raiz os dados de *Phyllanthus sellowianus*, *Salix humboldtiana*, *Mimosa pigra* não apresentaram diferença estatística no período avaliado de 60 dias.

TABELA 5 - Parâmetros analisadas em 60 dias

Espécies	Massa Fresca Raiz(g)	Massa Seca Raiz(g)	Massa Fresca Parte Aérea(g)	Massa Seca Parte Aérea(g)
<i>Cassia grandis</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
<i>Solanum paniculatum</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
<i>Mimosa pigra</i>	3,13 a	0,50 a	3,57 a	1,85 a
<i>Sesbania virgata</i>	0,17 b	0,05 b	0,16 b	0,03 b
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	2,35 a	0,76 a	4,19 a	1,79 a
<i>Sebastiania schottiana</i>	0,49 b	0,14 b	1,56 b	0,64 b
<i>Salix humboldtiana</i>	1,88 a	0,58 a	3,56 a	1,42 a
<i>Terminalia australis</i>	0,29 b	0,29 b	0,87 b	0,34 b

Na avaliação aos 90 dias (Tabela 6), em relação ao parâmetro altura da parte aérea, as espécies *Salix humboldtiana*, *Phyllanthus sellowianus* e *Mimosa pigra* apresentaram comportamento superior entre as demais, embora não diferiram estatisticamente entre si.

Quanto ao número de raízes a espécie *Mimosa pigra* se destacou dentre as demais apresentando maiores valores, e em relação ao comprimento das três maiores raízes, observa-se que as espécies *Mimosa pigra*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana*, *Salix humboldtiana* apresentaram comportamento diferenciado em relação as demais espécies com destaque para *Salix humboldtiana*. Com o passar do tempo, percebeu-se que a espécie

Sebastiania schottiana necessitou de um tempo maior para o melhor desenvolvimento do seu sistema radicular.

Salix humboldtiana trata-se de espécie utilizada no controle da erosão, indicada principalmente na recomposição de margens de rios, barragens, represas, caracterizada como planta pioneira adaptada a terrenos úmidos (MARCHIORI, 2000). Apresenta fácil reprodução por estaquia de acordo com (MARCHIORI, 2000; LORENZI, 2002). *Phyllanthus sellowianus* planta de caule e ramos rijos, mas flexíveis, resistem às correntezas das águas durante as enchentes, à ruptura (SUTILI, 2004).

TABELA 6 - Parâmetros analisadas em 90 dias

Espécies	Altura parte aérea(cm)	Nº de ramos(cm)	Nº de raízes(cm)	Comprimento das 3 maiores raízes(cm)
<i>Cassia grandis</i>	0,00 c	0,00 b	0,00 c	0,00 b
<i>Solanum paniculatum</i>	1,66 c	0,66 b	0,00 c	0,00 b
<i>Mimosa pigra</i>	39,33 a	4,33 a	58,33 a	42,23 a
<i>Sesbania virgata</i>	1,16 c	0,33 b	18,00 c	14,80 b
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	40,00 a	1,33 b	48,00 b	47,60 a
<i>Sebastiania schottiana</i>	11,66 b	4,00 a	36,33 b	56,33 a
<i>Salix humboldtiana</i>	43,83 a	3,33 a	39,00 b	88,00 a
<i>Terminalia australis</i>	8,83 b	1,66 b	4,33 c	31,83 b

Quanto ao parâmetro massa seca da parte aérea (Tabela 7) as espécies *Mimosa pigra* e *Phyllanthus sellowianus*, apresentaram os maiores valores quando comparado com as demais sendo respectivamente, de 3,82g e 2,42g.

TABELA 7 - Parâmetros analisadas em 90 dias

Espécies	Massa Fresca Raiz(g)	Massa Seca Raiz(g)	Massa Fresca Parte Aérea(g)	Massa Seca Parte Aérea(g)
<i>Cassia grandis</i>	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 b
<i>Solanum paniculatum</i>	0,00 b	0,00 b	0,05 c	0,02 b
<i>Mimosa pigra</i>	4,13 a	0,98 a	4,27 a	2,35 a
<i>Sesbania virgata</i>	0,19 b	0,06 b	0,17 c	0,05 b
<i>Phyllanthus sellowianus</i>	3,94 a	1,29 a	5,40 a	2,30 a
<i>Sebastiania schottiana</i>	2,81 a	1,11 a	1,82 b	0,55 b
<i>Salix humboldtiana</i>	6,79 a	1,37 a	2,28 b	0,93 b
<i>Terminalia australis</i>	2,21 b	0,84 a	0,86 c	0,39 b

Quanto à massa seca da raiz (Tabela 7), observa-se que *Mimosa pigra*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana*, *Salix humboldtiana* e *Terminalia australis* apresentaram

os maiores valores quando em comparação com demais espécies 0,97g, 1,84g, 1,78g, 1,97g, e 0,98g respectivamente.

Observa-se que para massa fresca da raiz a *Mimosa pigra*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana*, *Salix humboldtiana* e *Terminalia australis* apresentaram comportamento diferenciado, com destaque para *Mimosa pigra* com 7,79g e *Salix humboldtiana* com 9,80g potenciais contribuidoras na agregação do solo e consequente estabilização de taludes.

4 CONCLUSÕES

A espécie *Cassia grandis* não apresentou brotação e enraizamento durante o período de avaliação;

A espécie *Sesbania virgata* apresentou um expressivo número de brotos com consequente enraizamento das estacas;

A espécie *Solanum paniculatum* apresentou uma discreta brotação, sem enraizamento, durante período avaliado;

A espécie *Terminalia australis* apresentou significativa brotação da parte aérea, e enraizamento com destaque mediano em comparação com as demais espécies para os parâmetros citados;

A espécie *Mimosa pigra* apresentou expressiva brotação e enraizamento durante todo período avaliado;

As espécies *Salix humboldtiana*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana* apresentaram os maiores valores de brotação e enraizamento durante todos os períodos avaliados;

Das espécies oriundas do baixo do São Francisco observou-se que *Mimosa pigra* e *Sesbania virgata* apresentam potencial biotécnico para aplicação em obras de engenharia natural;

Ratifica-se o já importante potencial biotécnico das espécies *Salix humboldtiana*, *Phyllanthus sellowianus*, *Sebastiania schottiana*.

As espécies *Sapium argutum*; *Julocroton humilis*; *Psidium araca*; *Ziziphus joazeiro*; *Sideroxylon obtusifolium*, apresentaram expressiva brotação, sem correspondência para o enraizamento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPANEZZI, A. A.; FOWLER, J. P. A. Quebra da dormência tegumentar de sementes de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. Colombo: **EMBRAPA**, 1997, p. 1-2. (Comunicado Técnico, 14).

DURLO, M. A. Biotécnicas no manejo de cursos de água. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 81-90, jul./dez. 2000.

FACHINELLO, J. C; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

GERSCOVICH, D.M.S. Estabilidade de taludes. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2012.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e sua evolução no Brasil, **Circular Técnica IPEF**, n. 192, São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000, 11p.

HOLANDA, F. S. R. et al. Riparian fragments affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p.148 - 152, mar./abr. 2005.

HOLANDA, F.S.R. et al. Controle da Erosão em Margens de Cursos d'água: Das Soluções empíricas à técnica da Bioengenharia de solos. **Ra'ega Revista** , v.17, n.1, p.93-101, 2009.

HOWARD, B.H.; HARRISON-MURRAY, R.S.; MALKEZIE, K.A.D. Rooting responses to wounding winter cutting of M-26 apple rootstock. **Journal of Horticultura Science**, London, v. 59, n. 2, p. 131-9. 1984.

HUSEN, Azamal. **Clonal Multiplication of Teak (*Tectona grandis*) by Using Moderately Hard Stem Cuttings**: Effect of Genotypes (FG1 and FG11 Clones) and IBA Treatment. *Advances in Forestry Letters (AFL) Volume 2 Issue 2*, June 2013.

LI, X.; ZHANG, L. e ZHANG, Z. Soil bioengineering and the ecological restoration of riverbanks at the airport town, Shanghai, China. **Ecological Engineering**, Vol.26, Nº.3, (October 2005), pp. 304–314, 2006.

LISBOA, A.C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S.N.; CASTRO, D.N.; ABREU, H.M. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* E *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v.36, n.4, p.603-609, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Editora Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil 2. ed, Nova Odessa: Plantarum, 2002. 384 p. v.2.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas: das Bixáceas às Rosáceas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2000, 240 p.

NEVES, T. S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

OKORO, O.O. e GRACE, J. (1978) **The physiology of rooting populus cuttings**. II. Cytokinin activity in leafless hardwood cuttings. *Physiology Plantarum*, 44:167-70.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. FAPI, 2008. 239 p.

PIO, R. et al. Enraizamento de estacas apicais defigueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira Agrociência**, v.9, n.1, p.35-38, 2003.

PIZZATTO, Marian; JUNIOR, Américo Wagner; LUCKMANN, Daiane; PIROLA, Kelli; CASSOL, Darcieli Aparecida; MAZARO, Sérgio Miguel. **Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia**. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 58, n.4, p. 487-492, jul/ago, 2011.

SIMÕES, M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, Florianópolis: Ed. da UFSC. 6. ed. 1 reimp, 2010. 1102 p.

STOKES, A., SOTIR, R., CHEN, W. e GHESTEM, M. Soil Bio- and Eco-Engineering in China: past experience and future priorities. **Ecological Engineering**, Vol.36, Nº.3, (June 2009), pp. 247-257, 2010.

SUTILI, F. J.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de curso de água. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 13-20, jun. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TOFANELLI, M. B. D.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Potencial de enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro tratadas com ácido indol-butírico em diferentes concentrações e métodos de aplicação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 159-160, maio/ago, 2002.

VERGER, M. et al. Bouturage horticole des ligneux. **Revue Horticole PHM**, n.431, p.27-29, 2001

WENDLING, I.; DUTRA, L.F; GROSSI, F. **Produção de Mudanças de Espécies Lenhosas**. Documento 130. EMBRAPA. Colombo, PR, 2006.

XAVIER, A.; WENDLING I.; SILVA. R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. ed. UFV. Viçosa-MG, 272p, 2009.

5 REFERÊNCIAS GERAIS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.

ALMEIDA, N.O. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. Lavras: UFLA, 2004. 269p. (Tese – Doutorado em Engenharia Florestal).

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C.R.; UGAYA, C. **Identificação de áreas prioritárias para recuperação da mata ciliar na UHE Salto Caxias**. 3. ed. [S.l.]: Espaço energia, 2005.

ARAUJO-FILHO, R. N.; HOLANDA, F. S. R.; ANDRADE, K. R. Implantação de técnicas de bioengenharia de solos no controle da erosão no baixo São Francisco, estado de Sergipe. **Scientia Plena**. Vol. 9, Num. 7, 2013.

ASSIS, T. F.; FETT-NETO, A. G.; ALFENAS, A. C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwoods with emphasis on Eucalyptus. In: WALTER, C.; CARSON, M. (Eds.). *Plantation forest biotechnology for the 21th century*. Kerala, India: **Research Signposts**, 2004. p.303-333.

ASSIS, F. O. e MURATORI, A. M. Poluição hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v.2, n.1, p.42–59, 2007. ISSN:1981-089X. Disponível em: <www.ser.ufpr.br/geografar>. Acesso em: 27 de dez. 2013.

ATTANASIO, Cláudia Mira; LIMA, Walter de Paula; GANDOLFI, Sergius; ZAKIA, Maria José Brito e VENIZIANI-JÚNIOR, José Carlos Toledo. 2006. Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). **Scientia Forestalis**, n. 71. p. 131-140.

BANDEIRA, A. A. **Evolução do processo erosivo na margem direita do Rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão no trecho em estudo**. São Cristóvão: UFS, 2005. 155p. Dissertação Mestrado

BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the brazilian cerrados. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 51, n. 4, p. 825-831, July /Aug. 2008.

BARBOSA, L.M. (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.

BARBOSA, L.M. Considerações 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, 2000. p.289-312.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 7.ed. São Paulo: Ícone, 2008. 360p.

BORGES, S.R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L.S.; MELO, L.A.; ROSADO, A.M. ROSADO. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.425-434, 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651/12. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário oficial [da] república federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 de maio 2012.

CAMMERAAT, E.; VAN BEEK, R. e KOOIJMAN, A. Vegetation succession and its consequences for slope stability in SE Spain. **Plant Soil** 278, 135-147, 2005.

CARTAXO, Ricardo Moacyr Marinho. **Recuperação da mata ciliar ao longo do rio Mamanguape, litoral norte da Paraíba**. Dissertação de Mestrado– UFPB/PRODEMA- João Pessoa, 2009.49p.

CASADO, A. P. B. *et al.* Bank erosion evolution in São Francisco River. Viçosa, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 231-239, jan./mar. 2002.

CEMIG, Companhia energética de Minas Gerais. **Controle de erosão em margens de reservatórios**, com ênfase em métodos de bioengenharia de solo. 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo. SP: Edgard Blücher Ltda. 1981. 188 p.

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento do São Francisco e Vale do Paraíba. Disponível em: < <http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/identificacao>>. Acessado em 15 dez. 2013.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares em Minas Gerais**. In: Rodrigues, R. R; Leitão Filho, H. F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo. FAPESP/Universidade de São Paulo, 2000. p.172-188.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: manejo biotécnico de cursos de água**. Porto Alegre, RS: EST Edições, 2005. 198 p.

DURIGAN, G., RODRIGUES, R.R. e SCHIAVINI, I. A Heterogeneidade Ambiental Definindo a Metodologia de Amostragem da Floresta Ciliar. In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO-FILHO, H. (Ed.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. Cap. 10, p. 159-168.

FACHINELLO, J. C; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 221 p.

FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M.S. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Revista Cerne**, Lavras, v.13, n.3, p.271-279, 2007.

FERREIRA, R.A.; SANTOS, P.L. Direct sowing: an alternative to the Restoration of Ecosystems of Tropical Forests. In: Padmini Sudarshana; Madhugiri Nageswara-Rao; Jaya R. Soneji. (Org.). **Tropical Forests**. Rijeka: InTech, 2012, v. , p. 333-348.

FERREIRA, R.A.; SANTOS, P.L.; ARAGÃO, A.G.; SANTOS, T.I.S.; SANTOS NETO, E.M.; REZENDE, A.M.S. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.37, n.81, p.37-46, 2009.

FONTES, L.C.S. **Erosão marginal associada a impactos ambientais a jusante de grandes barragens: O caso do baixo curso do rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio ambiente) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2002.

GIBBS P.E, Leitão-Filho HF e Abbot Rj (1980) Application of the point-centred quarter method in a floristic survey of a area of Gallery Forest at Moji-guaçu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**. 3: 17-22

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. Geomorfologia e Meio Ambiente. 3ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2003. 394p.

GUEVARA, S., PURATA, S. E. e VAN DER MAAREL, E. The role of remnant trees in tropical secondary succession. **Vegetatio**, Holanda, 66: 77-84, 1986.

GRAY, D. H.; SOTIR, R. **Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization**. New York: John Wiley, 1996.

GUIMARÃES, M. F. R. **Construção de indicadores ambientais para o estudo da erosão marginal do Baixo São Francisco**. São Cristóvão, SE: Universidade Federal de Sergipe - UFS, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), 2004.

HOLANDA, F. S. R. et al. Riparian fragments affected by bank erosion in the Lower São Francisco River, Northeastern Brazil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p.148 - 152, mar./abr. 2005.

HOLANDA, F.S.R., ISMERIM, S.S., ROCHA, I.P. da, JESUS, A.S. de, ARAÚJO FILHO, R.N. de e MELLO JÚNIOR, A.V. de. Environmental Perception of the São Francisco Riverine Population in Regards to Flood Impact. **Journal of Human Ecology**, v. 28, n.1, p. 37-46. 2009.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P. da; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 157-166, 2010.

HOLANDA, F. S. R.; VIEIRA, T.R.S; ARAÚJO-FILHO, R.N.; SANTOS, T.O.; ANDRADE, K.V.S.; CONCEIÇÃO, F. G. Propagation through cutting technique of species occurring In the lower são francisco river in Sergipe state with different concentrations of indolbutiric acid. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.1, p.75-82, 2012.

JESUS, R.M.; ROLIM, S.G. Experiências relevantes na restauração da Mata Atlântica. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p.59-86.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO JR.A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão, SP, 1990. **Anais...**1990. v. 1, p. 109-113.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Ed.Plantarium, 1992. 352p.

- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143 p.
- MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 255p.
- MELO, A.C.G. **Reflorestamento de restauração de matas ciliares**: análise estrutural e método de monitoramento no médio Vale do Paranapanema (SP). 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- MELO, M. F.de V. **Diversidade Genética de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG. no Baixo do São Francisco, Sergipe**. São Cristóvão, UFS, 2007, 28 p.
- MILLER, G. A method of establishing native vegetation on disturbed sites, consistent with the theory of nucleation. In: **Proceedings of the 3rd Annual Meeting, Canadian Land Reclamation Association**. Sudbury: Laurentian University, 1978. p. 322-327.
- NBR 10703 – **Degradação do solo**. 1989.
- NORMANIZA, O., FAISAL, H.A. and BARAKBAH, S.S. Engineering properties of *Leucaena leucocephala* for prevention of slope failure. **Ecological Engineering**. 32: 215-221, 2008.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro : Ed. Guanabara Koogan, 1986, 434p
- PEREIRA, M. **Propagação via estacas apicais, caracterização morfológica e molecular de jabuticabeiras (*Myrciaria* spp.)**. 86p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.
- PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. Belo Horizonte: Ed. FAPI, 2008. 239 p.
- PETTS, G. E. **Time-scales for ecological change in regulated rivers**. In: **Craig, J. F.; Kemper, J. B. (eds). Regulated streams. Advances in ecology**. New York: Plenum, p.257-266, 1987.
- REDFORD, K.H. e FONSECA, G.A.B. 1986. The role of gallery forests in the zoogeography of the cerrado's non-volant mamalian fauna. **Biotropica** 18:126-135.
- REIS, A.; TRÊS, D. R. **Nucleação: integração das comunidades naturais com a paisagem**. Fundação Cargill. v. 1. São Paulo, 2007.
- REUBENS, B.; POESEN, J.; DANJON, F. GUEDENS, G.; MUYS, B. The role of fine and coarse roots shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review. **Tree Struct. Func.** 21, 385-402, 2007.
- ROBINSON, G.R. e HANDEL, S.N. Forest Restoration on a Closed Landfill: Rapid Addition of New Species by Bird Dispersal. **Conservation Biology** 7(2): 271 – 278, 1993.
- RODRIGUES, R.R. e GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de

florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R. e LEITÃO FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp. 2000. p. 241-243.

SALIS, S.M.; SHEPHERD, G.J.; JOLY, C.A. Floristic Comparasion of mesophytic Semideciduos Forests of the Interior of State of São Paulo, Southeast Brazil. **Vegetatio**, Dordrecht, v.119, n.2, p. 155-164, 1995.

SANTANA, S.A. **Relações entre estabilidade de taludes e os processos erosivos no baixo São Francisco/SE**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, 2008

SANTOS JÚNIOR, N.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Revista Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.103-117, 2004.

SANTOS, P.L. **Semeadura direta com espécies florestais nativas para recuperação de agroecossistemas degradados**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, 2010. 79p.

SCHIELTZ, H. M.; STERN, R. **Ground bioengineering techniques for slope protection and erosion control**. Oxford: Blackwell Science, 1996. 186p.

SILVA, L.C. da. Manejo de rios degradados: uma revisão conceitua. **Revista Brasileira de Geografia Física** p. 23-32, 2010.

SILVA, A.M. **Reflorestamento ciliar à margem do reservatório da hidrelétrica de Ilha Solteira em diferentes modelos de plantio**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: área de concentração em sistemas de produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

SUGANUMA, M. S.; BARBOSA, C. E. A.; CAVALHEIRO, A. L.; TOREZAND, J. M. D. Enriquecimento artificial da diversidade de espécies em reflorestamentos: análise preliminar de dois métodos, transferência de serapilheira e semeadura direta. **Revista Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 151-158, 2008.

SUTILI, F. J.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de curso de água. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 13-20, jun. 2004.

TENÓRIO, E. C. **Gramíneas usadas na conservação dos solos**. Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agronômicas, Recife: IPPA, 1970. 22 p.

THORNE, C. R. Field measurements of rates of bank erosion and bank material strength. In: Erosion and Sediment Transport Measurement Symposium, 1981, Florence. **Anais...** Florence: International Association of Hydrological Sciences, 1981. p. 503-512.

TOFANELLI, M. B. D.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Potencial de enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro tratadas com ácido indol-butírico em diferentes concentrações e métodos de aplicação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 2, p. 159-160, maio/ago, 2002.

TRÊS, D. R. Tendências da restauração ecológica baseada na Nucleação. In: **57º Congresso Nacional de Botânica**. Os avanços da Botânica no início do século XXI: Morfologia, Fisiologia, Taxonomia, Ecologia e Genética, 2006.

TRÊS, D. R. e REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Revista Biotemas**, vol. 22, n. 4, p. 59-71, 2009.

VAN BEEK, L.P.H.; WINT, J.; CAMMERAAT, L.H.; EDWARDS, J.P. Observation and simulation of roof reinforcement on abandoned Mediterranean slopes. **Plant Soil**. 278, 55-74, 2005.

VICENTINI, E.; REBOUÇAS, M.T.; ARRUDA, R.A.F. e RIBEIRO, L.F. **Aspectos demográficos de espécies de Cecropia em fragmento de mata ciliar da usina hidrelétrica Rio Bonito, Santa Maria de Jetibá – ES**. *Natureza on line* 6 (2): 66-73, 2008.

WENDLING, I. Propagação Vegetativa. I Semana do Estudante Universitário. **EMBRAPA Florestas e Meio Ambiente**. 2003.

WINTERHALDER, K. 1996. **The restoration of an industrially disturbed landscape in the Sudbury, Ontario mining and smelting region**. Disponível em: <<http://www.udd.org/francais/forumcode1996/TexteWinterhalder.html>>. Acessado em: 12 nov. 2012