



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E BIOMONITORAMENTO**



**Mestrado Profissional em
Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental**

DELFIN MARTINEZ VILAN

**APLICAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A RESTAURAÇÃO
AMBIENTAL DE TALUDES EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO:
o caso de desmatamento em Araçás (Bahia)**

**Salvador
2013**

DELFIN MARTINEZ VILAN

APLICAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A RESTAURAÇÃO
AMBIENTAL DE TALUDES EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO: o caso de
desmatamento em Araçás (Bahia)

Dissertação apresentada à Banca Examinadora no
Mestrado Profissional em Ecologia e
Biomonitoramento da Universidade Federal da
Bahia, como um dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em ecologia.

Orientador: Profº Dr. Eduardo Mendes da Silva

Salvador
2013

DELFIN MARTINEZ VILAN

APLICAÇÃO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A RESTAURAÇÃO
AMBIENTAL DE TALUDES EM CAMPOS DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO:
o caso de desmatamento em Araçás (Bahia)

Dissertação apresentada à Banca Examinadora no
Mestrado Profissional em Ecologia e
Biomonitoramento da Universidade Federal da
Bahia, como um dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em ecologia.

Aprovado em: 29 de nov. de 2013

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Eduardo Mendes da Silva – Orientador
Universidade Federal da Bahia

Profº Dr. Eduardo Mariano Neto
Universidade Federal da Bahia

Dra. Márcia Maria Andrade de Carvalho
Universidade Petrobras

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Petróleo Brasileiro S/A, na pessoa do meu gerente José Carlos de Sá Schemidt, que tornou possível a participação neste curso e a execução deste trabalho.

Meu agradecimento aos professores do Mestrado Profissional, em especial ao meu orientador Eduardo Mendes da Silva, sempre tão colaborativo, paciente e receptivo.

Não poderia deixar de mencionar os colegas da Petrobras, pela confiança em prestarem seus depoimentos, pela doação dos seus tempos e, principalmente, pelo incentivo contínuo, que muito contribuiu para a elaboração deste estudo, com menção especial ao companheiro Nelson Araújo Filho, defensor incansável do meio-ambiente, e à supervisora Patrícia Castro.

Agradeço também à minha esposa, Lisiane Lago pelo seu apoio e ajuda afetiva.

Agradeço ao Instituto de Biologia da Ufba, pela infraestrutura e simpatia de seus funcionários.

Agradeço a Deus, por me dar força, determinação e saúde nas horas mais difíceis.

E por fim, agradeço aos colegas do mestrado (Adelina, Amélia, Carolina, Cesar, Denilson, Edilene, Erik, Floriano, Jorge, Mariana, Michele, Priscila, Roberta, Saar, Sara, Simone, Thaís, Tanus, Toza), por me auxiliarem a compreender melhor a Biologia.

A todos, meus sinceros agradecimentos por possibilitarem a realização desse trabalho, que se constituiu numa experiência maravilhosa, enriquecedora e gratificante.

RESUMO

A exploração e extração de petróleo no Litoral Norte da Bahia tem causado degradação ambiental pela supressão de mata nativa, destruição de ecossistemas, fragmentação do habitat, perda de biodiversidade, erosão do solo e assoreamento de rios. Dessa forma, projetos de restauração de áreas degradadas são elaborados buscando recompor as áreas utilizadas durante a atividade de exploração, de maneira a restabelecer a integridade ecológica do local. Nesse sentido, este trabalho buscou avaliar as técnicas de sistemas agroflorestais (Saf) como estratégia de restauração de áreas impactadas pela exploração de petróleo em terra, utilizando o Campo de Araçás (BA), como área de estudo, adequando as técnicas à intensidade do distúrbio causado. É importante um planejamento, com base no diagnóstico a nível de paisagem, associando a implantação do Saf à técnicas de nucleação. Para atingir o objetivo proposto foi realizada uma revisão da literatura acerca das diferentes técnicas agroflorestais e critérios necessários para a implementação, além de uma análise do histórico do Campo de Araçás, a fim de verificar a viabilidade da utilização da estratégia proposta. O estudo permitiu concluir que as técnicas de Saf podem ser utilizadas em projetos de restauração, apesar de não ser o objetivo principal deste sistema.

Palavras-chave: Restauração. Recuperação. Áreas degradadas. Meio ambiente. Exploração e extração de petróleo. Saf.

ABSTRACT

The exploration and drilling in North Bahia Coast has caused environmental degradation by removal of native vegetation, destruction of ecosystems, habitat fragmentation, biodiversity loss, soil erosion and siltation of rivers. Thus, projects to restore degraded areas are elaborated seeking restoring the areas used during the exploration activity in order to restore the ecological integrity of the site. Thus, this study evaluated the techniques of agroforestry systems (Saf) and restoration of areas impacted by oil exploration on land strategy, using Field Araçás (BA), as study area, adjusting technical intensity of disturbance caused. It is important to planning, based on the diagnostic landscape level, involving the deployment of the Saf nucleation techniques. To achieve the proposed objective a literature review about the different agroforestry techniques and criteria required for implementation was performed, and an analysis of the history of the field Araçás in order to verify the feasibility of using the proposed strategy. The study concluded that the Saf techniques can be used in restoration projects, although not the main objective of this system .

Keywords: Restoration. Recovery. Degraded areas. Environment. Exploration and extraction of oil. Saf.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa da Bahia (a), e destaque para o município de Entre Rios e área onde está localizado o Campo de Araçás (b).....	14
Figura 2 – Campo de Araçás	15
Figura 3 – Vegetação presente no campo de Araçás	15
Figura 4 – Área de talude no campo de Araçás	16
Figura 5 – Manta em talude no Campo de Araçás / detalhe.....	20
Quadro 1 – Espécies de leguminosas utilizadas na adubação verde, de acordo com as condições de solo.....	23
Quadro 2 – Critérios avaliados para seleção de espécies para o controle de erosão e áreas degradadas	25

LISTA DE SIGLAS

Cepam	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CRA	Centro de Recursos Ambientais
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Icraf	<i>International Centre of Research in Agroforestry</i>
Inema	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Petrobras	Petróleo Brasileiro S/A
PRCE	Produtor em Rolo para Controle de Erosão
Saf	Sistema Agroflorestal
Ser	Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica
UO-BA	Unidade de Operações de Exploração e Produção da Bahia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	ÁREA DE ESTUDO	13
2.1	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARAÇÁS.....	13
3	SISTEMAS AGROFLORESTAIS	17
3.1	PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS DE SAF PARA A RESTAURAÇÃO NO CAMPO DE ARAÇÁS.....	20
4	CONCLUSÕES	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A degradação de ecossistemas naturais é um evento que tem recebido bastante atenção nos últimos tempos, devido à intensa expansão das atividades antrópicas (FREITAS, 2012), podendo variar da modificação de populações localizadas à perda total de ecossistemas (REIS, 2008). Dentre as atividades que degradam o meio ambiente, podem-se destacar as atividades relacionadas ao petróleo, que geram impactos sobre ecossistemas marinhos e terrestres, notadamente o desmatamento de áreas naturais (SANTOS, 2012).

A atividade de perfuração de um poço terrestre para exploração de petróleo pode gerar uma série de impactos ambientais, a exemplo da remoção da vegetação dos locais para perfuração do poço e acesso, com efeito direto na fauna e flora; erosão de solos e possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos e aquíferos subterrâneos (SOUZA; LIMA, 2002). Além disso, há a possibilidade de modificações do *habitat*, bem como o risco de derramamentos e danos aos ecossistemas, por meio do transporte (BARBOSA; BARATA; HACON, 2012). Nesse sentido, em ecossistemas que sofrem grandes distúrbios e têm dificuldade de retornar ao seu equilíbrio dinâmico, a execução de projetos que busquem a restauração ecológica tem sido sugerida (ENGLEL; PARROTA, 2003).

O conceito de restauração ecológica está atrelado à ideia de manejo e recuperação da integridade ecológica, de maneira a permitir um nível de biodiversidade e variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ocorrentes no ambiente (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL, 2004). De acordo com esse conceito, a restauração busca, por meio de ações humanas, recriar comunidades viáveis ecologicamente, promovendo ao longo do tempo, a capacidade natural de mudança do ecossistema (ENGEL; PARROTA, 2003; REIS, 2008), o alcance dos níveis de sucessão, além de resiliência e resistência. Tanto na legislação quanto nos artigos científicos analisados, o termo “restauração” é, em geral, usado sem definição e/ou com diferentes significados. Na legislação, apesar de aparecerem desde o primeiro Código Florestal, de 1969, o conceito e a finalidade da restauração não são abordados até a Lei Federal 9.985/2000, na qual recuperação e restauração são definidas de modo explícito. Contudo, a definição de restauração fornecida admite uma noção de convergência a um estado final único, o que não é viável ou mesmo possível, ao menos para sistemas tropicais ou outros sistemas com maior diversidade (REIS, 2008).

A afirmação de que, na restauração, o ecossistema ou a população silvestre deve ser restituída a um estado “o mais próximo possível da sua condição original” só tem sentido se não for considerada necessariamente a composição de espécies original e for incorporada a ideia de que os sistemas ecológicos, especialmente os tropicais, são dinâmicos, variando ao longo do tempo (BAZZAZ; PICKETT, 1980). Assim, o que se deve restaurar são processos de automanutenção das populações, ciclagem de matéria e energia características do solo, qualidade da água, dentre outros, e não retorná-lo a uma condição florística original.

De acordo com Martins (2007), nos últimos tempos as pesquisas científicas acerca das técnicas de restauração apresentaram um avanço significativo. Os projetos de restauração, que usualmente envolviam levantamentos de dados fitossociológicos e florísticos de uma única comunidade, tenderam à incorporação das características de cada unidade de paisagem, buscando restaurar a funcionalidade das comunidades (GANDOLFI; RODRIGUES, 2007). Porém, em projetos de restauração é comum observar o plantio de mudas de árvores e o plantio de todas as espécies simultaneamente, por conta dos obstáculos enfrentados para o estabelecimento das espécies, como a falta de dispersão de sementes, competição com gramíneas e ervas daninhas, baixa fertilidade do solo, alta compactação, além do delineamento de curto prazo (HOLL, 2002; VIEIRA; HOLL; PENEIREIRO, 2009). Tais características fazem com que os projetos de restauração sejam comumente de alto custo, porque requerem alto dispêndio para o plantio e a manutenção das espécies nos primeiros anos (ENGEL; PARROTA, 2001).

Os sistemas agroflorestais - Saf têm sido difundidos como possíveis alternativas de uso dos recursos naturais, e em projetos de restauração de áreas, vez que causam pouca degradação ao meio ambiente, respeitam os princípios básicos de manejo sustentável dos agroecossistemas (MACEDO *et al.*, 2000), além de apresentar importantes funções socioeconômicas e biológicas (YOUNG, 1991). Dentre as funções biológicas é possível destacar a alta reciclagem de nutrientes, otimização do uso da energia solar, além da manutenção da umidade do solo pela proteção contra a erosão e lixiviação, o que faz com que os recursos naturais sejam aproveitados de forma mais eficiente (ALVES, 2009).

Os Saf podem ser definidos como manejos associados entre espécies vegetais perenes lenhosas e cultivos agrícolas e/ou de animais (NAIR, 1993), que buscam aumentar a produtividade, a rentabilidade, a diversidade e a sustentabilidade do ecossistema (XU *et al.*, 2013). O termo “sistema agroflorestal” é amplo, e pode ser subdividido em diferentes sistemas: os sistemas silviagrícolas, que combinam árvores, arbustos ou palmeiras com espécies agrícolas; sistemas silvipastoris, resultado da interação entre árvores, arbustos ou palmeiras

com plantas forrageiras herbáceas e animais e os sistemas agrossilvipastoris, caracterizados pela criação de animais em consórcios silviagrícolas (DEITENBACH *et al.*, 2008). Assim, no presente trabalho, será considerado Saf, qualquer interação que se encaixe na definição embasada por Nair (1993) e Xu *et al.* (2013).

De acordo com Oliveira (2005), o homem do campo e os índios já utilizavam técnicas agroflorestais por todo o mundo, mas o interesse dessa atividade no meio científico é recente, onde se busca utilizar os atributos do Saf para alcançar objetivos distintos de sua proposta inicial, a exemplo de projetos de manejo integrado de bacias hidrográficas e de restauração de áreas degradadas (DANIEL *et al.*, 1999; DA SILVA *et al.*, 2008). Vaz (2000) afirma que os Saf podem ser utilizados para a restauração por propiciarem uma estruturação do solo, aumento no nível e na ciclagem de nutrientes. Ademais, o uso de Saf para pode acarretar na compensação com os produtos agrícolas produzidos, gerando recursos para os agricultores, além de constituir agroecossistemas biodiversificados (SILVA, 2002; AMADOR, 2003; CASTRO; MELLO; POESTER, 2012).

Contudo, importante ressaltar que a implantação do Saf carece da utilização de técnicas associadas, a exemplo da nucleação, que é um princípio sucessional na colonização de áreas em formação e representa uma técnica básica para contribuir com o restabelecimento de comunidades e estabilização em menor quantidade de tempo. Plantas pioneiras, por exemplo, apresentam uma capacidade de nucleação que é de fundamental importância em processos de revegetação de áreas degradadas (MILLER, 1978). São tratadas como técnica de nucleação: transposição de solos, semeadura direta, e hidrossemeadura, poleiros artificiais, transposição de galharias, plantio de mudas em ilhas de alta diversidade e coleta de sementes com manutenção da variabilidade genética. Robinson e Handel (1993) aplicaram a teoria da nucleação em restauração ecológica e concluíram que os núcleos promovem o incremento do processo sucessional, introduzindo novos elementos na paisagem, principalmente, se a introdução dessas espécies se somar à capacidade de atração de aves dispersoras de sementes. Esses animais propiciam o transporte de sementes de espécies mais avançadas na sucessão, contribuindo para o aumento do ritmo sucessional de comunidades florestais secundárias (GUEVARA; PURATA; VAN DER MAAREL, 1986).

A despeito das vantagens observadas nos Saf, a ideia da utilização dessas técnicas em propostas de restauração ainda é pouco discutida na literatura (VIEIRA; HOLL; PENEIREIRO, 2009).

Face ao exposto, o presente trabalho buscou propor a utilização de técnicas do sistema agroflorestal para a restauração de áreas degradadas em campos de produção de petróleo, por meio de embasamento teórico acerca do tema.

2 ÁREA DE ESTUDO

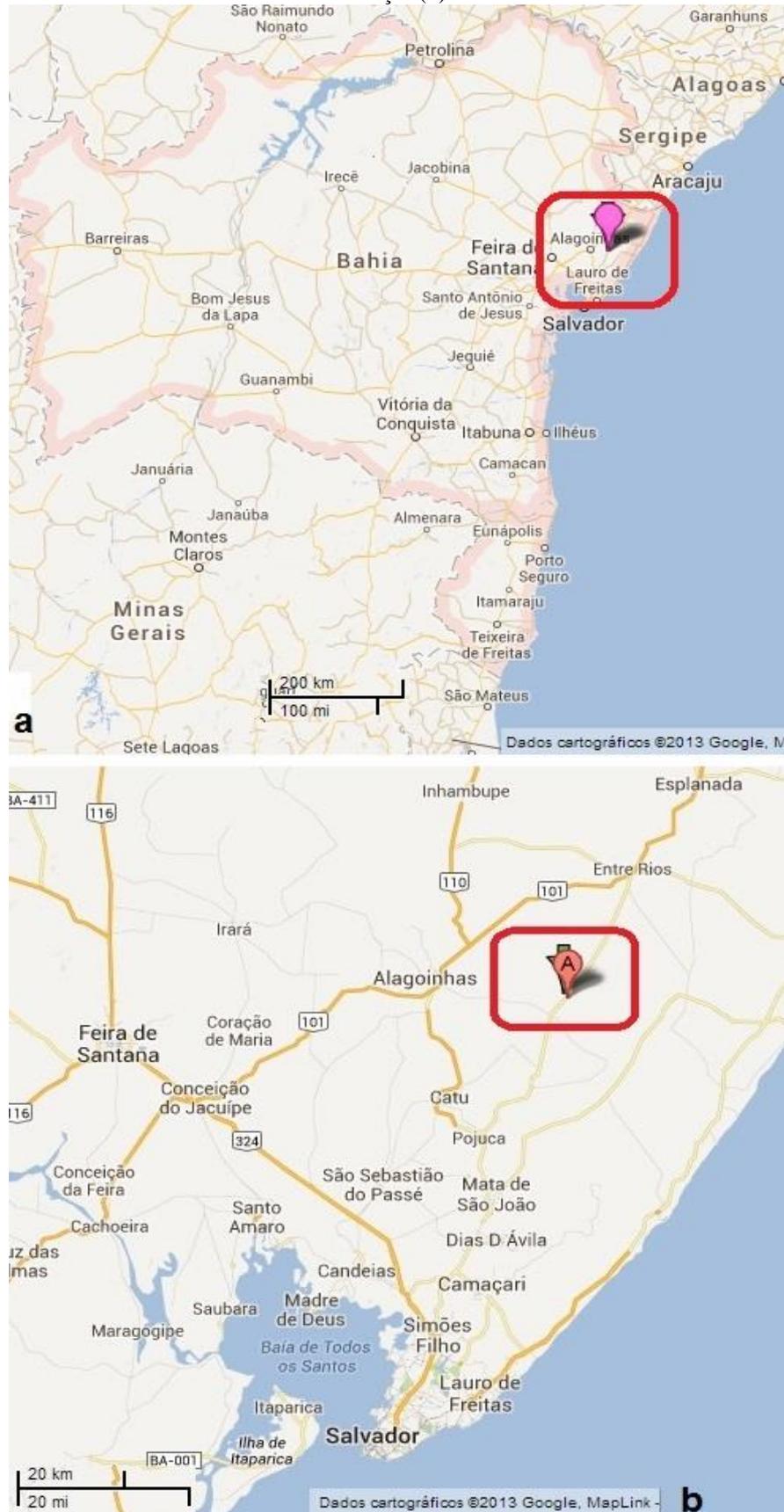
2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARAÇÁS

A área do campo de Araçás está localizada no município de Entre Rios, Bahia ($12^{\circ} 9' 56.246''$ S - $38^{\circ} 10' 54.806''$ W - Figura 1) e o início de sua operação ocorreu no ano de 1965. O principal produto do sistema é a emulsão de petróleo (óleo, água, gases, sedimentos) sendo que as unidades operam de maneira ininterrupta e em regime de revezamento de turno, tendo produzido mais de 7.000 barris desde o início de sua produção (Figura 2). A área, inserida no bioma Mata Atlântica, é formada por colinas e morros, com vales encaixados, e apresenta uma vegetação composta por remanescentes de floresta ombrófila, com regiões de savana arbórea e pastagens (Figura 3). Conforme pode ser verificado na Figura 4, a região em que se pretende propor um plano de restauração no Campo de Araçás é caracterizada como área de talude, que é definido como uma área com certo grau de inclinação e que limita um maciço de terra e/ou rocha (CAPUTO, 1988). Salienta-se que a declividade do talude, para proporcionar a sua estabilidade física, deve ser compatível com as características intrínsecas do solo em questão, que definem a sua resistência ao cisalhamento.

O Sistema de Produção de Araçás é um empreendimento que engloba quatro campos de produção de petróleo, a saber, Araçás, Fazenda Azevedo, Mandacaru e Sauípe, além da Estação B de Araçás e de 204 poços produtores. O referido sistema obteve a sua Licença de Operação - LO por meio da Resolução Cepram 1639 de 27 de março de 1998, quando a Petrobras foi autorizada a realizar as atividades da UO-BA.

No ano de 2002, período da renovação da LO, o então Centro de Recursos Ambientais (CRA, atual Inema - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) solicitou a fragmentação da UO-BA, de acordo com os Sistemas de Produção. Dessa forma, os sistemas foram divididos de acordo com o escoamento da produção de poços e de suas respectivas instalações. Foi nesse contexto que a LO oriunda da Resolução 1639 resultou em trinta e quatro Sistemas de Produção, dentre eles o Sistema de Produção de Araçás, cuja licença foi concedida pela Portaria CRA 3768 de 17 de dezembro de 2003.

Figura1 – Mapa da Bahia (a), e destaque para o município de Entre Rios e área onde está localizado o Campo de Araçás (b)



Fonte: Google Maps (2013).

Figura 2 – Campo de Araçás



Fonte: O autor (2013).

Figura 3 – Vegetação presente no campo de Araçás



Fonte: O autor (2013).

Figura 4 – Área de talude no campo de Araçás



Fonte: O autor (2013).

3 SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Os sistemas agroflorestais têm sido amplamente praticados como um meio de alcançar a sustentabilidade agrícola e abrandar os efeitos negativos da agricultura, tais como a degradação do solo e a desertificação (ALBRECHT; KANDJI, 2003). Neves (2013) relata sobre o antigo costume de utilizar o sistema Taungya, que apresenta basicamente um componente arbóreo, permanente, e outro agrícola, temporário, nas regiões tropicais asiáticas, onde plantios florestais eram associados às culturas anuais. De fato, a combinação de árvores e elementos agrícolas é uma prática bastante antiga em diferentes partes do mundo, porém, apenas no final do século XIX o estabelecimento de florestas ou plantações agrícolas tornou-se um objetivo notável para a prática de sistemas agroflorestais (NAIR, 1993).

Sistemas agroflorestais são definidos como qualquer integração de árvores em áreas rurais produtivas (*The World Agroforestry Centre*), ou em consórcio com a criação de animais (ICRAF). Ademais, para um sistema ser reconhecido como agroflorestal é necessário que haja no consórcio pelo menos uma espécie florestal nativa ou aclimatada, de porte arbustivo a arborescente (DEITENBACH *et al.*, 2008). Xu *et al.* (2013) descrevem um dos objetivos desse tipo de sistema, que é aumentar a produtividade, a rentabilidade, a diversidade e a sustentabilidade do ecossistema. Nota-se, portanto, que os Saf têm cunho biológico e socioeconômico, uma vez que preconizam o uso integrado da terra e a aplicação de sistemas de baixo uso de insumos, e incluem conotações ecológicas, sociais e culturais (ALTIERI, 2002, 2004).

Sistemas agroflorestais são embasados na sucessão ecológica, buscando a interação entre as espécies utilizadas (CASTRO; MELLO; POESTER, 2012) e a compreensão dos processos que naturalmente ocorrem no ambiente (GÖTSCH, 1994). A teoria da sucessão natural é resumida como a tendência natural de uma comunidade em retornar ao seu estágio clímax, após um distúrbio (YOUNG; PETERSEN; CLARY, 2005), e direciona para um incremento na diversidade biológica e funcionalidade do ecossistema (SILVA, 2002), onde as espécies se estabelecem de acordo com suas adaptações às condições ambientais e competição, e são substituídas, resultando em sistemas mais complexos que o sistema anterior (ALVES, 2009). Segundo Peneireiro (1999), a ideia de Saf de acordo com a sucessão ecológica foi proposta por Ernst Götsch, que entende que uma vez que um consórcio estabelecido tenha preparado o ambiente para espécies mais exigentes, otimizando as

condições ambientais, sua função foi cumprida, e esse consórcio dará lugar a outro, com composição diferente de espécies.

Penereiro (1999) avaliou a utilização do Saf, orientado pela sucessão natural, como possível estratégia para recuperação de solos degradados no sul da Bahia e constatou que a utilização desse sistema garantiu uma melhoria na conservação, recuperação, manutenção e qualidade dos recursos naturais. Ao comparar uma área manejada com o sistema agroflorestal e uma área sem manejo, a autora concluiu que a área manejada apresentou melhor qualidade na serapilheira, cobertura vegetal, além da macrofauna do solo, recomendando fortemente o uso da técnica para medidas de restauração de áreas degradadas.

Kageyama e Gandara (2000) ressaltam que as pesquisas sobre os sistemas agroflorestais têm buscado a melhoria dos modelos de implantação, adequando as densidades de plantios das plantas aos diferentes estádios de sucessão, fazendo com que a estrutura da floresta implantada pelo sistema tenha características próximas aos ecossistemas naturais. Nos sistemas agroflorestais as plantas cultivadas são introduzidas considerando as espécies vegetais nativas remanescentes da floresta, espécies em regeneração ou reintroduzidas, buscando combinar os consórcios no tempo e no processo de sucessão natural de espécies de forma dinâmica, dependendo do ciclo de vida das espécies (ABDO *et al.*, 2008). Ademais, a seleção das espécies utilizadas deve priorizar um máximo de interação biótica, como tentativa de diversificar as espécies envolvidas, acelerando o processo de recuperação e resiliência do local (REIS; ZAMBONIM; NAKAZONO, 1999).

Os Saf são implementados baseando-se na composição biológica local, no nível tecnológico disponível para o manejo e nas características socioeconômicas (YOUNG, 1991; NAIR, 1993), com delineamentos estruturados de acordo com o potencial natural do local onde é aplicado e nos conhecimentos das comunidades locais (GÖTSCH, 1994). O processo de planejamento e escolha do método a ser utilizado envolve o levantamento de fatores como diferenças microclimáticas, topografia e tipo de solo, vez que as espécies vegetais serão mais ou menos adaptadas a determinadas características do ambiente (ALVES, 2009). Ademais, a escolha do componente arbóreo deve considerar os níveis de competição promovidos com os outros componentes; a adaptação às condições edáficas e climáticas; o ritmo de crescimento e a capacidade de rebrota; o nível de exigência nutricional e de susceptibilidade a pragas e doenças, que deve ser baixo e; a função de serviço desempenhada pelo componente (MACEDO, 2000).

Engel (1999) também atenta para os pontos fortes de um sistema agroflorestal, onde é possível destacar a otimização do uso da terra, vez que concilia a produção florestal com a

produção de alimentos, resultando numa diminuição da pressão no solo, e a formação de sistemas ecológicos mais estáveis e autossuficientes, por apresentarem menores entradas de recursos externos. Ademais, outros estudos demonstraram que a utilização de Saf pode promover diferentes serviços ecossistêmicos a exemplo do sequestro de carbono e conservação da biodiversidade (MONTAGINI *et al.*, 2005; SWINTON *et al.*, 2006; JOSE, 2009).

A visão dinâmica na restauração de áreas degradadas inclui incentivar a sucessão assistida de determinada área, de forma a restabelecer a estrutura e composição local, por meio da regeneração natural (AMADOR; VIANA, 1998). Nesse sentido que os Saf podem ser uma alternativa sustentável para a ocupação de áreas desmatadas, notadamente no processo de restauração florestal (FISCHER; VASSEUR, 2000, 2002; SIMMONS; WALKER; WOOD, 2002; DEITENBACH *et al.*, 2008; BLINN *et al.*, 2013), porque quando a biodiversidade é restituída nos agroecossistemas reestabelecem-se complexas interações entre os componentes bióticos do sistema, e esses sinergismos podem favorecer o crescimento de cobertura vegetal para a proteção do solo e conseqüente conservação dos recursos hídricos; assegurar a produção de alimentos e; contribuir para a ciclagem de nutrientes, aumento da matéria orgânica e controle da erosão (ALTIERI, 2004; MOLUA, 2005; DANIEL *et al.*, 1999). Além disso, a serapilheira produzida oferece incremento no fluxo de água e na transferência de nutrientes para o solo, disponibilizando-os novamente, por meio da decomposição, para reabsorção (SILVA, 2002), fator essencial nas fases iniciais de estabelecimento das espécies vegetais e que pode ser determinante na restauração de áreas degradadas.

Arato Martins e Ferrari, (2002) avaliaram a produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado em área degradada, para verificar a eficiência do sistema e observaram que o sistema mostrou-se eficaz, vez que a produção de serapilheira na área onde foi implantado o Saf foi semelhante aos valores de produção observados em florestas estacionais semidecíduais na região Sudeste do Brasil, e que a taxa de decomposição no Saf foi elevada, sugerindo uma rápida liberação de nutrientes no solo e, conseqüentemente, alta ciclagem de nutrientes.

3.1 PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS DE SAF PARA A RESTAURAÇÃO NO CAMPO DE ARAÇÁS

Como demonstrado anteriormente, a área a ser analisada no Campo de Araçás é caracterizada como talude, sendo necessário, portanto, identificar os processos aos quais este tipo de ambiente está sujeito. Em áreas de talude, a remoção da vegetação tende a reduzir o coeficiente de segurança dessa área (SILVA, 2008), sujeitando-a a erosão e aos movimentos de massa, por meio do desprendimento de fragmentos de terra ou rocha, escorregamento de uma massa de solo, que pode deslizar ao longo da encosta ou pelo rastejo, deslocamento lento e contínuo de camadas superficiais sobre camadas mais profundas (CARVALHO, 1991), alterando a disponibilidade de água e nutrientes nas regiões superiores e inferiores do talude (BALIEIRO, TAVARES, 2008).

Silva (2008) apresenta diversas técnicas de controle de erosão, além da cobertura vegetal, dentre as quais é possível destacar a técnica de bioengenharia de solos, com o uso de biomantas (Figura 5). A bioengenharia de solos busca o controle da erosão por meio da utilização de elementos sintéticos como concreto, aço, em conjunto com elementos biológicos, como a vegetação (COUTO *et al.*, 2010). Essa técnica demanda menor mão de obra e menor utilização de maquinário, reduzindo assim, os custos de sua implantação, e do impacto (PINTO, 2009). Os projetos de bioengenharia são indicados principalmente em áreas de difícil acesso de maquinário e devem considerar fatores como as condições climáticas do local, a declividade dos taludes, o tipo de solo e a disponibilidade de água (LEWIS, 2000).

Figura 5 – Manta em talude no Campo de Araçás / detalhe



Fonte: O autor (2013).

As biomantas antierosivas, um dos exemplos da bioengenharia de solo, são também denominadas produtor em rolo para controle de erosão (PRCE), e são produzidas a partir de diferentes matérias-primas, a exemplo do algodão, fibra de coco, sisal, turfa e palhada composta por restos de culturas agrícolas, sendo tecidas em material sintético (COUTO *et al.*, 2010). Podem ser biodegradáveis e tem a capacidade de reter sedimentos, controlando processos erosivos, permitindo, também, a infiltração da água no solo e o desenvolvimento de vegetais (COUTO *et al.*, 2010). A utilização de biomantas deve ser agregada aos projetos de drenagem interna e superficial, para coletar as águas pluviais superficiais e profundas, com vistas a reforçar a estabilidade do talude, e deve ter composição, resistência e nível de degradabilidade adequadas ao projeto de recuperação proposto para a área em que é utilizada (DIAS; SANTOS; GOMES, 2009).

Holanda, Rocha e Oliveira (2008) avaliaram a estabilização de taludes marginais no baixo curso do rio São Francisco com a utilização de biomantas de fibra de coco associada à gramínea *Brachiaria decumbens*, e observaram que a área protegida com bioengenharia apresentou menor movimento de massa, e, conseqüentemente, maior controle de erosão do que na área desprotegida. Contudo, importante observar que, a despeito da bioengenharia ser uma boa técnica, não pode ser considerada como única forma de aplicação para controle de erosão (LEWIS, 2000).

No campo de Araçás, já foi iniciado o uso de biomantas, conforme se observa na Figura 5, porém, diante do que já foi discutido até o presente momento, entende-se que o processo de recomposição da área não deve ser limitado apenas a essa técnica. Assim, sugere-se que uma vez iniciado o processo de estabilização da área de talude, a introdução de cobertura vegetal, proposta com o Saf, possibilita que o solo se estruture de maneira mais uniforme, porque impede a ação direta de fatores erosivos como sol, chuva e/ou vento sobre a superfície do solo, aumentando a infiltração e a capacidade de retenção de água por meio da incorporação de matéria orgânica (SILVA, 2008; FREITAS, 2008).

A escolha adequada das espécies vegetais é de extrema importância, pois é necessário buscar espécies que proporcionem maior infiltração, menor escoamento superficial e proteção contra erosão laminar, além de melhoria na estabilidade, definição do ângulo de inclinação apropriado, quando as áreas trabalhadas são de taludes (PEREIRA, 2008). Também devem ser consideradas funções ecológicas específicas como certo nível de tolerância aos fatores mais críticos como altas temperaturas, baixa umidade e baixa disponibilidade de nutrientes (BALIEIRO; TAVARES, 2008). De acordo com Couto *et al.* (2010), a relação entre o sistema radicular vegetal e a estabilidade dos taludes pode ser influenciada por fatores como os

valores de resistência à tensão das raízes; a arquitetura radicular, como as raízes se distribuem ao longo do solo; a massa de solo explorada pelas raízes e; a espessura e declividade do perfil do solo no talude avaliado.

Nesse sentido, propõe-se que no campo de Araçás sejam priorizadas espécies do grupo ecológico “secundárias iniciais”, uma vez que se espera estimular o banco de sementes de espécies pioneiras locais. Ademais, são elencados os seguintes parâmetros: velocidade de crescimento, capacidade de sombreamento, resistência físico-mecânica, disponibilidade de mudas em viveiros da região, e alimento para fauna.

Para a busca da estabilidade, recomenda-se o uso de plantas que possuam raízes de profundidade adequada para esse fim, além de baixa demanda de água (PEREIRA, 2008). Além disso, a composição heterogênea de espécies vegetais intensifica a ciclagem de nutrientes, garante maior chance de recobrimento do solo e menor ocorrência de pragas (COUTO *et al.*, 2010). Para a recomposição da área em estudo, incentiva-se a utilização das espécies vegetais nativas da região. Contudo, conforme apontado por Balieiro e Tavares (2008), em ambientes que passam por processos severos de degradação podem perder características fundamentais do solo, fazendo com que as espécies nativas daquela região não consigam se estabelecer inicialmente. Dessa forma, propõe-se a utilização de espécies que consigam sobreviver em solos mais secos e pobres nutricionalmente, com vistas a preparar o solo para as espécies mais sensíveis. Silva *et al.* (2007) recomendam o uso de leguminosas, que apresentam em suas raízes associações com bactérias fixadoras de nitrogênio, proporcionando melhoria na fertilidade de solos estéreis, além de auxiliar na estabilização de solos instáveis. Além de se associarem com bactérias fixadoras de nitrogênio, as leguminosas podem realizar simbiose com fungos micorrízicos, que permitem uma maior área de atuação das raízes, reduzindo a mobilidade do solo, aumentando o incremento nutricional e de micro-organismos, além de regular os níveis de pH, alumínio e manganês em solos ácidos (ESPINDOLA; ALMEIDA; GUERRA, 2004; BRATTI *et al.*, 2005).

Campello *et al.* (2007) apresentaram os resultados de um manejo realizado pela Embrapa Agrobiologia utilizando leguminosas como estratégia de adubação natural dos solos, procedimento denominado adubação verde. A medição do nível de nitrogênio antes e depois da poda dos elementos arbóreos do sistema demonstrou um incremento considerável de nitrogênio com a poda das árvores, ressaltando a importância da utilização desse grupo para o enriquecimento nutricional de solos empobrecidos.

Para que as leguminosas possam atuar como facilitadoras do sistema, é necessário o conhecimento acerca da capacidade de produção e a qualidade de biomassa das espécies que

se pretende utilizar; a velocidade em que os nutrientes são disponibilizados; a eficiência do sistema radicular na absorção de nutrientes, bem como a capacidade de fixação em solos mais rústicos e; a capacidade de rebrota das leguminosas arbóreas após o corte (ESPINDOLA; ALMEIDA; GUERRA, 2004; SILVA *et al.*, 2007). Nesse sentido que o quadro 1 apresenta algumas das espécies de leguminosas mais utilizadas para a adubação verde e as condições de solo às quais são melhores adaptadas, considerando que, antes de qualquer implementação no campo de Araçás, é necessário conhecer as características do solo.

Quadro 1 – Espécies de leguminosas utilizadas na adubação verde, de acordo com as condições de solo

Nome científico	Nome comum	Condições
<i>Vigna unguiculata</i>	Caupi	Solos com umidade reduzida
<i>Clitoria ternatea</i>	Cunhã	Solos com umidade reduzida
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Feijão bravo do Ceará	Solos com umidade reduzida
<i>Cajanus cajan</i>	Guandu	Solos com umidade reduzida
<i>Acacia auriculiformis</i>	Acácia auriculada	Solos com umidade reduzida
<i>Acacia mangium</i>	Acácia	Solos com umidade reduzida
<i>Chamaecrista nictitans</i> var. <i>praetexta</i>	Parcazinho	Solos com umidade reduzida
<i>Erythrina fusca</i>	Mulungu	Solos com umidade reduzida
<i>Mimosa bimucronata</i>	Ingá	Solos com umidade reduzida
<i>Sesbania bispinosa</i>	Sesbania	Solos com umidade reduzida
<i>Sesbania grandiflora</i>	Não identificado nome comum	Solos com umidade reduzida
<i>Mucuna aferrima</i>	Mucuna preta	Solos com umidade e fertilidade reduzidas
<i>Arachis pintoi</i>	Amendoim forrageiro	Solos com fertilidade reduzida
<i>Crotalaria juncea</i>	Não identificado nome comum	Solos com fertilidade reduzida
<i>Pueraria phaseoloides</i>	Cudzu tropical	Solos com fertilidade reduzida
<i>Canavalia brasiliensis</i>	Feijão bravo do Ceará	Solos com fertilidade reduzida
<i>Canavalia ensiformis</i>	Feijão de porco	Solos com fertilidade reduzida
<i>Cajanus cajan</i>	Guandu	Solos com fertilidade reduzida
<i>Macroptilium atropurpureum</i>	Siratiro	Solos com fertilidade reduzida
<i>Calopogonium mucunoides</i>	Calopogônio	Solos com fertilidade reduzida
<i>Dolichos lablab</i>	Lab lab	Solos com fertilidade reduzida
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	Solos ácidos

Nome científico	Nome comum	Condições
<i>Glycine wightii</i>	Soja perene	Solos ácidos
<i>Prosopis cineraria</i>	Não identificado nome comum	Solos alcalinos

Fonte: Adaptado de Espindola, Almeida e Guerra (2004); Silva *et al.* (2007) e Pereira (2008).

De acordo com Pereira (2008), o consórcio de leguminosas com gramíneas pode aumentar o benefício em solos empobrecidos, vez que apresentam alta relação carbono/nitrogênio e se decompõem lentamente, auxiliando, dessa forma, na estabilização dos macroagregados do solo (SILVA, 2008). Dentro da família Poaceae, cabe destacar a espécie *Chrysopogon zizanioides*, capim vetiver para o controle da erosão e conservação de solos, por apresentar características importantes como um sistema radicular mais profundo, que evita a competição com outras espécies e pode suportar rachaduras no solo, bem como a presença de tubulações; alta tolerância às condições mais adversas, como secas prolongadas ou inundações, e aos diferentes tipos de solo, além do baixo custo de implantação; sementes estéreis, o que elimina a possibilidade de autopropagação e invasão de áreas indesejadas e; capacidade de absorção de nutrientes, além de contaminantes e metais pesados, podendo ser utilizada como fitorremediadora (COUTO *et al.*, 2010). Ademais, uma vez que as barreiras do vetiver reduzem o movimento da água, retendo o solo que foi removido de áreas superiores e diminuindo a taxa de erosão (CHOMCHALOW, 2003) e tal gramínea pode ser utilizada em consórcio com outras espécies agrícolas, onde auxilia na manutenção da umidade e ciclagem de nutrientes (TORRÃO *et al.*, 2011), sugere-se verificar a possibilidade de utilização da espécie citada no campo Araçás.

Torrão *et al.* (2011) avaliaram as possibilidades de uso do vetiver para o controle da erosão e sugerem o plantio da cultura em faixas, com nível de espaçamento entre 10 a 15cm entre plantas e no mínimo 1m entrelinhas, para a formação de uma barreira física que impede o deslocamento de camadas superficiais de terra, sendo eficaz no controle da erosão laminar. Ademais, os autores ressaltam outros usos para o capim vetiver, como excelente matéria prima para trabalhos artesanais, extração de óleo das raízes para uso medicinal, e aplicações na bioengenharia como produção de telhados e tijolos de adobe, sendo, portanto, uma espécie adequada para Saf.

Dentre as técnicas de Saf já existentes, o sistema multiestratos pode ser uma das principais técnicas para a proteção de solos erosivos, notadamente em regiões de clima tropical, por suportarem alta diversidade (CAMPELLO *et al.*, 2007). Chen (1993) afirma que maior eficiência no controle de erosão e escoamento superficial de água pode ser obtida em sistemas com diferentes estratos de cobertura vegetal, enquanto Young (1997) demonstrou

que a taxa de erosão em sistemas multiestratos pode ser considerada baixa, por apresentar perda menor que 10 kg/ha/ano.

Gomes (2006) discute que para a escolha adequada das espécies vegetais utilizadas na restauração de áreas degradadas, os levantamentos florísticos são imprescindíveis, porque informam sobre o nível de riqueza e importância relativa dos grupos potencialmente presentes. De acordo com Pereira (2008) a mistura de espécies, é essencial nas etapas de recuperação do solo, estabilização de taludes e proteção contra erosão. Porém, para se estabelecer quais espécies devem fazer parte da mistura, são necessários alguns critérios como tolerância, profundidade da raiz, ciclo de vida (Quadro 2), vez que nem todas as espécies plantadas germinarão ou crescerão no mesmo tempo (PEREIRA, 2008).

Quadro 2 – Critérios avaliados para seleção de espécies para o controle de erosão e áreas degradadas

Itens	Variáveis	Níveis		
		A	B	C
1	Objetivo	Segurança	Revegetar	Estético
2	Longevidade	Anual	Bianual	Perene
3	Proteção Requerida	Pequena	Parcial	Total
4	Tipo do Impacto	Desnuda	Degradada	Erodida
5	Tipo da Área	Alagada	Estável	Instável
6	Topografia	Plana	Inclinada	Muito inclinada
7	Fertilidade Natural	Baixa	Média	Estéril
8	Produção de Biomassa	Baixa	Média	Alta
9	Biodiversidade do Local	Não há	Baixa	Alta
10	Formação (tempo)	Curto	Médio	Longo prazo
11	Tolerância ao clima	Seca	Fogo	Alagamento
12	Tolerância edáfica	Acidez	Salinidade	Sombra
13	Toxidez do solo	Baixa	Média	Alta
14	Porte da Planta	Rasteiro	Médio	Alto
15	Profundidade das raízes	Rasa	Média	Profunda

Fonte: Pereira (2008).

Franco *et al.* (2002) compararam a variação da perda de solo em áreas cultivadas com Saf e em áreas com sistemas convencionais, com ocorrência de pastagem e produção de café, frequentemente em consórcio com feijão e/ou milho e constataram que as áreas de Saf apresentaram menor perda de solo, conseqüentemente, menor taxa de erosão, além de menor perda de nutrientes.

Outra contribuição trazida por Franco *et al.* (2002) refere-se ao nível de cobertura do solo, onde foi observado que o sombreamento causado pelas espécies arbóreas nos Saf promoveu uma incidência mais homogênea da água de chuva, que, ao ser interceptada pelas copas das árvores, cai no solo mais lentamente, além da grande adição de matéria orgânica no solo, pelas podas e quedas de folhas, o que proporcionou melhor infiltração e diminuição do escoamento superficial.

O presente trabalho tem demonstrado que a utilização do Saf pode ser uma técnica apropriada para a restauração das áreas degradadas no Campo de Araçás, notadamente o sistema multiestratos, por permitir uma maior diversidade e atender diferentes escalas de tempo e espaço entre as espécies vegetais utilizadas. Contudo, para a escolha adequada da técnica, é necessário que alguns parâmetros sejam analisados, a exemplo das condições edáficas e dos níveis de sucessão dos fragmentos existentes na região, informações sobre a composição, fenologia e fisiologia vegetal, além de conhecimento sobre a fauna existente, visando proporcionar condições de reestruturação dos fragmentos, além de conectividade entre as diversas áreas a serem recompostas.

A partir do que foi discutido, sugere-se desenvolver um plano de trabalho para o diagnóstico, recuperação e monitoramento da área em análise, com estudos básicos que caracterizem a área, as condições de solo e dos processos de manutenção da funcionalidade dos corpos aquáticos presentes, além da identificação da flora e das espécies-chave para a restauração, bem como dos dispersores e polinizadores. Além disso, considerando a susceptibilidade da área aos processos erosivos, sugere-se a quantificação da capacidade de infiltração do terreno e quantificação da perda de solo.

4 CONCLUSÕES

Com o presente estudo foi possível observar que a despeito da restauração não ser o objetivo real de um Saf, a utilização de técnicas de Saf como meio de restauração de áreas degradadas tem sido proposta por diversos autores, porque pode proporcionar à área uma reconstituição, utilizando espécies que otimizem a absorção de nutrientes, o aumento da biodiversidade e a sucessão ecológica da área. Em taludes, como algumas das áreas a serem restauradas no Campo de Araçás, Bahia, a utilização desse sistema permite o controle da erosão, um dos principais problemas enfrentados nesses ambientes, evitando o desgaste e assoreamento de regiões mais baixas, possibilitando a restauração da integridade ecológica em áreas degradadas pela exploração de petróleo. Contudo, a aplicação de Saf como estratégia de restauração ecológica ainda carece de mais estudos com aplicações práticas.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 50-59, 2008.
- ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.l.], no. 99, p. 15-27, 2003.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 120 p.
- _____. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: agropecuária, 2002. 200 p.
- ALVES, L. M. **Sistemas agroflorestais (Saf) na restauração de ambientes degradados**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Ecologia aplicada ao manejo e conservação dos recursos naturais) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.
- AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. In: KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2003. p. 333-340.
- AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, [S.l.], v. 12, n. 32, p. 105-110, 1998.
- ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, [S.l.], v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003.
- BALIEIRO, F. C.; TAVARES, S. R. L. Revegetação de áreas degradadas. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p. cap. 7.
- BARBOSA, E. M.; BARATA, M. M. L.; HACON, S. S. A saúde no licenciamento ambiental: uma proposta metodológica para a avaliação dos impactos da indústria de petróleo e gás. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.l.], v. 2, n. 17, p. 299-310, 2012.
- BAZZAZ, E. A.; PICKETT, S. T. A. Physiological ecology of tropical succession: A comparative review. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, [S.l.], v. 11, p. 287-310, 1980.
- BLINN, C. E. et al. Rebuilding the Brazilian rainforest: agroforestry strategies for secondary forest succession. **Applied Geography**, [S.l.], no. 43, p. 171-181, 2013.

- BRATTI, A. E. et al. **Levantamento de rizóbios em adubos verdes cultivados em sistema integrado de produção agroecológica (SIPA)**: documentos 204. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 21 p.
- CAMPELLO, E. F. C. et al. Sistemas agroflorestais na mata atlântica: a experiência da Embrapa agrobiologia. **Circular Técnica**, [S.l.], p. 1-7, 2007.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**: fundamentos. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 234 p.
- CARVALHO, P. A. S. **Taludes de rodovias**: orientações para diagnósticos e soluções de seus problemas. São Paulo: Instituto de Pesquisa tecnológica do Estado de São Paulo, 1991.
- CASTRO, D.; MELLO, R. S. P.; POESTER, G. C. (orgs.). **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse Coletivo de Comunicação, 2012. 60 p.
- CHEN, C. P. Pastures as the secondary component in tree-pasture systems. **Grasslands for our world**, [S.l.], p. 756-762, 1993.
- CHOMCHALOW, N. El Rol de Vetiver en controlar la cantidad de agua y en el tratamiento de la calidad del agua: una panorámica con especial referencia a Tailandia. **Boletín Vetiver**, [S.l.], n. 11. p. 1-24, 2003.
- COUTO, L. et al. Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no brasil. **Boletim Técnico [do] Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável**, [S.l.], n. 1, 2010. 118 p.
- DANIEL, O. et al. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 367-370, 1999.
- DA SILVA, I. M. et al. Recuperação, manejo e conservação de microbacias hidrográficas em Igarapé, Açú (PA): considerações sobre uso de Sistemas Agroflorestais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2008.
- DEITENBACH, A. (org.) et al. **Manual agroflorestal para a mata atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. 196 p.
- DIAS, D. M.; SANTOS, E. C.; GOMES, D. P. P. **Bioengenharia dos solos para estabilização de taludes aplicada nas indústrias nucleares do Brasil - INB**. São Paulo: Instituto de Engenharia, 2009. 13 p. Disponível em <<http://ie.org.br/site/ieadm/arquivos/arqnot6501.pdf>>. Acesso em: jun. 2013.
- ENGEL, V. L. **Introdução aos sistemas agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999. 70 p.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state Brazil. **Forest Ecology and Management**, [S.l.], n. 152, p. 169-181, 2001.

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

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**: documentos 174. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 24 p.

FISCHER, A.; VASSEUR, L. Smallholder perceptions of agroforestry projects in Panama. **Agroforestry Systems**, [S.l.], n. 54, p. 103-113, 2002.

_____. The crisis in shifting cultivation practices and the promise of agroforestry: a review of the Panamanian experience. **Biodiversity & Conservation**, [S.l.], n. 9, p. 739-756, 2000.

FRANCO, Fernando Silveira et al. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, [S.l.], v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

FREITAS, J. L. **Sistemas agroflorestais e sua utilização como instrumento de uso da terra**: o caso dos pequenos agricultores da Ilha de Santana, Amapá, Brasil. 2008. 247 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa, Amazônia Oriental, Belém, 2008.

FREITAS, V. L. O. **Restauração de áreas degradadas pela extração de ardósia, utilizando seus rejeitos, no município de Papagaio, Minas Gerais**. 2012. 116 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: CARGILL. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. [S.l.]: Fundação Cargill, 2007. p. 109-143.

GOMES, E. P. C. Florística e fitossociologia como ferramentas do processo de recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, Luiz Mauro (coord.). **Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo**: matas ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. 129 p.

GOOGLE MAPS. **Município de Entre Rios - Bahia, Brasil**. [S.l.], 2013. Disponível em: <<https://maps.google.com.br>>. Acesso em: jun. 2013.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994, 15 p.

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

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**, [S.l.], v. 12, n. 6, p. 570-575, 2008.

- HOLL, K. D. Tropical moist forest. In: DAVY, A. J.; PERROW, M. (eds). **Handbook of ecological restoration**. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2002. v. 2, p. 539-558.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (eds.). **Matas ciliares**. São Paulo: EDUSP, 2000.
- JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, [S.l.], n. 76, p. 1-10, 2009.
- LEWIS, L. **Soil bioengineering an alternative for roadside management**: a practical guide. San Dimas: United States Department of Agriculture, 2000. 44 p.
- MACEDO, R. L. G. Fundamentos básicos para implantação e manejo de sistemas agroflorestais. In: _____. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA: FAEPE, 2000. p. 5-35.
- MACEDO, R. L. G. et al. Caracterização e manejo dos principais sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris. In: MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. p. 90-137.
- MARTINS, Sebastião Venâncio. **Recuperação de matas ciliares**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2007. 255 p.
- MILLER, G. A method of establishing native vegetation on disturbed sites, consistent with the theory of nucleation. In: ANNUAL MEETING, CANADIAN LAND RECLAMATION ASSOCIATION, 3rd., 1978. **Proceedings...** Sudbury: Laurentian University, 1978. p. 322-327.
- MOLUA, Ernest L. The economics of tropical agroforestry systems: the case of agroforestry farms in Cameroon. **Forest Policy and Economics**, [S.l.], no. 7, p. 199-211, 2005.
- MONTAGINI, F. et al. Environmental services of native tree plantations and agroforestry systems in Central America. **Journal of Sustainable Forestry**, [S.l.], no. 21, p. 51-67, 2005.
- NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Wageningen: Kluwer Academic. 1993. 449 p.
- NEVES, Y. Y. B. **Características de diferentes sistemas de uso do solo em Cruzeiro do Sul, Acre**. 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Lavras, Lavras, 2013.
- OLIVEIRA, T. K. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de cerrado**. 2005. 164 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural**: um estudo de caso. 1999. 149 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2. ed. [S.l.: s.n.], 2008.

PINTO, G. M. **Bioengenharia de solos na estabilidade de taludes**: comparação com uma solução tradicional. 2009. 76 p. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

REIS, A.; ZAMBONIM, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão natural e as interações planta-animal. **Caderno**, [S.l.], n. 14, 1999. (Série Recuperação).

REIS, A. **Restauração ambiental sistêmica do laboratório de ecologia florestal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008. 110 p. Apostila.

ROBINSON, G. R.; HANDEL, S. N. Forest restoration on a closed landfill: rapid addition of new species by bird dispersal. **Conservation Biology**, [S.l.], v. 7, p. 271-278, 1993.

SANTOS, P. V. Impactos ambientais causados pela perfuração de petróleo. **Cadernos de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas**, [S.l.], v. 1, n. 15, p. 153-163, 2012.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL. **Primer on ecological restoration**. 2nd. version. [S.l.], 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org/docs/default-document-library/english.pdf>>. Acesso em: jun. 2013.

SILVA, F. C. **Métodos de semeadura e uso de mantas no controle de erosão em taludes de corte**. 2008. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SILVA, G. T. A. et al. **O papel da fixação biológica de nitrogênio na sustentabilidade de sistemas agroflorestais**: documentos 231. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 27 p.

SILVA, P. P. V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba/SP**. 2002. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SIMMONS, C. S.; WALKER, R. T.; WOOD, C. H. Tree planting by small producers in the tropics: a comparative study of Brail and Panama. **Agroforestry Systems**, [S.l.], no. 56, p. 89-105, 2002.

SOUZA, P. J. B.; LIMA, V. L. **Avaliação das técnicas de disposição de rejeitos da perfuração terrestre de poços de petróleo**. 2002. 38 p. Monografia (Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

SWINTON, S. M. et al. Ecosystem services from agriculture: looking beyond the usual suspects. **American Journal of Agricultural Economics**, [S.l.], no. 88, p. 1160-1166, 2006.

TORRÃO, R. B. A. et al. Cultivo do vetiver para controle da erosão. **Circular Técnica**, [S.l.], n. 31. p. 1-6, 2011.

VAZ, P. Sistemas agroflorestais como opção de manejo para microbacias. **Informe agropecuário**, [S.l.], v. 21, n. 207, p. 75-81, 2000.

VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. Agro-Successional restoration as a strategy to facilitate tropical forest recovery. **Restoration Ecology**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. 451-459, 2009.

XU, J. et al. **An agroforestry guide for field practitioners**. [S.l.]: World Agroforestry Centre, 2013. 63 p.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB International, 1991. 275 p. (ICRAF Science and Practice of Agroforestry, n. 4).

_____. **Agroforestry for soil management**. 2. ed. Wallingford: ICRAF and CAB International, 1997. 320 p.

YOUNG, T. P.; PETERSEN, D. A.; CLARY, J. J. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. **Ecology Letters**, [S.l.], no. 8, p. 662-673, 2005.