

TÉCNICAS PARA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR DO RIO
PARAÍBA DO SUL, NA REGIÃO NOROESTE FLUMINENSE

TIAGO JOSÉ FREITAS DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO – 2014

**TÉCNICAS PARA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR DO RIO
PARAÍBA DO SUL NA REGIÃO NOROESTE FLUMINENSE**

TIAGO JOSÉ FREITAS DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^a. Deborah Guerra Barroso

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2014

TÉCNICAS PARA RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR DO RIO
PARAÍBA DO SUL NA REGIÃO NOROESTE FLUMINENSE

TIAGO JOSÉ FREITAS DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 20 de Março de 2014

Comissão Examinadora

Dr. Alúísio Granato de Andrade (D.Sc., Ciência do Solo) – EMBRAPA

Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof^o. Marcelo Trindade Nascimento (D.Sc., Ecologia) – UENF

Prof^a. Deborah Guerra Barroso (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

Aos meus pais, Geraldo e Maria;

Aos meus irmãos, Matheus e Felipe;

À minha noiva, Camila;

Ao Tio Mingote. “Sentiremos saudade de todas as conversas jogadas fora, das descobertas que fizemos, dos sonhos que tivemos, dos tantos risos e momentos que compartilhamos. Obrigado “Nego”.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar “FORÇA e CORAGEM para lutar e mudar o que pode ser mudado, SERENIDADE para aceitar tudo que não podemos mudar e SABEDORIA para perceber a diferença”;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e ao Laboratório de Fitotecnia, pela oportunidade de realização deste curso;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pela concessão de bolsa de estudo e financiamento deste projeto;

À Professora Deborah, pela orientação, conhecimentos transmitidos e pela oportunidade de desenvolver este trabalho;

À Professora Luciana, pela coorientação e conhecimentos transmitidos;

Ao Dr. Alúcio Granato de Andrade, pela coorientação, oportunidade de desenvolver este trabalho, pelo apoio e conhecimentos transmitidos;

Aos professores das disciplinas cursadas, pela dedicação no ensino;

À coordenação do programa e seus funcionários pela dedicação e disponibilidade para esclarecer dúvidas;

Aos Professores e funcionários do Laboratório de Fitotecnia, pela ajuda nas pesquisas e apoio de sempre;

Ao LSOL 127, em especial à Andreia e ao Fernando, pelo apoio nas análises microbiológicas realizadas;

Ao Professor Silvio, pelo apoio, oportunidades, trabalhos desenvolvimentos e conhecimentos transmitidos;

Aos colegas de Pós-graduação do LFIT 115, pelo companheirismo e solidariedade;

Ao Leandro Hespanhol e demais funcionários da Ilha da UENF, peças-chave para o desenvolvimento deste trabalho, pelo apoio, trabalho, amizade e conhecimentos transmitidos;

À PESAGRO, Estação Experimental de Itaocara, pela colaboração inicial;

Ao Programa Rio Rural, pelo apoio no desenvolvimento das atividades;

Ao Dr. Mauri Lima, pelas contribuições na elaboração do projeto inicial;

Ao Ismael e Reynaldo, pela amizade, apoio nos trabalhos desenvolvidos e pelos momentos de descontração;

Aos meus Tio Silvério e Tia Inês, primos e primas, pela amizade, apoio, incentivo e que aqui em Campos me fizeram sentir em casa;

Ao Thiago Rodrigues, pela colaboração inicial;

Aos meus irmãos pela amizade, carinho, companheirismo e amor;

Aos meus pais, Geraldo e Maria, pela dedicação de pais, pelo apoio, amor, carinho e por acreditarem em mim em todos os momentos;

À minha noiva Camila, fundamental nessa conquista, pelo amor, carinho e amizade. Por acreditar em mim, por me ouvir e me ajudar a chegar até aqui.

À toda minha família de Viçosa, da Violeira, fundamental em minha vida;

À todos que estiveram ao meu lado nestes 2 anos em Campos, em Viçosa, daqui pra lá e de lá pra cá. Aos amigos de Viçosa e da UFV, aos amigos de Campos e da UENF. Muito obrigado a todos.

SUMÁRIO

	RESUMO.....	vii
	ABSTRACT.....	ix
1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	HIPÓTESES DO TRABALHO.....	4
3.	OBJETIVOS.....	5
3.1.	Objetivos Gerais.....	5
3.2.	Objetivos Específicos.....	5
4.	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1.	Matas Ciliares.....	6
4.1.1.	Características das Matas Ciliares	6
4.1.2.	Importância das Matas Ciliares.....	8
4.1.3.	Legislação e a recuperação das Matas Ciliares.....	9
4.2.	Técnicas para recuperação de Matas Ciliares degradadas.....	12
4.2.1.	Sistemas Agroflorestais.....	12
4.2.1.1.	Sistema Taungya.....	13
4.2.2.	Nucleação.....	17
4.2.3.	Regeneração Natural.....	20
4.2.4.	Plantio de espécies florestais.....	21
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1.	Local do Experimento.....	23
5.2.	Avaliação do banco de sementes.....	24

5.3.	Técnicas de revegetação.....	26
5.3.1.	Detalhamento dos tratamentos.....	29
5.3.2.	Implantação e manejo.....	32
5.4.	Coleta e análise dos dados.....	41
5.4.1.	Espécies Florestais.....	41
5.4.2.	Viabilidade econômica e espécie agrícolas.....	42
5.4.3.	Análises químicas e microbiológicas do solo.....	43
5.4.4.	Avaliação da regeneração natural	45
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
6.1.	Avaliação do banco de sementes do solo.....	47
6.2.	Avaliação das técnicas de recuperação de Matas Ciliares degradadas.....	54
6.2.1.	Espécies florestais em Plantio puro e em Taungya.....	54
6.2.1.1.	Sobrevivência.....	54
6.2.1.2.	Características dendrométricas.....	57
6.2.1.3.	Análise química do solo.....	66
6.2.2.	Avaliação entre os modelos de revegetação.....	69
6.2.2.1.	Análises microbiológicas.....	69
6.2.2.2.	Levantamento fitossociológico e regeneração natural.....	73
6.2.2.2.1.	Nucleação – Transposição do banco de sementes do solo.....	85
6.2.3.	Análise econômica.....	91
7.	RESUMO E CONCLUSÕES.....	102
8.	CONSIDERAÇÕES.....	104
	REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
	APÊNDICE.....	128

RESUMO

OLIVEIRA, TIAGO JOSÉ FREITAS, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2014. Técnicas para recuperação de mata ciliar do rio Paraíba do Sul na região Noroeste Fluminense. Orientadora: Prof^a. Deborah Guerra Barroso. Coorientadores: Dr. Aluísio Granato de Andrade e Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues.

A busca por alternativas para a recuperação de áreas ciliares, a partir de propostas metodológicas de baixo custo, com retorno financeiro, garantindo a recuperação a partir da integração entre preservação e a produção, é um importante estímulo para o trabalho junto aos produtores rurais. O objetivo deste trabalho foi avaliar e identificar técnicas de recuperação de áreas ciliares degradadas, em sua fase inicial, visando à adequação ambiental de propriedades rurais. A pesquisa foi realizada no município de Itaocara, região Noroeste do estado do Rio de Janeiro, no Campo Experimental da UENF, às margens do Rio Paraíba do Sul. Os modelos de revegetação testados foram: 1) Isolamento; 2) Plantio de espécies florestais nativas; 3) Sistema Agroflorestal Taungya; 4) Nucleação/Transposição do Banco de Sementes do Solo. Não houve influência dos sistemas de plantio convencional e do sistema Taungya no incremento relativo em altura e em diâmetro à altura do colo para a maioria das espécies arbóreas avaliadas, aos oito meses após o plantio. As espécies pioneiras apresentaram maior área de copa e consequente cobertura de área, em relação às espécies tardias, nos dois sistemas. O manejo adotado para o cultivo agrícola, nas entrelinhas do sistema Taungya, resultou em maior teor de

matéria orgânica, carbono, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Cu, bem como incremento na Soma de bases, Saturação por bases e CTC. Aos nove meses após implantação do experimento, houve incremento em número de bactérias em todos os tratamentos, exceto na área onde não houve intervenção (isolamento). O levantamento fitossociológico revelou a predominância de espécies herbáceas. A transposição do banco de sementes do solo como técnica nucleadora mostra-se promissora pela capacidade de introdução de espécies arbóreas e arbustivas, associada ao seu baixo custo. No sistema Taungya, a receita obtida a partir da produção agrícola no primeiro ano de implantação do experimento representou 13,26% do custo total de implantação do sistema.

Palavras-chave: Nucleação, Taungya, revegetação, área degradada.

ABSTRACT

OLIVEIRA, TIAGO JOSÉ FREITAS, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2014. Techniques to restore riparian forest of Paraíba do Sul River in Northwest Fluminense region. Advisor: Prof^a. Deborah Guerra Barroso. Co-advisor: Dr. Aluísio Granato de Andrade and Prof^a. Luciana Aparecida Rodrigues.

The search for alternatives for the restoration of riparian areas, from methodological proposals for low cost, with financial returns, ensuring recovery from the integration of conservation and production, is an important stimulus to work with rural producers. The objective of this study was to evaluate and identify techniques for recovering degraded riparian areas in its initial phase, aiming at environmental adaptation of farms. The research was conducted at Itaocara city, Northwest region of the Rio de Janeiro state, at the UENF Experimental Field, on the banks of the Rio Paraíba do Sul. The revegetation models tested were: 1) Insulation; 2) Planting of native species; 3) Agroforestry System Taungya; 4) Nucleation / Transposition of Soil Seed Bank. Had no influence of conventional planting and Taungya system on the relative height increment and stem diameter for most tree species evaluated, eight months after planting. The pioneer species had greater canopy area and consequent coverage area, compared to late species in both systems. The management adopted for agricultural cultivation between rows of Taungya system resulted in higher content of organic matter, carbon, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn and Cu, as well as an increase in the Sum of Bases, Bases Saturation and CTC. At nine months after establishment of the experiment,

there was increase of soil bacteria in all treatments, except in the area where was not realized intervention (isolation). The phytosociological survey revealed the predominance of herbaceous species. Transposition of the soil seed bank as nucleation technique shows promise for the ability to introduction of tree and shrub species, associated with its low cost. In Taungya system, the profit from agricultural production in the first year accounted for 13.26% of the total cost of deployment.

Keywords: Nucleation, Taungya, revegetation, degraded area.

1 INTRODUÇÃO

As matas que recobrem as margens de rios e suas nascentes, recebem o nome popular de Matas Ciliares. Segundo Martins (2001), diferentes termos têm sido utilizados para caracterizar a vegetação ciliar, dentre os quais citam-se Florestas Ripárias, Matas de Galeria e Florestas Beiradeiras. Essas formações são importantes na sustentação do regime hídrico da bacia hidrográfica, conservação da fauna e na estabilidade dos ambientes onde estão inseridas (Rodrigues et al., 2004). Esses ambientes, considerados Áreas de Preservação Permanentes (APP's), possuem inúmeras funções na dinâmica de uma bacia hidrográfica, sendo importantes para a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos nessas unidades da paisagem.

Ações que promovam a recuperação de Matas Ciliares degradadas são importantes, pois essas áreas, quando preservadas, mantêm a qualidade e o suprimento das águas e conferem estabilidade e proteção natural contra erosão e assoreamento das encostas. Essa vegetação, com características singulares, contribui como corredores para a fauna e ligação entre os fragmentos florestais, permitindo o fluxo gênico entre estes fragmentos, a partir do transporte de pólen e sementes, garantindo assim a sobrevivência das comunidades (Macedo, 1993; Yovena, et al., 2010).

Segundo a Lei de proteção da Vegetação Nativa:

“Matas Ciliares são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012),

A revegetação dessas áreas, quando impactadas, é considerada obrigatória em percentuais que variam conforme o tamanho de cada propriedade em que se insere. Para áreas rurais consolidadas até 22 de julho de 2008, é permitida a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural, sendo obrigatória a revegetação de faixa compatível com a extensão da propriedade.

Em pequenas propriedades é permitida a realização de atividades agrossilvipastoris, a partir do plantio intercalado de espécies lenhosas, perenes ou de ciclo longo, em até 50% da área total a ser recomposta (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) e ainda o cultivo de espécies herbáceas ou arbustivas exóticas de adubação verde ou espécies agrícolas exóticas ou nativas, até o 5º ano da implantação da atividade de recuperação, como estratégia de manutenção da área em recuperação (Resolução Nº 429 de 28 de fevereiro de 2011).

Entretanto, muitas vezes o cumprimento dessas exigências não alcança a efetiva reconstrução ou perpetuação de uma floresta com espécies nativas, muitas vezes por que os métodos empregados são inadequados ou simplesmente não são realizados.

A busca de alternativas para a revegetação, a partir de propostas metodológicas de baixo custo, que gerem renda, garantindo a preservação a partir da integração entre preservação e a produção, é uma importante ferramenta para o convencimento e facilitação do trabalho junto aos produtores rurais (Attanasio et al., 2006), bem como para o sucesso da prática.

Dentre as metodologias utilizadas nos projetos de recuperação de área degradadas encontram-se a regeneração natural, a nucleação, o plantio de mudas nativas (Kageyama e Gandara, 2004) e os Sistemas Agroflorestais (SAF's), legalmente incluídos como técnica para recuperação de áreas de preservação permanente e reserva legal.

As técnicas de nucleação têm por objetivo reiniciar a sucessão dentro de áreas degradadas, restabelecendo a biodiversidade de acordo com as

características da matriz vegetacional local. Essa metodologia consiste em uma ferramenta de baixo custo, pois é trabalhada a partir de processos sucessionais naturais, podendo assim, viabilizar pequenos projetos de recuperação das formações ciliares, ao mesmo tempo em que possibilita a manutenção das espécies regionais da mata ciliar (Reis et al., 2003; Reis e Kageyama, 2003),

A regeneração natural, assim como a nucleação, conta com processos sucessionais naturais e depende das características da matriz vegetacional local, sendo também considerada uma ferramenta de baixo custo. Por outro lado, trata-se de uma técnica de recuperação em longo prazo e dependente da resiliência local.

O plantio de mudas de espécies florestais nativas, apesar de mais oneroso, apresenta elevada eficiência na restauração, pois através do sombreamento, reduzem a competição com espécies invasoras herbáceas e gramíneas, favorecendo o desenvolvimento de espécies vegetais de outros níveis da sucessão e a atração de animais frugívoros de sementes (Cavalheiro et al., 2002).

O uso de SAFs como alternativa para a implantação ou manutenção da recuperação de formações ciliares, fazendo uso, temporariamente, do espaço entre as espécies florestais nativas para o plantio de culturas, como milho e feijão, pode reduzir os custos da implantação, por auxiliar no controle de plantas daninhas, e permitir o retorno econômico (Tavares, 2008). Espera-se ainda que as espécies florestais possam ser beneficiadas pelos tratamentos culturais dispensados às espécies agrícolas.

As vantagens e desvantagens de cada técnica podem ser uma questão regional, justificando a necessidade de avaliação de cada uma para regiões específicas. Sendo assim, o presente trabalho busca avaliar alternativas para consolidar a recuperação e uso de áreas de preservação permanente às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Para tal, serão testados modelos de revegetação de Matas Ciliares por plantio de mudas, consórcio agroflorestal, nucleação e regeneração natural, nos quais será avaliada a viabilidade técnica e econômica, pela velocidade de cobertura das áreas, velocidade de regeneração natural, interações entre os componentes dos sistemas e os efeitos dos mesmos sobre as características do solo.

2 HIPÓTESES DO TRABALHO

Os sistemas agroflorestais são efetivos na revegetação das áreas de mata ciliar, com amortização dos custos de implantação e geração de renda para os produtores rurais. Ao mesmo tempo, não interferem negativamente na recuperação ecológica e no que se refere ao crescimento das mudas de espécies arbóreas nativas, no desenvolvimento dos microrganismos ou na recuperação da fertilidade do solo.

A técnica de nucleação pela transposição de solo é efetiva, promovendo o reinício da sucessão dentro de áreas degradadas, restabelecendo a biodiversidade, de acordo com as características da matriz vegetacional local, a partir da introdução de novas espécies. Por ser uma técnica de baixo custo, poderá viabilizar pequenos projetos de recuperação das formações ciliares.

3 OBJETIVOS

3.1. Objetivos Gerais

Avaliar modelos de revegetação de Matas Ciliares por Sistemas Agroflorestais (Taungya), Plantio de espécies florestais, Nucleação e Regeneração natural.

3.2. Objetivos Específicos

Determinar a viabilidade técnica e econômica dos diferentes modelos na recuperação de Matas Ciliares degradadas do Rio Paraíba do Sul;

Avaliar a efetividade da nucleação pela transposição do banco de sementes do solo e da serapilheira sob vegetação natural, na revegetação de mata ciliar;

Avaliar os custos de implantação e manutenção inicial, a velocidade de cobertura e regeneração espontânea nos diferentes modelos;

Avaliar a produtividade das culturas agrícolas em consórcio com as espécies florestais no sistema *Taungya*;

Avaliar a sobrevivência e o crescimento das espécies florestais em sistemas puros e consorciados com culturas agrícolas.

4 REVISSÃO DE LITERATURA

4.1. Matas Ciliares

4.1.1. Características das Matas Ciliares

A legislação federal, no que diz respeito à Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que instituiu o Novo Código Florestal Brasileiro, define em seu Art. 3º, Inciso II, como Área de Preservação Permanente (APP), “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa”. Dentre essas áreas consideradas de preservação permanente, estão aquelas situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água, denominadas Matas Ciliares.

Estas formações são caracterizadas por apresentarem condições ecológicas heterogêneas, sendo suas características definidas por uma complexa interação de fatores dependentes das condições ambientais, da topografia e da tipologia florestal em que está inserida (Martins, 2001; Rodrigues e Leitão Filho, et al., 2004).

Segundo Rodrigues e Leitão Filho (2004), a heterogeneidade ambiental apresentada por estes ambientes define, muitas vezes, diferentes níveis fisionômicos, por isso, termos frequentemente usados para definir as formações ciliares buscar associar fisionomia vegetacional com a paisagem regional, resultando no uso de termos populares. Neste sentido, vários termos têm sido utilizados visando caracterizar a vegetação ciliar, ou buscando associá-la à fisionomia ou à paisagem regional (Martins, 2001). Dentre os termos, citam-se

Matas Ciliares, Florestas Ripárias, Matas de Galeria, Florestas Beiradeiras, dentre outros.

Mesmo com o emprego de diferentes terminologias, na prática e no que diz respeito aos trabalhos de recuperação e legislação, o termo Mata Ciliar é o mais empregado para designar este tipo de vegetação presente ao longo dos cursos d'água, o que independe da sua área, ocorrência e composição florística (Martins, 2001; Ab`Saber, 2004).

Outro aspecto importante no que diz respeito às Formações Ciliares, é sua composição florística que apresenta elevada diversidade em resposta à heterogeneidade ambiental estabelecida por diferenças na topografia, na idade da formação, nas características edáficas e na flutuação do lençol freático (Rodrigues e Leitão-Filho 2000). As diferenças topográficas, por exemplo, podem promover a variação florística uma vez que determinadas espécies ocorrem apenas em depressões e toleram longos períodos de alagamento. Já outras espécies, apenas em ambientes mais altos, sendo intolerantes ao alagamento (Bianchini, 2003).

Levantamentos fitossociológicos realizados em remanescentes florestais da bacia do rio Tibagi, Estado do Paraná, sul do Brasil, apresentaram maior diversidade de espécies quando comparados com levantamentos realizados em áreas sujeitas a inundações. Assim é possível dizer que o alagamento exerce influência sobre a diversidade de espécies, sendo que as espécies comuns em ambientes mais úmidos podem não ocorrer em áreas mais altas (Soares-silva *et al.*, 1992; Silva *et al.*, 1995; Dias *et al.*, 1998; Silva *et al.*, 1992).

O tipo de solo sob as Matas Ciliares é outra característica única destes ambientes. Segundo Jacomine (2004), seis principais tipos de solo sob Matas Ciliares em solos do Planalto Central brasileiro foram identificados: Organossolo, Gleissolo, Neossolo Quartzarênico hidromórfico, Plintossolo, Neossolo Flúvico e Cambissolo. Esse mesmo autor, afirma que, esses tipos de solos constituem um ecossistema frágil que se mantém sob sutil equilíbrio. Quando desmatados se tornam rapidamente vulneráveis à degradação e à erosão, podendo, em alguns casos, originar voçorocas e assoreamento dos cursos d'água.

4.1.2. Importância das Matas Ciliares

Por sua estratégica localização, essas matas podem ser utilizadas como corredores ecológicos por fazerem a ligação entre fragmentos florestais, favorecendo assim, a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético da flora e da fauna. Ao mesmo tempo, têm relação direta na manutenção da qualidade dos recursos hídricos e da água, pois são importantes para impedir e reduzir o assoreamento de corpos d'água ao impedir a erosão da borda, o solapamento das margens e o carregamento do material em suspensão para dentro destes (Crestana, 2004, Poletto et al., 2010). Além disso, controla o aporte de nutrientes, de produtos químicos tóxicos e de outros sedimentos aos cursos d'água, diminuindo a eutrofização das áreas, podendo também facilitar a infiltração da água das chuvas no solo (EMBRAPA, 2003).

De acordo com Piolli *et al.*, (2004), as margens dos rios são extremamente vulneráveis à erosão, o que pode causar danos gravíssimos, como assoreamento e perdas de solo para agricultura. O controle da erosão evita esse assoreamento e o carregamento de solo para o leito dos rios. Sendo que, uma área sem mata ciliar perde muito mais solo, como por exemplo, as áreas cobertas por pastagens, onde a perda de solo por erosão chega a ser 100 vezes maior do que em uma área com mata ciliar conservada (Damasceno, 2011).

Donadio et al. (2005) analisando a qualidade da água na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico sob diferentes características e uso do solo, e também sob presença/ausência de vegetação ciliar, concluíram que a vegetação ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos e que as características do solo e seus diferentes usos influenciam na qualidade da água das microbacias.

Arcova e Cicco (1999) avaliaram os fatores que influenciam a qualidade da água de duas microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica e de duas microbacias onde predominam atividades de agricultura e pecuária extensiva, na região de Cunha, no Estado de São Paulo. As microbacias com agricultura apresentaram valores de temperatura, turbidez e cor aparente da água superiores aos registrados nas microbacias florestadas. Segundo os autores, a ausência de Matas Ciliares nas microbacias com agricultura proporcionou o maior aquecimento das águas.

4.1.3. Legislação e a recuperação de Matas Ciliares

As Matas Ciliares sofrem pressão antrópica por diferentes fatores, como urbanização, construção de hidrelétricas, abertura de estradas em regiões com topografia acidentada e implantação de culturas agrícolas e de pastagem.

Em se tratando da implantação de culturas agrícolas e pastagem, a história da agricultura brasileira nos remete a uma busca pelo aumento da produção através da expansão das áreas utilizadas para o cultivo a partir da abertura de novas fronteiras. A falta de planejamento ambiental é uma das características desta expansão. Este planejamento possibilitaria a delimitação de áreas com potencial para produção agropecuária e agrícola e áreas que deveriam ser preservadas em função de suas características ambientais e legais (Rodrigues e Gandolfi, 2004). Sendo assim, historicamente, observa-se que muitas dessas áreas foram abandonadas ou hoje estão sendo subutilizadas.

A recuperação é descrita legalmente como restituição de um ecossistema degradado a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (Brasil, 2000).

Recuperar áreas degradadas a partir do plantio de espécies florestais nativas vem sendo alvo de trabalhos e pesquisas, devido à conscientização da sociedade quanto à necessidade de reverter o estado de degradação do meio ambiente e às exigências legais. A partir dos anos 90, foi observado que o número de iniciativas de recuperação de áreas degradadas sofreu um grande aumento, principalmente em áreas ciliares (Kageyama e Gandara, 2004). Reflexo das fiscalizações ou conscientização sobre a sua importância.

Segundo Rodrigues e Gandolfi (2004), a degradação e recuperação das formações ciliares devem ser discutidas a partir da sua inserção no contexto do uso e ocupação do solo brasileiro.

Sendo assim, a pesquisa tem avançado na busca por distintos modelos de implantação, a partir de diferentes densidades de plantios, seja de espécies pioneiras ou dos estágios mais avançados da sucessão, buscando aproximar a floresta implantada aos ecossistemas naturais. Uma grande mudança nos modelos de recuperação e restauração florestal foi a adoção de plantios mistos entre espécies pioneiras e não pioneiras, gerando sombreamento para as espécies dos estágios posteriores da sucessão (Kageyama e Gandara, 2004).

Para Martins (2007), o planejamento da recuperação de uma área ciliar em estado de degradação deve considerar a matriz vegetacional onde essa área se insere. Podendo este processo de recuperação se tornar rápido, lento, ou simplesmente não ocorrer, o que depende diretamente do tipo de degradação e do histórico de uso da área.

Mesmo que protegidas desde a década de 60, as APPs, principalmente as Matas Ciliares, não foram poupadas dos processos de degradação do solo, das águas e de outros danos ambientais.

A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, define as formações ciliares e aponta alternativas para o uso dessas áreas, sendo permitida a implantação de Sistemas Agroflorestais, em áreas já consolidadas, visando sua recuperação e, ao mesmo tempo, retorno econômico para produtores rurais. A IN nº 5 de 08 de setembro de 2009 do Ministério do Meio Ambiente permite a adoção destes sistemas na recuperação de áreas de preservação permanente e ainda define requisitos e procedimentos da implantação destes sistemas como indutor da recuperação de APPs em propriedades rurais para fins previstos na resolução Conama nº 369, de 28 de março de 2006.

A resolução do Conama nº 429 de 28 de fevereiro de 2011, que dispõe sobre metodologias de recuperação de APPs, admite o cultivo de espécies herbáceas ou arbustivas exóticas de adubação verde ou espécies agrícolas exóticas ou nativas, até o quinto ano da implantação da atividade de recuperação, como estratégia de manutenção da área em recuperação.

Apesar das legislações, observa-se uma crescente degradação das Matas Ciliares, na maioria das vezes provocada não somente pela necessidade de novas áreas para a produção agrícola, mas também pelo desrespeito ou ignorância para com as leis ambientais vigentes (Attanasio et al., 2006). Por isso, devido à tradição de uso intensivo do solo no passado e à dificuldade de imposição desse código, pouco era feito para verificar o uso dessas áreas (Catelani, et al., 2003). Entretanto, é observado a cada dia um esforço crescente para conscientização por parte da sociedade no que se refere à necessidade de preservação dos recursos naturais, e também para a recuperação das formações ciliares degradadas.

A recuperação de ambientes degradados é uma atividade muito antiga, sendo que sua existência pode ser comprovada pela história e exemplos de diferentes povos, épocas e regiões. No entanto, segundo Rodrigues e Gandolfi

(2004), esta era uma atividade que se caracterizava por não apresentar vínculos estreitos com as concepções teóricas, sendo desenvolvida apenas como uma prática de plantio de mudas.

Segundo Martins (2007), entende-se por recuperação o conjunto de ações necessárias para que uma área volte a estar apta para algum uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental. Por outro lado, restauração é definida como sendo a restituição de um ecossistema degradado, o mais próximo possível da sua condição original (Lei nº 9.985 de 18/07/2000).

Segundo Engel e Parrota (2003), a restauração busca criar comunidades viáveis, protegendo e fornecendo condições para a capacidade natural de mudança dos ecossistemas, além disso, é importante o conhecimento da área a ser recuperada, ou seja, qual o tipo de vegetação existente anterior à degradação, o fator de degradação e qual a situação atual da área. A partir dessas informações e de conhecimentos ecológicos, é possível propor ações que visem à restauração ou recuperação de um ecossistema degradado, até que este possa se autossustentar em longo prazo.

Entende-se que a recuperação de formações ciliares é uma das principais medidas para a conservação da natureza, entretanto, é um processo que apresenta alto custo financeiro e exige estudos que possam evitar possíveis erros que levem ao fracasso do plantio e ao prejuízo econômico (Rodrigues et al., 2007). Ao mesmo tempo, é uma atividade que sofre certa resistência por parte de produtores rurais, por não fazer parte das ocupações para as quais eles estão preparados (Daronco, et al., 2012).

Ainda que as formações ciliares apresentem importância ambiental e grande potencial econômico, existem barreiras culturais, normativas, técnicas e econômicas para que exigências legais sejam cumpridas. Sendo que no caso de pequenos produtores familiares, esse problema tende a se agravar, em razão da pouca disponibilidade de área para o cultivo e sobrevivência dos mesmos e sua família (Ramos Filho e Francisco, 2005). Sendo assim, a busca por soluções econômicas e práticas agrícolas que viabilizem e melhorem a condição de vida do produtor rural, à medida que colaborem com a preservação e recuperação de remanescentes florestais, é fundamental (Rodrigues et al., 2007).

4.2. Técnicas para recuperação de Matas Ciliares degradadas

Dentre as metodologias utilizadas nos projetos de recuperação de áreas degradadas, principalmente em áreas ciliares, encontram-se a regeneração natural, nucleação, o plantio de mudas nativas, a semeadura direta e o enriquecimento de formações secundárias (Kageyama e Gandara, 2004). E atualmente, os sistemas agroflorestais, legalmente incluídos como técnica para recuperação em algumas situações.

4.2.1. Sistemas Agroflorestais

As combinações agroflorestais podem representar uma alternativa de estímulo econômico à recuperação de Matas Ciliares. Pois permitem o cultivo de espécies agrícolas em consórcio, mesmo que apenas na fase de implantação da floresta, fazendo da recuperação uma atividade mais atrativa financeiramente para o agricultor (Durigan, 1999).

A integração entre espécies arbóreas e culturas agrícolas não visa somente à produção, mas também à melhoria na qualidade dos recursos ambientais, graças às interações ecológicas e econômicas que acontecem nesse processo, uma vez que a presença e o manejo de espécies agrícolas podem acelerar o crescimento das espécies arbóreas e arbustivas.

Potencializar a produtividade e o retorno econômico por unidade de área em um determinado período de tempo é tido como um dos principais objetivos do plantio consorciado entre espécies florestais e cultivos agrícolas (Ehiagbonare, 2006).

Rodrigues et al., (2007), avaliando sistemas agroflorestais, a partir do consórcio entre floresta e agricultura, na recuperação de 27,5 hectares de reserva legal em propriedades rurais no Pontal do Paranapanema, concluíram que a maior ou menor viabilidade econômica destes sistemas na recuperação dessas áreas, dependem de um manejo mais intenso para produção agrícola e de preços satisfatórios para venda no mercado.

Daronco et al., (2012), concluíram que o impacto econômico da consorciação entre espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) para revegetação de mata ciliar foi positivo,

pois os custos com a implantação do reflorestamento consorciado puderam ser, em parte, abatidos com a receita gerada pela exploração da mandioca. A receita obtida a partir do primeiro ciclo de cultivo foi suficiente para amortizar 32% do custo total do sistema consorciado. Sendo assim, o hectare de floresta restaurada, utilizando-se a consorciação, foi 19% menor que o custo de restauração em sistema de plantio convencional com mudas de espécies arbóreas, sem consorciação.

Sendo assim, os SAFs podem ser uma estratégia para contribuir com a recuperação de áreas de preservação permanente degradadas e paisagens fragmentadas pelas atividades agropecuárias, bem como na recuperação dos ecossistemas ciliares também degradados, uma vez que têm como objetivo aliar agricultura e a floresta numa tentativa de gerar renda, produzir alimentos e recompor ambientes naturais, surgindo como capazes de melhorar as condições atuais, podendo fornecer bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade.

Ao mesmo tempo trazem condições para que os produtores rurais possam adotar tecnologias simples e de baixo custo, apropriadas para o uso e a conservação do solo, e que possam, ao mesmo tempo, garantir um nível de renda compatível ao investimento requerido para a recuperação de terras degradadas (Macedo, 1992).

São sistemas que se caracterizam pela existência de interações ecológicas e econômicas entre seus componentes, apostando na combinação entre árvores, arbustos, culturas agrícolas e, ou, animais, com enfoque no sistema como um todo, e não nos produtos a serem obtidos (Viana, 1992). Podendo ainda fornecer bens e serviços integrados a outras atividades produtivas da propriedade, como: cercas-vivas, para delimitação de propriedades; sombra para culturas e animais; e produção de adubos verdes, lenha, madeira, forragem, produtos medicinais, alimentos, entre outros. Buscando um desenvolvimento rural adequado a partir de uma nova perspectiva de modelo de uso da terra (Franco, 2000).

4.2.1.1. Sistema “Taungya”

Classificada como prática agroflorestal, o sistema denominado Taungya (Vergara, 1990; Dubois, 2008) quando comparado com o sistema tradicional de cultivo, apresenta melhores resultados dos pontos de vista econômico, social e

ambiental. A partir de sua adoção é possível reduzir custos com tratos culturais, auxiliar no controle da erosão, da luminosidade e aumentar a concentração de matéria orgânica do solo, gerando assim sustentabilidade para o sistema e, ao mesmo tempo, possibilitando renda a médio e em longo prazo (Varella, 2003). Segundo Nair (1993), o Taungya, consiste no consórcio entre árvores e culturas agrícolas por curto período de tempo, no qual as culturas agrícolas permanecem no sítio até que o sombreamento das copas das árvores permita a produção.

O termo Taungya, também conhecido como cultivo de encostas, é originário da Birmânia. Este foi, inicialmente, empregado na caracterização do plantio de árvores em áreas de agricultura migratória. Atualmente, é usado para designar combinações de cultivos durante as primeiras fases de estabelecimento de plantios de árvores, onde o objetivo principal é a produção de madeira ou a recuperação florestal. É um sistema recomendado para pequenos agricultores, que necessitam reduzir os custos de estabelecimento e de manutenção em terrenos com vocação florestal (Beer et al., 1994).

Para estes sistemas integrados, o retorno econômico será sempre mais rápido devido à safra da cultura anual ou das culturas agrícolas perenes. Aliado a este retorno econômico tem-se ainda os benefícios à cultura florestal, tais como a melhoria da fertilidade do solo da área cultivada, gerados pelos tratos culturais realizados para a cultura anual. Assim, esse sistema apresenta vantagens sócio-econômicas e biológicas em relação ao cultivo tradicional em monocultivo (Santos et al., 2000). Ao mesmo, a diversificação da produção proporciona aos produtores rurais estabilidade econômica, que faz destes sistemas uma alternativa promissora (Pereira et al., 2000).

Por outro lado, algumas desvantagens devem ser consideradas, tais como maior dificuldade ou até mesmo impossibilidade de mecanização das atividades, maior concorrência para obtenção de luz, água e nutrientes, em razão da alta densidade de plantio das espécies componentes do sistema, dimensionamento adequado do tamanho da área para otimização da utilização da mão-de-obra durante todo o ciclo de operações do sistema, necessidade de supervisão mais atenta e quase permanente por parte do proprietário rural. Por isso, é fundamental uma investigação prévia para a escolha das espécies florestais e agrícolas a serem utilizadas.

Dentre as diferentes alterações biológicas possíveis neste sistema, as variáveis microclimáticas são de grande importância e interferem significativamente sob os componentes do mesmo. Segundo Porfírio, S. V. (1998) a presença da espécie arbórea *Grevillea robusta*, em pastagens da região noroeste do Paraná, diminuiu o saldo de radiação disponível aos processos do meio, promoveu menor fluxo de radiação fotossinteticamente ativa. Sendo assim, os resultados obtidos sugerem ainda que o sistema estudado é mais vantajoso do que o sistema convencional de pastagens a céu aberto.

Marin et al. (2006) observaram que proximidade da *Gliricidia sepium* aumentou significativamente os teores de matéria orgânica leve, P disponível e K extraível do solo quando avaliaram o efeito da *Gliricidia sepium* sobre o teor de nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. Estes autores observaram ainda que a *Gliricidia sepium* provocou uma diminuição significativa da umidade do solo até distâncias de 1 m das árvores em relação à posição a 3 m das árvores. As temperaturas máximas do ar e do solo foram menores sob a projeção das copas de *Gliricidia sepium* do que a 1 e 3 m de distância. E observaram ainda, que a produção de grãos e palha do milho foi maior nas posições mais próximas das fileiras das árvores e diminuiu gradativamente com o aumento da distância das árvores.

Vieira, et al. (2003), em experimento realizado na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, com sistema agroflorestal de erva-mate e araucária (SAF) comparando com o sistema de monocultivo (PS), concluíram que os efeitos microclimáticos proporcionados pelo sistema integrado influenciaram o crescimento das plantas de erva-mate independente do seu estágio de desenvolvimento. Segundo os autores, a presença da araucária pode propiciar níveis distintos de luz no ambiente de produção da erva-mate e esta condição gerar alterações na disponibilidade de água no solo para a planta. A interação dos fatores luz e água no solo pode ter contribuído para a variação do número de folhas/planta e, conseqüentemente, sua produção. Os maiores valores de produção de fitomassa observados não corresponderam aos tratamentos que apresentaram os valores máximos de área foliar.

Varella (2003) observou que do ponto de vista econômico o sistema Taungya apresenta uma margem bruta anual de 4,5 vezes maior do que o da roça tradicional. Do ponto de vista social, verifica-se uma significativa vantagem do

Taungya que mostra uma capacidade de geração de emprego cerca de 20 vezes superior ao da roça tradicional. Os resultados obtidos demonstraram que o sistema Taungya, por incrementar a biodiversidade a médio e longo prazo, tende a apresentar uma produtividade maior que o sistema puro de roça, sendo assim um instrumento potencial na melhoria dos aspectos ambientais. Para os produtores da região. Isso se deve, em grande parte, ao aumento da ação da diversidade. Enquanto o produtor, no sistema tradicional produz apenas quatro espécies (arroz, milho, feijão e Mandioca), no sistema Taungya, na mesma área se obtém uma variedade de produtos que são por ele consumidos e comercializados, garantindo o seu sustento, renda adicional, maior ocupação produtiva e aumento da biodiversidade e produtividade.

A escolha das espécies, para produção simultânea e economicamente viável, é um fator importante para o sucesso do sistema Taungya. A escolha dos componentes desses sistemas, bem como a determinação das combinações mais adequadas, deve ser criteriosa, pois os efeitos interativos e de convivência aparecem com o tempo e podem ser acumulativos. A escolha das espécies arbóreas deve atender, dentre os fatores, à finalidade e adaptação climática regional. Já para as espécies agrícolas, além dos aspectos de adaptação climática regional e de mercado, devem ser evitadas espécies que concorram com as espécies arbóreas (Venturin, 2010).

Para Nair (1980), a escolha final das espécies e componentes deste sistema de cultivo dependerá também do hábito agrícola e alimentar do produtor rural e das condições socioeconômicas locais, bem como das condições climáticas da região, da natureza da espécie e do nível de manejo a ser adotado.

Ainda no que se refere à escolha das espécies agrícolas, Alvarenga et al., (2006) afirmam que se trata de um dos passos mais importantes para a implantação deste sistema de produção. Sendo que estas culturas devem apresentar versatilidade no seu uso, mercado para os produtos, adaptação às condições edafoclimáticas e bons resultados em consorciações. Por estas características, o feijão é muito utilizado nos consórcios culturais. Além de se tratar de uma cultura de ciclo curto, muito competitiva pelo seu rápido acúmulo de biomassa, é semeada em diferentes épocas do ano e possui crescimento rápido realizando assim a cobertura do solo com suas folhas (Carvalho, 2009). Por sua vez, o milho também tem sido muito utilizado nestes sistemas de produção. Cultura de ciclo curto que

apresenta grande consumo popular e de elevada participação na produção de leite, carne e derivados.

Para Da Croce (1992), além da rentabilidade econômica, o cultivo do feijão e do milho nas entrelinhas das espécies florestais contribui com a cobertura do solo, com a operação comum da eliminação das plantas indesejáveis e daninhas e se beneficiam da adubação realizada nas culturas anuais.

Em se tratando da cultura florestal, esta pode favorecer a disponibilidade de nutrientes, por meio de sua liberação, a partir dos resíduos orgânicos reciclados, favorecendo as outras culturas no sistema (Mendonça et al., 2001). O sombreamento proporcionado pelas árvores reflete principalmente sobre as temperaturas da superfície do solo, provocando diminuição significativa destas (Ribaski, et al., 2005).

4.2.2. Nucleação

As técnicas de nucleação objetivam reiniciar a sucessão dentro de áreas degradadas, restabelecendo a biodiversidade de acordo com as características da matriz vegetacional local. Ao mesmo tempo, proporciona o aumento das interações entre as espécies envolvidas no processo. Consiste em uma ferramenta de baixo custo, pois é trabalhada a partir de processos sucessionais naturais, podendo assim, viabilizar pequenos projetos de recuperação das formações ciliares (Reis et al., 2003; REIS e Kageyama, 2003).

Para criar ambientes favoráveis à sucessão, a nucleação apresenta como proposta, a criação de pequenos *habitats* (núcleos) dentro da área degradada, buscando favorecer a heterogeneidade ambiental. Esses núcleos buscam facilitar o processo de entrada de novas espécies dos fragmentos vizinhos, do banco de sementes local, podendo ainda, facilitar a formação de novos núcleos ao longo do processo de sucessão. Por gerar uma conectividade na paisagem, formar novas populações e nicho de regeneração, a nucleação é uma importante ferramenta para a recuperação de áreas degradadas (Sant'anna, et al., 2011).

Os principais sistemas de nucleação são os poleiros artificiais, a transposição do solo, transposição de galharia, transposição de chuva de sementes e o plantio de mudas nativas em grupos.

Transpor porções de solo não degradado representa uma grande probabilidade de recolonizar área em recuperação com microorganismos, sementes e propágulos de espécies vegetais pioneiras (Reis et al., 2003). Segundo Martins (2007), a transposição dessas porções de solo pode ser uma alternativa viável para acelerar a sucessão em áreas degradadas. Isso porque, na camada de restos vegetais e de solo superficial de um fragmento florestal são encontrados nutrientes, matéria orgânica, microorganismos e ainda sementes de diferentes espécies, o que pode favorecer a recuperação da fertilidade e da atividade biológica destes solos. Contudo, ainda não está definido na literatura qual melhor componente do banco de sementes a ser transposto. Isso porque a serapilheira e o solo superficial apresentam diferenças relevantes em sua composição e na densidade de sementes (Rodrigues, et al. ,2010).

Buscando avaliar a viabilidade da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de áreas degradadas, Rodrigues et al. (2010), coletaram amostras de 1x1 m de serapilheira e de solo superficial em um fragmento de floresta estacional semidecidual secundária. Após a coleta, depositaram as amostras em canteiros, nos quais o solo superficial (10 cm) foi previamente retirado no Viveiro de Pesquisas da UFV. Foram comparados três tratamentos e uma testemunha, com cinco repetições cada, totalizando 20 amostras. Foi testada a transposição apenas da serapilheira, apenas o banco de sementes com o solo e a serapilheira juntamente com o banco de sementes com o solo. Durante um período de seis meses, foram registrados 327 indivíduos de espécies arbustivo-arbóreas e 864 de espécies herbáceas. Concluíram que a transposição do banco de sementes é uma metodologia promissora para estimular a restauração florestal em áreas degradadas, sendo mais eficiente quando se utiliza o solo superficial juntamente com a camada de serapilheira.

Por sua vez, Souza et al., (2006), avaliando o banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando à recuperação de áreas degradadas, concluíram que a serapilheira apresenta razoável potencial para a recuperação de áreas degradadas, dependendo das condições climáticas, edáficas e do manejo adequando. No entanto, afirmam que a recuperação de áreas degradadas não pode ser fundamentada apenas no banco de sementes disponível, uma vez que muitas espécies não possuem representantes no banco, como as

espécies não pioneiras. Considerando que água é um fator determinante no estabelecimento de uma planta e que o impacto da deficiência hídrica, após a germinação, é uma das maiores limitações para o estabelecimento das espécies. Os autores concluíram, ainda, que o fator irrigação foi decisivo no presente trabalho, uma vez que o tratamento irrigado foi muito superior aos demais tratamentos que não foram irrigados, em relação ao número total de indivíduos germinados e o crescimento e desenvolvimento dos mesmos.

Vieira (2004), em trabalho com transposição de solo como técnica nucleadora de restauração em ambiente de restinga, observou que a técnica apresentou potencialidade para a restauração ambiental, permitindo a conexão da área degradada com os fragmentos próximos, uma vez que a transposição de solo na restinga demonstrou o potencial desta técnica como fonte de sementes para a recomposição do banco com sementes de espécies nativas e, conseqüentemente, a restauração da área. As espécies representaram diferentes formas de vida, síndromes de polinização e dispersão, além de expressiva quantidade de espécies nativas (81%).

Neto, M. A. et al., (2010), comparando a transposição do banco de sementes do solo de dois estádios sucessionais (floresta secundária inicial - Fi e floresta madura - Fm) de Floresta Estacional Semidecidual para um trecho de pastagem abandonada de *Melinis minutiflora* P. Beauv., concluíram que é recomendável e viável a adoção da técnica de transposição do banco de sementes como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada, devendo o banco ser coletado, preferencialmente, em florestas secundárias em estágio sucessional inicial. Os autores registraram no período de maio de 2008 a fevereiro de 2009, 231 indivíduos, distribuídos em 13 famílias, 17 gêneros e 22 espécies. As espécies mais abundantes foram a *Vernonia polyanthes*, com 108 indivíduos; e *Senna multijuga*, com 39. As diferenças de riqueza e densidade entre os bancos de sementes oriundos dos dois trechos sucessionais foram significativas a 1% de probabilidade, sendo a maior densidade encontrada no banco de sementes do solo procedente do trecho Fi.

4.2.3. Regeneração Natural

A regeneração natural da vegetação é um processo característico de cada espécie e está diretamente relacionado com as condições ambientais e do meio, é o procedimento de menor custo. No Brasil, são raros os ambientes que não podem ser recuperados pela dinâmica natural da vegetação. O que pode variar é o tempo necessário para essa recuperação. Sendo assim, antes do início de qualquer processo de recuperação de áreas degradadas, faz-se necessário conhecer as causas e o nível da degradação (Seitz, 1994).

A regeneração natural em áreas degradadas é uma sucessão secundária, que apresenta uma dinâmica bem definida, tanto no papel de cada espécie, como no tempo de cada fase da regeneração. É possível acelerar o processo, a partir da implantação de uma regeneração artificial, com seus diferentes graus de interferência no processo natural (Seitz, 1994; Kageyama, 1990).

A partir desse processo natural, as florestas podem recuperar-se de distúrbios naturais ou antrópicos. Ou seja, quando uma determinada área de floresta sofre um distúrbio (abertura natural de uma clareira, desmatamento, incêndio, dentre outros) a sucessão se encarrega de iniciar a colonização da área e conduzir a vegetação através de uma série de estágios, caracterizados por grupos de plantas e modificações nas condições ecológicas locais até chegar a uma comunidade bem estruturada e mais estável (Pinto, 2003).

A sucessão secundária depende de uma série de fatores como a presença de vegetação remanescente, o banco de sementes no solo, a rebrota de espécies arbustivo-arbóreas, a proximidade de fontes de sementes e a intensidade e a duração do distúrbio. Assim, cada área degradada apresentará sua dinâmica sucessional. Em áreas onde a degradação não foi intensa, a regeneração natural pode ser suficiente para a restauração florestal. Nestes casos, torna-se imprescindível eliminar o fator de degradação, ou seja, isolar a área e não praticar qualquer atividade de cultivo (Martins, 2001).

Em alguns casos, a ocorrência de espécies invasoras, principalmente gramíneas exóticas como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) e trepadeiras, pode inibir a regeneração natural das espécies arbóreas. Nestas situações, é recomendado uma intervenção no sentido de controlar as populações de invasoras agressivas e estimular a regeneração natural (Martins, 2001).

A regeneração natural tende a ser a forma de restauração de mata ciliar de menor custo, no entanto, é um processo lento. Se o objetivo é formar uma floresta em área ciliar, num tempo relativamente curto, visando a proteção do solo e do curso d'água, determinadas técnicas que acelerem a sucessão devem ser adotadas. Essas técnicas devem ser adotadas em áreas pouco perturbadas, sendo que o seu desenvolvimento acontece através da germinação natural de sementes e por brotamento espontâneo de tocos e raízes (Botelho e Davide, 2002; Botelho, 2003). Esses autores, afirmam também que a técnica de recuperação natural da vegetação é o método mais econômico para restauração de ambientes degradados. Isso por que na condução da regeneração natural, emprega-se menos mão-de-obra e insumos em comparação com as outras técnicas de recuperação, podendo, dessa forma, reduzir de forma significativa o custo na recuperação de áreas perturbadas, principalmente áreas de médio e grande porte.

Fatores como a presença de plântulas, brotações, banco de sementes presentes no solo e sementes de áreas vizinhas, juntamente com o tipo de impacto ambiental identificado, são fatores determinantes na velocidade e direção do processo de regeneração natural (Alvarenga et al., 2006).

4.2.4. Plantio de espécies florestais

Trata-se do método mais antigo de recuperação de florestas e áreas degradadas. Este pode ter um papel importante na conservação da biodiversidade, desde que se busque estabelecer as populações representativas da vegetação da região do plantio. Segundo Castro (2012), o plantio biodiverso, tanto no número de espécies e formas de vida quanto na diversidade genética destas espécies, favorece o restabelecimento de florestas.

Apesar de ser uma forma mais onerosa de restauração de áreas degradadas, o plantio de mudas de espécies nativas de rápido crescimento é muito eficiente na restauração. Este processo, com o passar do tempo, proporciona também o desenvolvimento de espécies vegetais de outros níveis de sucessão e a atração de animais frugívoros dispersores de sementes. Pelo alto índice de sucesso dessa técnica, cerca de um a dois anos após o plantio, têm-se áreas onde espécies arbóreas venceram a competição com espécies invasoras herbáceas e gramíneas, através do sombreamento (Cavalheiro et al., 2002).

Este método é muito adotado em ambientes onde a formação florestal foi parcialmente ou totalmente destruída e substituída por atividades agrícolas e pecuárias, ou seja, é indicado para áreas onde a vegetação natural em torno do local a ser recuperada está bastante comprometida ou já não existe, tendo por finalidade a recuperação dos processos ecológicos originais (Ignácio et al., 2007).

O plantio direto de mudas apresenta como vantagem o desenvolvimento de cobertura vegetal sobre o solo, após o desenvolvimento das espécies pioneiras, o que contribui para atração de animais dispersores de sementes, como aves e roedores, responsáveis por acelerar o processo de sucessão vegetal e a recuperação das áreas degradadas ao longo dos anos (Rodrigues et al., 2009).

O processo de produção e de plantio de mudas apresenta grande influência sobre o sucesso do reflorestamento, mas há outros fatores importantes para que se alcance o objetivo esperado. Após o plantio das mudas, deve ocorrer uma avaliação periódica sobre o desenvolvimento das espécies plantadas, para a identificação de eventuais perturbações, para a definição das medidas de manejo, avaliar a necessidade de um replantio e avaliação dos métodos aplicados na recuperação, tendo como finalidade, o aprimoramento científico acerca dos métodos de recuperação (Trindade e Schulz, 2009).

Segundo Ribeiro et al (2012), apesar de ser umas das técnicas mais custosas, o plantio de mudas é o mais usado na recuperação de áreas degradadas, principalmente por apresentar resultados mais rápidos em relação às outras técnicas. Mas, para que se alcance bons resultados é necessário que se faça estudos prévios da vegetação arbórea do local e da composição edáfica, esses cuidados se aplica a todas as outras técnicas de recuperação.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da UENF, em Itaocara, RJ. O município de Itaocara, localizado na região Noroeste Fluminense, nas coordenadas 21°40'09"S e 42°04'34"W, possui altitude em torno de 60 metros, clima tropical seco (Aw), relacionado com a vegetação de Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). A área experimental está localizada a 30 metros da margem do Rio Paraíba do Sul e o seu encontro com o Rio Pomba, trata-se de uma área ocupada por uma pastagem degradada, formada principalmente por gramíneas e arbustos de pequeno porte, estabelecidas há pelo menos 10 anos. Foi utilizada uma faixa marginal de 190 metros, partindo da margem direita do Rio Paraíba do Sul. A temperatura média anual varia entre 23 e 25°C e a precipitação pluviométrica é de 1000 a 1200 mm anuais, concentrados nos períodos de outubro-novembro a março-abril. A precipitação pluviométrica referente ao período entre a implantação e a avaliação das técnicas de recuperação de Matas Ciliares, pode ser observada na figura 1.

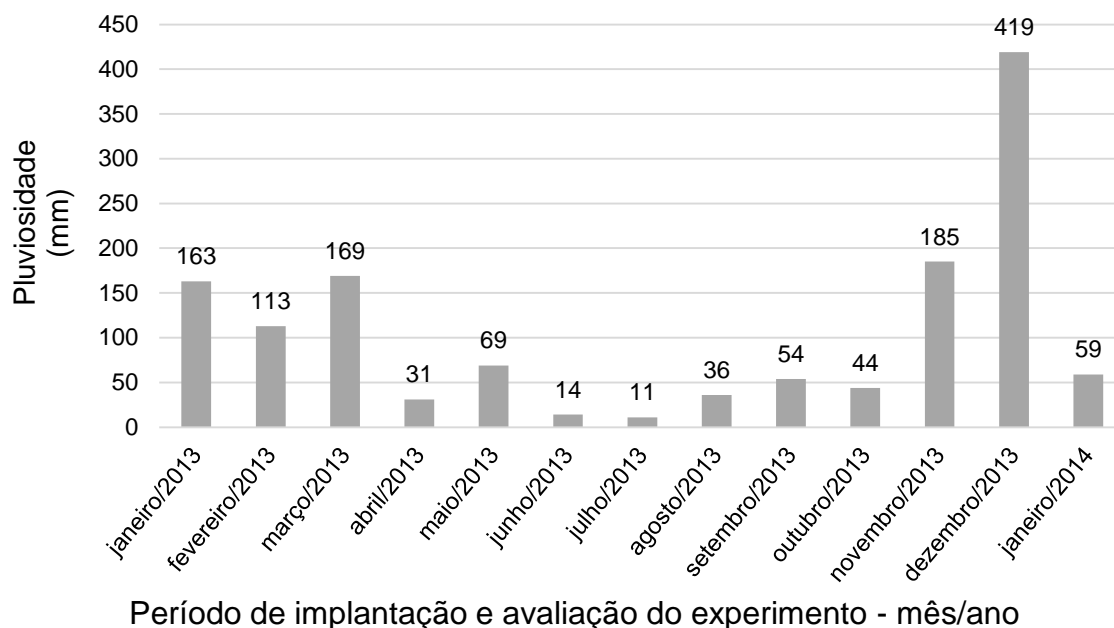


Figura 1. Precipitação pluviométrica ao longo do primeiro ano de implantação e avaliação do experimento às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Fonte: PESAGRO, RJ. Estação Experimental de Itaocara.

5.2. Avaliação do banco de sementes

Para avaliação do potencial do solo superficial e da serapilheira no fornecimento de propágulos para nucleação e caracterização quantitativa e qualitativa, foi realizada amostragem da camada superficial do solo em, com e sem a presença da serapilheira, em formação ciliar local com vegetação secundária em estágio médio de regeneração (CONAMA 1994), na mesma microbacia hidrográfica da implantação do experimento.

Conforme metodologia adotada por Braga et al., (2008); Martins et al., (2008); Martins, (2009), a coleta das amostras foi realizada em um trecho de fragmento florestal localizado no Campo Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO – Rio), no município de Itaocara (coordenadas geográficas: 21°40'09"S e 42°04'34"W; 60 m de altitude). Foram coletadas a 5 cm de profundidade 15 amostras de solo (S) e 15 amostras de solo + serapilheira (S+SE), com o auxílio de um gabarito de 25 x 25 cm (0,0625 m²).

Foram coletadas três amostras do solo, com e sem serapilheira, a cada 10 m de distância do rio, em cinco pontos, sendo o gabarito lançado de forma aleatória, totalizando uma distância de 50 m das margens do rio. O material foi coletado e acomodado em sacos de papel contendo a identificação de cada amostra.

As amostras foram colocadas em bandejas plásticas de 25 x 25 x 9 cm, sendo 15 parcelas com o solo (Tratamento 1, designado por S) e 15 com o solo + serapilheira (Tratamento 2, designado por S+SP). As bandejas foram dispostas em casa de vegetação coberta com sombrite (30% e plástico de 150µm), localizada na Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (21°44'47" S e 41°18'24" W e 10 m de altitude) sobre bancadas com 1 m de altura. Durante o período de avaliação, as condições de temperatura e dentro da casa de vegetação foram diariamente monitoradas e encontram-se na Figura 2.

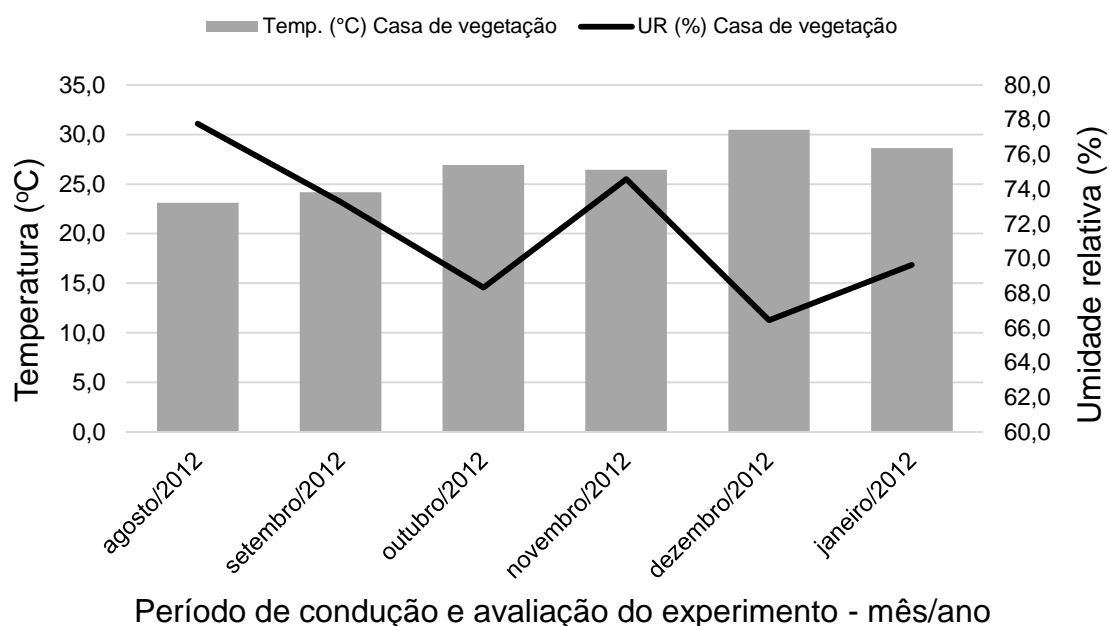


Figura 2. Dados de Temperatura (°C) e Umidade Relativa do ar (%), na casa de vegetação, durante o período experimental de setembro a dezembro de 2012, realizado na Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (21°44'47" S e 41°18'24" W e 10 m de altitude). Dados registrados por Termo higrômetro – HOBO, instalado no local do experimento.

No que se refere ao fluxo de fótons fotossintéticos (FFF) dentro das casas de vegetação onde o experimento foi realizado, Silva et al. (2013), avaliando os efeitos fisiológicos da utilização de filmes de partículas na aclimatização de mudas de café conilon, nas mesmas condições experimentais observadas neste experimento, observaram que o FFF pode variar de 500 a 700 µmol.

A avaliação do experimento foi realizada mensalmente de setembro a dezembro de 2012. Foi realizada a identificação e quantificação do número de plântulas que emergiram do banco em estudo, conforme metodologia proposta por Roberts e Nielson (1981). A identificação dessas plântulas foi realizada com apoio da equipe técnica do Setor de Plantas Daninhas e Medicinais (SPDM), do Laboratório de Fitotecnia (LFIT) da UENF, com o auxílio de literatura especializada (Lorenzi, 2008) e em consulta à Lista de Espécies da Flora do Brasil 2013 (Reflora, 2013).

A germinação total das espécies foi comparada nas duas condições (S e S+SP), utilizando-se o teste de F (5%).

A identificação e contagem das espécies germinadas permitiu calcular as seguintes variáveis fitossociológicas: densidade absoluta, densidade relativa, frequência relativa e valor de importância (Braun-Blanquet, 1979; Brandão et al., 1998; Lara et al., 2003; Brighenti et al., 2003; Tuffi Santos et al., 2004).

Para cálculo dessas variáveis foram utilizadas as seguintes fórmulas: Densidade absoluta (D_a) = nº total de indivíduos por espécie ÷ área total amostrada; Densidade Relativa (D_r) = 100 x densidade da espécie ÷ densidade total de todas as espécies; Frequência relativa (F_r) = 100 x Frequência da espécie ÷ frequência total de todas as espécies; Valor de Importância (VI) = frequência relativa + densidade relativa.

Foi também calculado o Índice de Similaridade pela fórmula (IS) = $(2a / b + c) * 100$, em que: a = número de espécies comuns às duas áreas; b e c = número total de espécies nas duas áreas comparadas, e o Índice de Diversidade de Shannon ($H' = \sum P_i * \ln P_i$, sendo $P_i = n_i/N$, n_i = número de indivíduos da espécie i e N = número total de indivíduos).

5.3. Técnicas de recuperação de área ciliar

Foram avaliadas quatro modelos para recuperação de áreas ciliares degradadas do rio Paraíba do Sul. Os modelos utilizados foram:

Tratamento 1: Regeneração natural (isolamento da área);

Tratamento 2: Plantio de mudas de espécies florestais no espaçamento 3 x 3 m;

Tratamento 3: Sistema Agroflorestal (Taungya);

Tratamento 4: Nucleação: Transposição do Banco de Sementes do Solo e da Serapilheira.

Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições. Foram adotadas parcelas de 21 x 24 m (Figura 3).

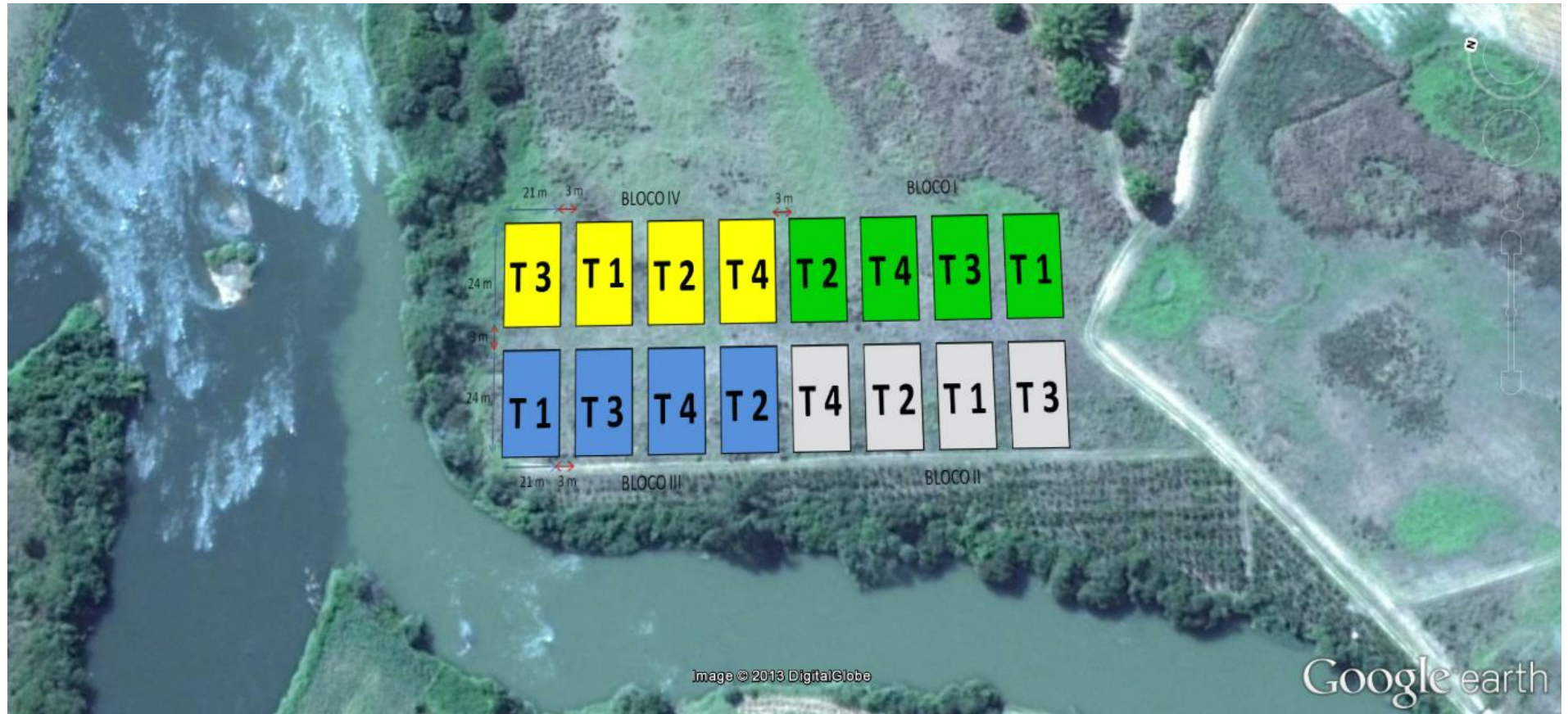


Figura 3. Disposição dos Tratamentos em delineamento experimental de Blocos Casualizados (DBC) na margem do rio Paraíba do Sul e seu encontro com o Rio Pomba, no município de Itaocara – RJ. (Fonte: <https://maps.google.com.br>)

5.3.1. Detalhamento dos tratamentos

Nos tratamentos 2 e 3, o plantio de espécies florestais teve como base o modelo sucessional em linhas (Figura 4), com as espécies nativas dispostas em linhas e alternadas conforme o grupo sucessional das pioneiras e não pioneiras.

P	P	P	P	P	P	P	P
P	NP	P	NP	P	NP	P	P
P	P	NP	P	NP	P	NP	P
P	NP	P	NP	P	NP	P	P
P	P	NP	P	NP	P	NP	P
P	NP	P	NP	P	NP	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P

Figura 4. Disposição das espécies florestais por grupo ecológicos nas parcelas dos tratamentos 2 e 3. P = pioneiras e NP = não pioneiras.

No tratamento 3 foram trabalhados dois ciclos de produção para os componentes agrícolas. O primeiro ciclo, de abril a julho de 2013, foi representado pelo cultivo de feijão “Xamego” nas entrelinhas das espécies florestais (Figura 5). Foi respeitado 0,5 m em cada lado das espécies florestais sem o plantio do feijão buscando diminuir a competição entre as espécies.

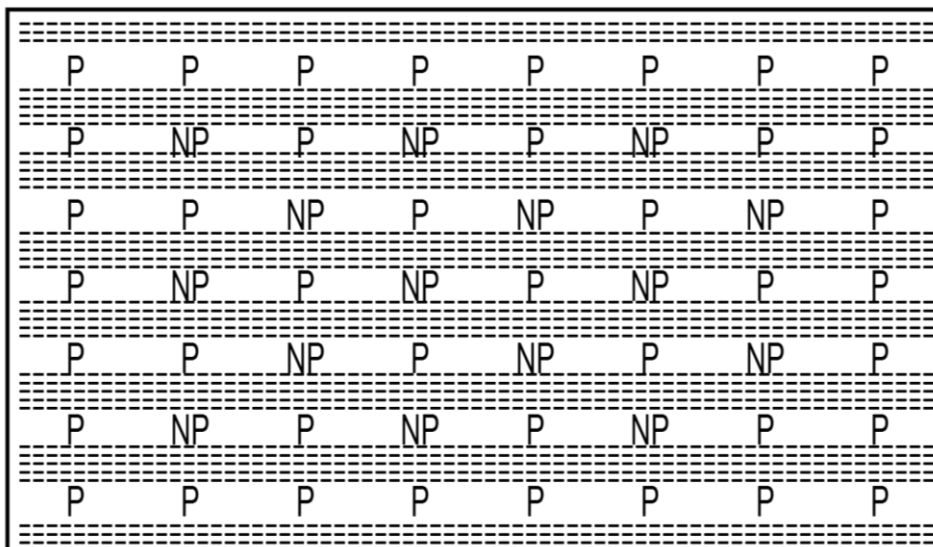


Figura 5. Esquema de plantio do sistema Taungya no primeiro ciclo de produção, com as espécies arbóreas nativas em consórcio com feijão “xamego” (----). P = espécie florestal pioneira e NP = espécie florestal não pioneira.

O feijão “Xamego” é uma cultivar de feijão preto, indicada para plantio nos estados de Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro e no Distrito Federal. Este cultivar apresenta hábito de crescimento indeterminado tipo II, sendo seu ciclo de produção de aproximadamente 86 dias. É recomendado para os diferentes sistemas de produção comumente utilizados para o feijoeiro. Apresenta excelente qualidade do grão, especialmente para tempo de cozimento, dureza e sabor (EMBRAPA, 2001).

No segundo ciclo, de setembro de 2013 a janeiro de 2014, foi realizado consórcio entre milho híbrido UENF 506-11 e uma variedade de feijão preto com crescimento do tipo determinado, nas entrelinhas das espécies florestais (Figura 6).

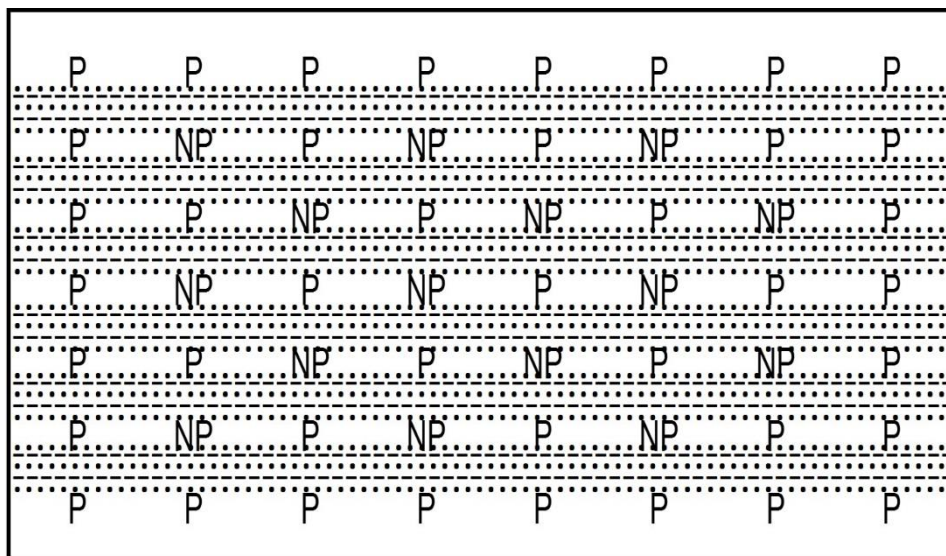


Figura 6. Esquema de plantio do sistema Taungya no segundo ciclo de produção, com a mesma disposição das espécies arbóreas nativas em consórcio com feijão preto (----) e milho híbrido UENF 506-11 (····).

O milho híbrido UENF 506-11, desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético do Milho da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Esse híbrido, apesar de sensível à seca, apresenta internódios curtos, folhas largas, colmo grosso e elevado índice de prolificidade (a maioria das plantas com duas espigas comerciais), florescendo aos 68 dias após o plantio, com maturação aos 140 dias, com produtividade média de 5.500 kg.ha⁻¹ (Gabriel, et al. 2011). Utilizados pelos produtores desde o ano 2000, estes híbridos têm apresentado excelente desempenho agrônomo, em comparação com outros materiais genéticos e uma boa aceitação dos agricultores da região (Cunha et al. 2012).

As espécies nativas utilizadas nos tratamentos 2 e 3 (Tabela 1) foram adquiridas de viveirista em Campos dos Goytacazes. Estas espécies, segundo Martins (2007), são indicadas para recuperação de Matas Ciliares. Foi realizada uma avaliação da altura média e diâmetro médio das mudas antes do plantio (Tabela 2).

Tabela 1. Espécies florestais nativas indicadas para reflorestamentos em Matas Ciliares e utilizadas no experimento

Nome Vulgar	Nome Científico	Família
Pioneiras		
Monjolo	<i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
Leiteira	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Euphorbiaceae
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
Não Pioneiras		
Araçá pera	<i>Psidium acutangulum</i> DC.	Myrtaceae
Jenipapo	<i>Genipa Americana</i> L.	Rubiaceae
Pau ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul. var. férrea	Fabaceae
Gabiroba	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	Myrtaceae
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae
Mololô	<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	Asteraceae
Ingá da praia	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae

*Espécies florestais utilizadas neste experimento, selecionadas da lista de espécies indicadas por Martins (2007) e Silveira et al., (2008) para recuperação de matas ciliares degradadas.

Tabela 2. Média (\pm intervalo de confiança) das alturas e diâmetro à altura do colo das mudas de espécies florestais nativas utilizadas na implantação do experimento

Espécie	Altura (m)		DAC (mm)	
	Plantio	TAUNGYA	Plantio	TAUNGYA
Leiteira	0,86 \pm 0,06	0,79 \pm 0,09	9,57 \pm 0,47	8,99 \pm 0,68
Goiaba	0,52 \pm 0,14	0,54 \pm 0,15	6,15 \pm 0,83	6,32 \pm 0,81
Caju	0,41 \pm 0,02	0,44 \pm 0,03	6,69 \pm 0,46	6,58 \pm 0,43
Pau ferro	0,52 \pm 0,11	0,62 \pm 0,17	6,61 \pm 0,79	5,47 \pm 1,15
Mololô	0,47 \pm 0,10	0,55 \pm 0,08	5,70 \pm 0,94	6,04 \pm 0,89
Gabiroba	0,81 \pm 0,18	0,80 \pm 0,18	5,85 \pm 0,66	5,84 \pm 1,23
Jenipapo	0,42 \pm 0,10	0,45 \pm 0,05	6,45 \pm 0,96	7,61 \pm 1,16

Tabela 2 Cont.

Araçá	0,55 ± 0,10	0,58 ± 0,17	5,09 ± 1,14	4,75 ± 1,19
Ingá	0,49 ± 0,10	0,46 ± 0,08	7,93 ± 0,94	8,32 ± 1,16
Aroeira	0,55 ± 0,10	0,62 ± 0,06	6,36 ± 0,86	6,44 ± 0,72
Pitanga	0,52 ± 0,08	0,48 ± 0,14	5,51 ± 0,81	5,81 ± 1,93
Monjolo	0,59 ± 0,10	0,65 ± 0,07	5,37 ± 0,48	5,50 ± 0,43

A disposição das espécies não foi a mesma em todas as parcelas experimentais por falta de disponibilidade de mudas na época da implantação do experimento. A disposição detalhada de cada parcela encontra-se no Apêndice. O espaçamento entre as árvores foi de 3 x 3 m. Cada parcela foi composta por 56 indivíduos, sendo 41 espécies pioneiras e 15 não pioneiras, o que perfaz uma área de 504 m².

5.3.2. Implantação e manejo

A área, inicialmente dominada por capim braquiária (*Brachiaria* sp.) e capim colônio (*Panicum maximum*) (Figura 7), foi roçada no dia 07/03/2013 para diminuir a infestação das gramíneas dominantes na área.

Após a demarcação da área experimental, alocação dos blocos e parcelas, no dia 08/03/2013, e antecedendo a implantação do experimento foi realizada amostragem de solo para análise química e granulométrica nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade e análise microbiológica de 0 a 5 cm de profundidade. A coleta das amostras foi realizada com trado tipo sonda amostradora e, para compor a amostra de cada bloco, foram coletadas 4 amostras simples por parcela, totalizando 16 amostras simples por bloco.



Figura 7. Aspecto da área experimental antes da roçada inicial, dominada por capim braquiária (*Brachiaria muchica*), capim colonião (*Panicum maximum*) e outras plantas herbáceas.

As amostras para as análises microbiológicas também foram coletadas com o uso de trado tipo sonda e para compor as amostras compostas por tratamento, foram coletadas amostras simples em 5 pontos de cada parcela, a 5 cm de profundidade. Sendo assim, foram coletadas 12 amostras compostas, distribuídas entre as parcelas dos tratamentos 1, 2 e 3. Essa amostragem inicial não foi realizada no tratamento 4, uma vez que o núcleo de solo ainda não havia sido transposto. Os resultados iniciais das análises microbiológicas estão descritos na tabela 3 e das análises físicas e químicas nas tabelas 4 e 5.

Tabela 3. Número de microrganismos (Fungos e Bactérias) por grama de solo, na profundidade de 0 a 5 cm, antecedendo a implantação do experimento.

TRATAMENTOS	Nº Microrganismos/g de Solo	
	FUNGOS	BACTÉRIAS
Isolamento	6895,00	174122,00
Plantio	10048,00	229393,00
Taungya	12481,00	321113,00

* A determinação do número de bactérias e fungos no solo foi realizada pelo método da contagem viável em placa.

Tabela 4. Atributos químicos do solo* por bloco, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm e 20-40 cm, antecedendo a implantação do experimento

ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO POR BLOCO																					
BLOCO	pH	P * --mg/dm ³ --	K * --mg/dm ³ --	Ca -----	Mg cmol c/dm ³	Al -----	H +Al -----	Na -----	C -%-	MO g/dm ³	S.B. ---cmol c/dm ³ ---	T -----	T -----	m -----	V % -----	Fe -----	Cu -----	Zn -----	Mn -----	S -----	B -----
Profundidade 0 -10																					
I	5,7	5	144	1,7	1	0,1	3,6	0,04	1,11	19,1	3,1	6,7	3,2	3	46	60,3	1,2	2,9	19,1	8,8	0,19
II	5,8	5	174	1,2	0,6	0,1	2,9	0,06	0,87	15	2,3	5,2	2,4	4	44	50	0,8	2,1	16,1	8,2	0,18
III	5,7	8	144	1	0,6	0,1	3	0,05	0,96	16,6	2	5	2,1	5	40	52	0,7	2,4	14,9	7,5	0,15
IV	5,8	6	154	1,2	0,8	0,1	3	0,11	1,06	18,3	2,5	5,5	2,6	4	45	84	0,9	2,6	16,6	6,4	0,12
Profundidade 10-20 cm																					
I	5,6	2	79	1,8	0,9	0,2	3,9	0,07	1,01	17,4	3	6,9	3,2	6	43	63,4	1	2,4	21,1	7,9	0,22
II	5,4	3	72	1	0,5	0,3	3,3	0,05	0,87	15	1,7	5	2	15	34	59	0,8	1,9	19,1	6,8	0,16
III	5,3	4	79	0,9	0,4	0,4	3	1,06	0,77	13,3	1,6	4,6	2	20	35	56	0,7	1,9	15,5	5,4	0,16
IV	5,5	4	79	1,1	0,6	0,3	3,1	0,13	0,96	16,6	2	5,1	2,3	13	40	70,7	0,8	2,1	15,1	8,3	0,11
Profundidade 20-40 cm																					
I	5,4	2	67	1,0	0,6	0,2	3,0	0,02	0,68	11,7	1,8	4,8	2,0	10	37	31,0	1,0	1,2	16,2	19,6	0,30
II	5,4	3	60	0,8	0,5	0,3	3,3	0,02	0,77	13,3	1,5	4,8	1,8	17	31	37,0	1,0	1,3	19,0	12,0	0,32
III	5,3	4	91	0,9	0,4	0,2	3,4	0,01	0,77	13,3	1,5	4,9	1,7	11	31	35,0	0,7	1,3	20,5	9,2	0,32
IV	5,5	3	60	0,8	0,5	0,2	3,0	0,06	0,73	12,6	1,5	4,5	1,7	12	34	53,0	0,9	1,3	21,2	8,5	0,27

* Análises realizadas pelo Centro de Análises da Universidade Estadual Rural do Rio Janeiro, Campus Campos dos Goytacazes. Extrator Carolina do Norte.

Tabela 5. Atributos físicos do solo* por bloco, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm e 20-40 cm, antecedendo a implantação do experimento

GRANULOMETRIA						
BLOCOS	Areias (g/kg)			Silte (g/kg)	ARG (g/kg)	
	G	M	F			
Profundidade 0-10 cm						
I				636	167	197
II				757	123	120
III				797	91	112
IV				740	121	139
Profundidade 10-20 cm						
I				617	177	206
II				749	105	146
III				788	89	123
IV				758	94	148
Profundidade 20-40 cm						
I				750	93	157
II				763	94	143
III				814	73	113
IV				833	63	104

* Análises realizadas pelo Centro de Análises da Universidade Estadual Rural do Rio Janeiro, Campus Campos dos Goytacazes.

O plantio das espécies florestais nativas se iniciou 30 dias após a roçada inicial da área experimental, em 09/04/2013. As covas, com dimensões de 40 cm de diâmetro x 40 cm de profundidade, foram abertas com perfurador de solo acoplado a um trator, nas parcelas que receberam os tratamentos 2 e 3. Após abertura das covas foi realizada adubação de plantio com 250 gramas por cova de Super Fosfato Simples.

O experimento foi realizado ao final da estação chuvosa uma vez que, por questões operacionais, não foi possível realizar o mesmo em época favorável, tanto

ao plantio de mudas de espécies florestais nativas, quanto para o plantio de espécies agrícolas. Uma vez que a falta de chuvas é um fator importante na região de implantação do experimento, irrigações se fizeram necessárias buscando contornar essa deficiência.

Vale ressaltar que apesar de uma época com baixa pluviosidade, foram observadas uma considerável precipitação no primeiro mês e aos 8 meses após a implantação do experimento (Figura 2).

O plantio do feijão “xamego” no primeiro ciclo de produção foi realizado no dia 19/04/2013, com matraca (plantadeira e adubadeira). Neste primeiro ciclo o Bloco IV sofreu forte encharcamento devido às chuvas que ocorreram entre os dias 17 e 24 de maio de 2013, o que acarretou na perda do plantio do feijão neste bloco. O feijão foi cultivado com espaçamento de 0,4 m entre linha com 9 sementes por metro de linha de plantio. O estande final em cada parcela de 504 m² foi de aproximadamente de 7560 plantas. Sendo que foi respeitado 0,5 m em cada lado das espécies florestais nativas sem o plantio da cultura agrícola com o objetivo de diminuir a competição entre as espécies.

Foi feito um preparo convencional do solo, com grade acoplada em trator, para favorecer o desenvolvimento das espécies agrícolas, tendo em vista que a área utilizada para o experimento estava, há alguns anos, sem nenhum tipo de cultivo e com isso encontrava-se tomada por vegetação agressiva, indesejável e que poderia comprometer o desenvolvimento das espécies agrícolas. Neste primeiro ciclo foi também realizada adubação de plantio com 5 g de P₂O₅ (Super Fosfato Simples por cova).

O segundo ciclo de produção foi realizado no dia 03/09/2013 e feito também com matraca (plantadeira e adubadeira). Foram plantadas 2 linhas de milho com entrelinha de 1 m e densidade de 6 plantas por metro linear. A adubação foi realizada com 50 gramas de NPK 04-14-08 por cova. O feijão foi plantado com 1 linha ao lado de cada uma das linhas de milho, a 50 cm destas e também entre as linhas de milho, com densidade de 10 plantas por metro linear. A adubação foi realizada com 50 gramas de Super Fosfato Simples. O preparo do solo foi feito através de gradagem e cultivador acoplados ao trator.

Sendo assim, o consórcio de milho e feijão, contou com 2 linhas de milho e 3 linhas de feijão entre as linhas das espécies florestais nativas. O estado final do

feijão foi de aproximadamente 4320 plantas e do milho de 1728 plantas em cada parcela.

Da mesma forma que no primeiro cultivo do feijão, o preparo do solo também foi realizado de forma convencional, visando favorecer o desenvolvimento das culturas agrícolas. As demais atividades de preparo do solo e tratos culturais que se fizeram necessários foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura do milho e do feijão (EMBRAPA, 2000; EMBRAPA, 2002).

Para a transposição do banco de sementes do solo, como técnica nucleadora, seguiu-se a metodologia utilizada por Neto et al. (2010). Foram coletadas amostras do banco de sementes (Solo + Serapilheira) no dia 11/04/2013, de forma aleatória, em fragmento de mata ciliar remanescente presente próximo a área experimental. Essas amostras foram coletadas com o auxílio de um gabarito de 1,0 x 1,0 m a uma profundidade de cerca 5 cm, totalizando 0,05 m³ de solo + serapilheira. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e imediatamente transportadas e depositadas em clareiras de 2 x 2 m abertas nas parcelas experimentais de 504 m². Em cada parcela foi aberta 3 clareiras, distribuídas aleatoriamente. A cobertura de capim em cada clareira foi toda removida através de capina manual. Sendo assim, no centro de cada clareira foi delimitada uma parcela de 1 x 1 m, na qual foi depositada a camada de solo + serapilheira da mesma área retirada na floresta. Para deposição das amostras foi retirada a camada de 5 cm de solo (Figura 8).

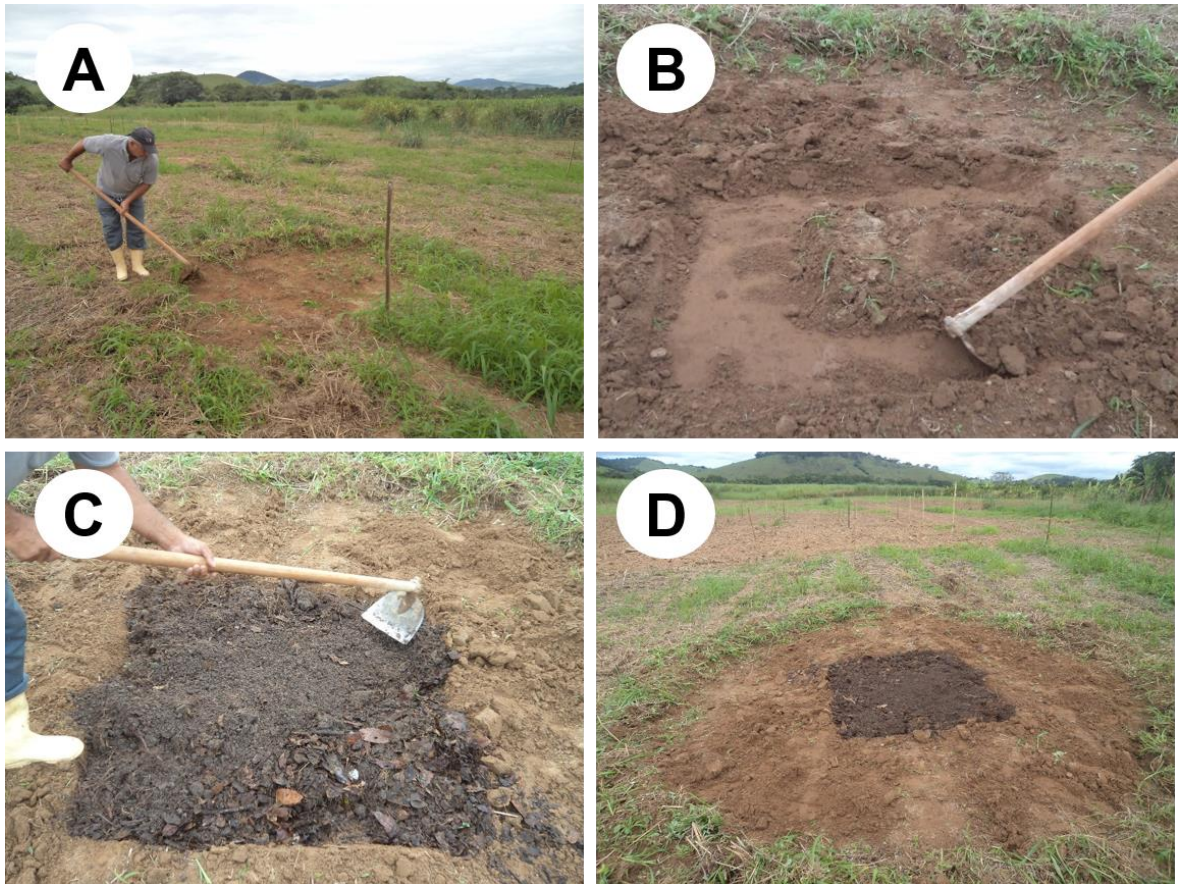


Figura 8. Transposição do banco de sementes do solo (Tratamento 4), em experimento instalado às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ. (A) Limpeza da área para deposição do banco de sementes (2 x 2 m); (B) Retirada da camada superficial do solo (5 cm) para deposição do banco de sementes; (C) Deposição do banco de sementes do solo (solo + serapilheira); (D) Núcleo instalado nas parcelas do tratamento 4, com coroamento de 2 m.

As formigas cortadeiras, tanto saúvas (*Atta* spp.) quanto as quenquéns (*Acromyrmex* spp.), constituem-se em um dos maiores problemas em projetos de recuperação de áreas degradadas. Neste sentido, o combate foi feito em toda área experimental e até 100 m, além das divisas da mesma. Este foi realizado durante a fase de preparação da área para implantação do experimento. Logo após a limpeza da área foram controlados os formigueiros usando isca granulada. Nesta fase, os formigueiros encontrados foram medidos e nestes aplicados de 6 a 7 gramas de iscas granuladas por metro quadrado de terra solta. A dose total aplicada foi dividida entre os carreiros com movimentação de formigas.

Foram realizadas irrigações de “salvamento” uma vez que, como mencionado anteriormente, a implantação do experimento aconteceu no final da estação chuvosa. A irrigação foi realizada através de sistema de irrigação por

aspersão e por mangueira, tocados por uma bomba hidráulica movida a óleo diesel. Sendo que ao longo do primeiro ano de implantação do experimento foram realizadas 9 irrigações. O sistema Taungya (tratamento 3) foi irrigado por aspersão com aproximadamente 10 mm.hora^{-1} de água, em aproximadamente 2 horas de irrigação. Para o sistema convencional de plantio de mudas (tratamento 2) e nucleação (tranposição do banco de sementes do solo) (tratamento 4) foram utilizadas mangueiras de borracha para a irrigação das árvores de pé a pé e dos núcleos, respectivamente. Nestes tratamentos foram aplicados aproximadamente 10 litros de água por planta e 20 litros de água por núcleo, em aproximadamente 1 hora e 30 minutos. O tratamento 1 não foi irrigado.

Em cada tratamento, diferentes práticas e manejos foram adotados. Somente na área sob Isolamento/Regeneração Natural (T1) não foi realizada nenhuma intervenção.

Na área sob plantio convencional de espécies florestais (T2), o manejo consistiu no coroamento, ou seja, capina ao redor das árvores. Após esse coroamento, foi depositada cobertura morta ao redor das espécies florestais, buscando manter melhores condições de umidade para essas espécies. Ainda no que se refere à manutenção da umidade do solo, foi aplicado em 2 covetas laterais 4 gramas de polímero hidrorretentor (hidrogel) por planta, hidratado em 1 L de água. Nas entrelinhas de plantio, o corte do capim foi realizado em duas oportunidades durante todo o ciclo experimental, visando reduzir a forte competição imposta pelas plantas invasoras. Este corte foi realizado com uma roçadeira, acoplada em trator agrícola de pequeno porte.

No sistema Taungya (T3), o manejo para as espécies florestais nativas foi o mesmo adotado para o tratamento 2. Nas entrelinhas das espécies florestais foi feito um cultivo de feijão (1º ciclo) e de milho em consórcio com feijão (2º ciclo).

Durante o primeiro ciclo de produção com o cultivo do feijão foi necessário o replantio do mesmo em algumas parcelas, devido à falha no percentual de germinação e uma capina manual, com a finalidade de manter as parcelas isentas de ervas daninhas, que poderiam afetar o desenvolvimento das espécies utilizadas no consórcio.

No segundo ciclo de cultivo com o consórcio entre milho e feijão, foram realizadas duas capinas manuais com o mesmo objetivo da capina realizada no primeiro ciclo de cultivo.

Na área sob Nucleação/Transposição do banco de sementes (T4), após deposição dos núcleos na área experimental foi feito o coroamento ao redor dos mesmos, mantendo-se limpa uma área de 1 m a partir do núcleo, evitando-se assim o abafamento da área, que poderia trazer prejuízos à germinação das sementes presentes no banco. Este foi realizado em 4 oportunidades durante o ciclo experimental, conforme a necessidade.

Considerando que o impacto da deficiência hídrica após a germinação é uma das maiores limitações para o estabelecimento de espécies, este tratamento foi irrigado com a mesma frequência dos demais.

5.4. Coleta e análise dos dados

Para avaliar a implantação destes sistemas foram analisadas a viabilidade técnica e econômica, porcentagem de mortalidade, velocidade de cobertura das áreas, as interações entre os componentes dos sistemas e os efeitos sobre as características do solo. Avaliações específicas foram realizadas em cada componente do sistema e em cada tratamento como descritos a seguir.

5.4.1. Espécies Florestais

Aos três meses após o plantio foi determinada a sobrevivência, bem como a necessidade de replantio.

Foram feitas duas medições da altura e do diâmetro à altura do colo (DAC) e uma medida de diâmetro da copa (DC) das árvores nativas, em abril de 2013 e em novembro de 2013. Nesta ocasião foi realizada a análise da sobrevivência. A altura e DC foram medidos com vara graduada e DAC com paquímetro.

O DC para cada planta foi obtido pela média do maior e do menor diâmetro de cada copa. A partir do qual foi calculado área da copa para cada espécie. Por sua vez, a cobertura de copas foi obtida pela razão entre o somatório das áreas de copa individuais e a área da parcela.

Em cada parcela, foram calculadas as alturas médias e a área basal na altura do colo, por espécie. A partir da área basal de cada espécie foi calculada a soma da área basal de cada parcela. A área basal de cada espécie foi calculada pela fórmula $AB = \pi \cdot (DAC^2)/4$.

O índice de cobertura das copas foi utilizado para a comparação entre os tratamentos 2 e 3, inferindo-se sobre a eficiência dos mesmos no que diz respeito à cobertura do solo.

Foram ainda comparados os incrementos em altura, diâmetro à altura do colo e sobrevivência das espécies entre os tratamentos 2 e 3, considerando-se o grupo ecológico das mesmas (pioneiras e não-pioneiras). Para análise da % de sobrevivência, os dados foram transformados em $\sqrt{(x + 1/2)}$.

5.4.2. Viabilidade econômica e Espécies agrícolas

Considerando que rendimentos econômicos são indicadores de sustentabilidade em SAFs para a avaliação comparativa de custos e manejos entre o sistema Taungya, reflorestamento convencional e os demais tratamentos, todas as operações de implantação, plantio, manutenção, colheita e manejos necessários foram monitoradas, sendo os rendimentos operacionais registrados.

Os valores para mão de obra, insumos e horas/máquina foram obtidos em consulta a empresas que atuam no mercado regional. O valor de venda do feijão e do milho nos meses da colheita foram obtidos em consulta à CONAB (2014).

A primeira safra do feijão foi colhida na semana do dia 8/07/2013, 3 meses após o plantio das espécies florestais nativas. Já a segunda safra foi colhida em dezembro de 2013. Após colhido, o feijão foi retirado das vagens, limpo e pesado. A produção por bloco foi obtida e comparada com a produtividade da cultura na região.

Já a safra de milho foi colhida em janeiro de 2014. Da mesma forma os grãos foram beneficiados e a produção obtida por bloco.

Os dados das culturas agrícolas foram coletados ao final de cada ciclo, de cultivo. Foi avaliado a produtividade efetiva, considerando a área efetiva de plantio agrícola, em cada ciclo.

Esta produtividade foi comparada à produtividade potencial de grãos, que é aquela quando se considera a cultura agrícola ocupando 100% da área, encontrada para os cultivos agrícolas na região Noroeste Fluminense.

A produtividade potencial permite perceber o efeito do consórcio sobre a produtividade de grãos, já que não tem influência da área plantada, enquanto a produtividade efetiva fornece o quanto realmente foi produzido de grãos por área.

Foi avaliado o retorno econômico dos cultivos agrícolas ao final de cada ciclo e o quanto este retorno econômico contribui para amortizar os custos de implantação dos sistemas propostos.

5.4.3. Análises químicas e microbiológicas do solo

Aos 8 meses após a implantação do experimento, foi realizada amostragem do solo nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm para caracterização da fertilidade e granulometria do solo e sua comparação entre os tratamentos 2 (Plantio) e 3 (Taungya). Para compor uma amostra composta por tratamento foram coletadas 4 amostras simples em cada parcela.

Na análise química do solo foram determinados os teores de P, de matéria orgânica, pH em CaCl₂, de K, Ca, Mg, H + Al, Al, Soma de Bases, Capacidade de Troca Catiônica, Saturação de Bases, segundo métodos descritos EMBRAPA (1999). As análises granulométricas foram feitas com base nas determinações da SBCS (2010).

Buscando avaliar a influência de diferentes técnicas de recuperação de áreas ciliares degradadas sobre a população microbiana do solo e sua atividade, foram coletadas amostras de solo de 0-5 cm de profundidade, nas linhas do plantio das espécies florestais (tratamentos 2 e 3), no centro de cada núcleo formado a partir da transposição do banco de sementes do solo, a 50 cm e 1m de cada um desses núcleos, visando avaliar a influência da microbiota, presente no banco de sementes de solo, nas parcelas experimentais do tratamento 4. Foi realizada também análise microbiológica na área em regeneração natural.

Para o tratamento 2 (Plantio convencional) e 3 (Sistema Taungya) foi coletado 1 amostra composta por parcela. Sendo essa amostra formada por 5 subamostras simples coletadas na linha de plantio de milho e feijão. Ou seja, nas entrelinhas de plantio das espécies florestais, a 1 m destas e sempre próximas às mesmas espécies arbóreas.

Para o tratamento 1, as amostras simples, foram coletadas de forma aleatória ao longo da parcela experimental. Também foram coletadas 5 amostras simples para compor 1 amostra composta por parcela.

Para o tratamento 4 (Nucleação) a amostragem foi feita em cada núcleo do banco de sementes do solo. Assim foi feito 1 amostra simples no centro de cada

um dos 3 núcleos alocados nas parcelas experimentais para compor uma amostra composta. Foram ainda feitas 3 amostras simples a 50 cm e a 1 m de cada núcleo para compor amostras compostas a estas duas distâncias.

Todas as amostras simples foram misturadas, formando uma amostra composta, que, em seguida foi acondicionada em saco plástico até o momento da análise. As amostras foram secas à sombra, por 24 horas, passadas por peneiras com malha de 2 mm e, em seguida, foram limpas manualmente, para a retirada de resto de raízes. A determinação do número de bactérias e fungos no solo foi realizada pelo método da contagem viável em placa.

Sendo assim, foram pesados 10 g de cada amostra de solo que foram colocadas em Erlenmeyer contendo 100 mL de solução salina (0,85%) esterilizada. Outras 10 g de solo de cada amostra foram pesadas e colocadas para secar em estufa a 80 °C por 24 horas, para determinação do peso seco de cada amostra. O solo colocado no Erlenmeyer foi então homogeneizado e antes de sedimentar, foi pipetado 1 mL do extrato e colocado em tubo de ensaio com 9 mL da solução salina. Assim a diluição foi realizada de forma seriada até a diluição 10^{-6} . 0,1 mL das diluições 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} foram pipetados para placas de petri contendo meio de cultura ágar-nutriente para bactérias e 10^{-3} , 10^{-4} e 10^{-6} pipetados para as placas de petri com meio de Martin para fungos. Os inóculos foram espalhados pelas placas com o auxílio da alça de Drigalsky.

As placas foram então inoculadas a 28 °C, de forma invertida, por 3 dias para contagem de bactérias e 5 dias para a contagem de fungos. Após o período de incubação foi feita a contagem de colônias nas placas. Os resultados finais foram expressos em número de microrganismos por grama de solo, dados pela seguinte fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de microrganismos/g de solo} = \frac{(\text{N}^{\circ} \text{ de colônias}) \times \left(\frac{1}{\text{fator de diluição}}\right) \times \left(\frac{1}{\text{alíquota}}\right)}{\text{peso seco do solo}}$$

Para comparação das análises microbiológicas entre coletas 1 e 2 e entre os tratamentos na coleta 2, os dados foram transformados em \sqrt{x} .

5.4.4. Avaliação da regeneração natural

A amostragem das espécies arbóreas e arbustivas em regeneração, presentes em cada parcela de 504 m² na área experimental, foi realizada através de um censo, no qual todos os indivíduos foram quantificados e identificados.

Para amostragem de espécies herbáceas foram amostradas de forma sistemática 5 subparcelas de 4 m² (Figura 9), totalizando 20 m² de área amostrada em cada parcela de 504 m², dispostas ao longo da margem do Rio Paraíba do Sul. As subparcelas foram demarcadas com auxílio de fita métrica, piquetes de bambu de 50 cm e barbante.

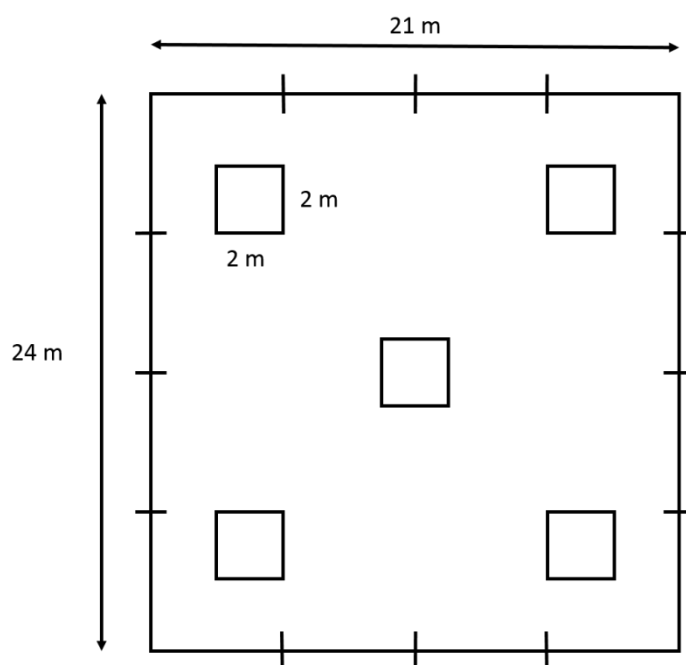


Figura 9. Amostragem sistemática realizada para análise fitossociológica em todas as parcelas experimentais.

Na área de transposição do banco de sementes (T4), além da amostragem realizada conforme descrito para as demais áreas, foi avaliado aos 8 meses após a transposição, a riqueza e densidade de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas em cada núcleo formado a partir da transposição do banco de semente solo.

A identificação dessas plântulas foi realizada com apoio da equipe técnica do Setor de Plantas Daninhas e Medicinais (SPDM), do Laboratório de Fitotecnia

(LFIT) da UENF, com o auxílio de literatura especializada (Lorenzi, 2008) e em consulta à Lista de Espécies da Flora do Brasil 2013 (Reflora, 2013).

Os dados obtidos foram tabulados e a partir destes permitiu-se calcular as seguintes variáveis fitossociológicas: densidade absoluta, densidade relativa, frequência relativa e valor de importância (Braun-Blanquet, 1979; Brandão et al., 1998; Lara et al., 2003; Brighenti et al., 2003; Tuffi Santos et al., 2004).

Para cálculo dessas variáveis foram utilizadas as seguintes fórmulas: Densidade absoluta (D_a) = n° total de indivíduos por espécie ÷ área total amostrada; Densidade Relativa (D_r) = $100 \times$ densidade da espécie ÷ densidade total de todas as espécies; Frequência relativa (F_r) = $100 \times$ Frequência da espécie ÷ frequência total de todas as espécies; Valor de Importância (V_I) = frequência relativa + densidade relativa.

Foi também calculado o Índice de Similaridade pela fórmula (IS) = $(2a / b + c) * 100$, em que: a = número de espécies comuns às duas áreas; b e c = número total de espécies nas duas áreas comparadas, e o Índice de Diversidade de Shannon ($H' = \sum P_i * \ln P_i$, sendo $P_i = n_i/N$, n_i = número de indivíduos da espécie i e N = número total de indivíduos).

Uma listagem florística foi feita com as espécies e famílias encontradas na amostragem fitossociológica.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Avaliação do banco de sementes do solo

Um total de 473 indivíduos germinaram do banco de sementes (252,27 indivíduos.m⁻²), sendo 209 no solo e 264 no solo com a serapilheira. A aplicação do teste F ao nível de 5% (Apêndice 1A), demonstrou que não houve diferença entre solo e solo com a serapilheira em casa de vegetação quanto ao número total de indivíduos originados do banco de sementes. No entanto, no solo foi observada maior diversidade de espécies. Sendo assim, pode ser que a presença da serapilheira em ambiente controlado, bem como as condições de temperatura, umidade e luminosidade observadas na casa de vegetação tenham impedido a germinação de algumas espécies.

Dentre os 473 indivíduos, foram quantificadas 36 espécies, pertencentes a 31 gêneros e 20 famílias (Tabela 6). Dentre essas, 5 não foram identificadas. As famílias de maior riqueza foram Asteraceae, com 6 espécies e Fabaceae com 5. A riqueza florística encontrada neste estudo está dentro do limite de 8 a 67 espécies apresentado por Garwood (1989), resultado de uma revisão de trabalhos realizados em florestas tropicais perturbadas.

Tabela 6. Número total de indivíduos (N) quantificados por tratamento (S e S+SP), com as respectivas classificações em hábito (HAB), grupo ecológico (GE), família e gênero

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	HAB	GE	N*	
				S	S+SP
Amaranthaceae					
<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Caruru	H	PR	2	-
<i>Amaranthus lividus</i> L.	Caruru- rasteiro	H	PR	3	2
Asteraceae					
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasto	H	AN	3	-
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Picão-branco	H	AN	9	-
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Emília	H	AN	1	3
<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Wolf.) DC.	Capiçova	H	AN	1	-
<i>Vernonia</i> sp.	Assa peixe	ARB	PR	12	10
<i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	Botão-de-ouro	H	AN	7	2
Boraginaceae					
<i>Heliotropium indicum</i> (L.) DC	Heliotrópio	ARB	AN	2	-
Cannabaceae					
<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	Crindiúva	A	P	14	18
Cecropiaceae					
<i>Cecropia catarinensis</i> Cuatrecasas	Embaúba	A	P	3	14
Commelinaceae					
<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeraba	H	PR	1	-
Convolvulaceae					
<i>Ipomoea</i> sp.	Corda-de-viola	H	AN	1	-
Cucurbitaceae					
<i>Momordica charantia</i> L.	Melão de São Caetano	H	PR	1	-
Cyperaceae					
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca	H	PR	4	10
<i>Scleria melaleuca</i> Rchb.f.ex. Schltdl.Cham.	Navalha-de-macaco	H	PR	-	1
Dennstaedtiaceae					
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon.	Samambaia-do-campo	H	PR	12	46
Euphorbiaceae					
<i>Croton lobatus</i> L.	Cipó-de-tatu	H	PR	2	-
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	Erva-Santa-Luzia	H	PR	2	1
Fabaceae					
<i>Crotalaria incana</i> L.	Xique-xique	H	PR	2	-
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Pega-pega	H	PR	1	-
<i>Senna</i> sp.	Fedegoso	ARB	P	1	-
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	Carrapicho	ARB	PR	1	2
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	A	P	1	-

Tabela 6. Cont.

Malvaceae						
<i>Malva parviflora</i> L.	Malva estrela	H	AN	1	2	
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guaxuma	ARB	AN	6	1	
<i>Wissadula subpeltata</i> (Kuntze) Fries.	Malva	H	AN	2	1	
Onagraceae						
<i>Ludwigia</i> sp.	Cruz de malta	H	AN	4	-	
Oxalidaceae						
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Erva azeda	H	AN	44	30	
Phyllanthaceae						
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Quebra-pedra	H	PR	24	8	
Poaceae						
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Braquiária	H	PR	2	9	
Piperaceae						
<i>Piper</i> sp.	Jaborandi	ARB	P	5	51	
Scrophulariaceae						
<i>Buddleja brasiliensis</i> Jacq.	Barbasco	H	AN	-	2	
Solanaceae						
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Maria-pretinha	H	AN	8	3	
<i>Solanum stipulaceum</i> Roem. & Schult	Jurubeba	A	P	13	11	
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Fruta de lobo	A	P	4	-	
Espécies não identificadas						
Espécie 1		H		3	6	
Espécie 2		ARB		2	16	
Espécie 3		ARB		4	13	
Espécie 4		H		-	2	
Espécie 5		H		1	-	

*Foi amostrada uma área de 0,94 m² por tratamento, distribuída entre 15 parcelas para cada tratamento. S (Solo) = Tratamento 1; S+SP (Solo + Serapilheira) = Tratamento 2.

Em relação as espécies arbóreas e arbustivas, *Piper* sp., foi a espécie com maior número de indivíduos e, conseqüentemente, com maior densidade (Tabela 6). *Trema micranta* (Crindiúva), foi a espécie arbórea com maior número de indivíduos (n = 32), ou seja, 6,76% do total de indivíduos germinados. Outra espécie arbórea que também se destacou foi a *Cecropia catarinenses* (Embaúba), com 3,59 % dos indivíduos germinados (n = 17).

A família Solanaceae apresentou 1 espécie arbórea e 1 arbustiva, representando 5,92 % do total de indivíduos (n = 28). *Vernonia* sp., considerada espécie arbustiva, apresentou 4,65 % total de indivíduos germinados do banco de sementes em estudo. Outras espécies com menor número de indivíduos identificados no banco de sementes do solo foram *Peltophorum dubium*, *Solanum asperolanatum* e *Senna* sp.

Em relação às espécies herbáceas, as três mais representativas em número de indivíduos foram: *Oxalis corniculata*, *Pteridium arachnoideum*, e *Phyllanthus tenellus*. Essas espécies foram frequentes em todos os tratamentos (Tabela 6).

É comum observar maior número de espécies herbáceas, no início do povoamento de áreas degradadas. O reduzido número de indivíduos das espécies arbóreas e arbustivas, quando comparadas às espécies herbáceas, encontradas no banco de sementes pode ser explicado pelo fato de a área em estudo estar em processo inicial de sucessão ecológica e por se tratar de região com elevada fragmentação da vegetação ciliar remanescente (Machado, V. M. et al., 2013). Weber et al. (2012), avaliaram o banco de sementes do solo em um remanescente da Floresta Ombrófila Mista Aluvial, em Araucária, PR, através da análise quali-quantitativa da germinação e também observaram a predominância de espécies herbáceas, seguidas de arbustivas e arbóreas. Estes autores afirmam que a perturbação do ambiente auxilia na permanência de espécies herbáceas, em função de seu caráter pioneiro acentuado, manifestado por adaptação a solos marginais e produção precoce de sementes em quantidades maior e com dormência, portanto, mais duradouras no banco de sementes.

As três famílias mais presentes no banco de sementes em estudo (Asteraceae, Fabaceae, e Solanaceae) foram representadas por espécies iniciais da sucessão secundária. Asteraceae e Solanaceae também são famílias muito encontradas no início da regeneração florestal, principalmente em clareiras e bordas de fragmentos, pastos abandonados e áreas degradadas (Amador e Viana, 2000; Araújo et al., 2006; Franco, B.K.S. et al., 2012). As Solanaceas, por exemplo, apresentam interação com a fauna, funcionando como nucleadoras, facilitando a restauração florestal em áreas abertas, segundo Mello et al. (2008).

A baixa diversidade de espécies pode estar ligada à fragmentação, às perturbações observadas no fragmento em estudo e à sazonalidade do banco de sementes do solo. Sendo assim, o conhecimento da variação sazonal do banco de sementes é importante por influir na fase inicial da sucessão pós-distúrbio, mas também é relevante para aperfeiçoar a metodologia de avaliação dos bancos (Weber et al., 2012) e o melhor momento de utilização.

Fragmentos florestais jovens apresentam grande número de espécies pioneiras (exigentes de luz), com produção de grande número de sementes,

responsáveis por manter o banco de sementes do solo ativo (Souza et al., 2006). A riqueza de espécies pioneiras em bancos de sementes do solo, sob vegetação secundária inicial e intermediária, e sua importância no início da sucessão ecológica para a restauração e recuperação de áreas degradadas foram descritas por diferentes autores (Batista Neto, 2005; Costalonga, 2006; Martins et al., 2008; Neto, et al., 2010; Franco, B.K.S. et al., 2012). Estes autores ainda afirmam que, apesar da expressiva presença de espécies herbáceas no banco de sementes, a presença de espécies arbóreas como *Cecropia catarinensis*, *Peltofhorum dubium*, *Solanum lycocarpum* e *Trema micranta* refletem o potencial do uso da transposição do conjunto solo e serapilheira em promover a recuperação de áreas degradadas.

Por se tratar de espécie pioneira de rápido crescimento em clareiras, bordas de matas, áreas abertas em geral, solos pobres e ácidos e com frutificação atrativa a pássaros e morcegos (Martins, 2007), a abundância de *Cecropia catarinensis* no banco de sementes do solo lhe confere importante papel em estimular a sucessão florestal em áreas degradadas, o que também reforça a viabilidade da transposição do banco de sementes como metodologia de restauração florestal.

Dentre as espécies arbóreas e arbustivas presentes no banco de sementes em estudo, foram destaque, em relação à densidade absoluta, *Piper* sp., *T. micranta*, *S. stipulaceum*, *Vernonia* sp. e *C. catarinenses* (Tabela 7). Braga, et al. (2008), encontraram parâmetros semelhantes para as espécies em questão, estudando a composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária na região de Viçosa, MG.

Tabela 7. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas e arbustivas amostradas em banco de sementes da Mata Ciliar do Rio Paraíba do Sul em Itaocara, RJ, listadas em ordem decrescente pelo Valor de Importância (VI)

Nome científico	N	Da (Nº ind.m ⁻²)	Dr (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Piper</i> sp.	56	29,87	27,45	17,07	44,52
<i>Trema micranta</i>	32	17,07	15,69	19,51	35,20
<i>Solanum stipulaceum</i>	24	12,80	11,76	13,41	25,18
<i>Vernonia</i> sp.	22	11,73	10,78	12,20	22,98
Espécie 3	18	9,60	8,82	9,76	18,58
Espécie 2	17	9,07	8,33	9,76	18,09
<i>Cecropia catarinenses</i>	17	9,07	8,33	8,54	16,87
<i>Sida rhombiifolia</i>	7	3,73	3,43	2,44	5,87
<i>Desmodium uncinatum</i>	3	1,60	1,47	1,22	2,69
<i>Solanum asperolanatum</i>	4	2,13	1,96	2,44	4,40

*N = número total de indivíduos amostrados em todas as parcelas dos dois tratamentos (S e S+SP) – 1,875 m²; Da = Densidade absoluta (nº total de indivíduos por espécie ÷ área total amostrada); Dr = Densidade relativa (100 x densidade da espécie ÷ densidade total de todas as espécies); Fr = Frequência relativa (100 x Frequência da espécie ÷ frequência total de todas as espécies); VI = Valor de importância (frequência relativa + densidade relativa).

* Área total amostrada = 1,875 m².

A espécie pioneira *P. dubium* (Canafístula), muito frequente nos estágios iniciais da sucessão secundária na região e frequente nas encostas e topos de morros e na vegetação ciliar nas margens de rios e ilhas (Benigno et al., 2004), apresentou baixa Da, Fr e, conseqüentemente, baixo VI (Tabela 2). A baixa ocorrência desta espécie pode ter sido ocasionada pelas condições experimentais observadas dentro das casas de vegetação, principalmente pela reduzida incidência de Fluxo de Fótons Fotossintéticos (FFF), de 500 a 700 µmol, segundo Silva et al. (2013), quando comparados com a incidência encontrada no campo, o que pode ter prejudicado a quebra da dormência de sementes, se presentes no banco em estudo.

Rodrigues (1995) enfatiza que as espécies pioneiras, dominantes no banco de sementes de fragmentos em processo inicial de sucessão secundária, atuam como “cicatrizadoras” de ambientes perturbados e apresentam como característica ecológica a grande eficiência na distribuição de suas sementes por toda a floresta, podendo ficar dormentes no solo (banco de sementes) ou serem continuamente

dispersas pelos animais entre clareiras de diferentes idades (rodrigues, 1995; Neto, et. al., 2010; Weber et al., 2012; Franco, B.K.S. et al., 2012).

Dentre as espécies arbóreas e arbustivas, foram destaques pelo valor de importância, índice que expressa numericamente a importância de uma determinada espécie dentre os indivíduos arbóreas e arbustivos identificados no banco de sementes, as espécies *Piper* sp., seguida de *T. micranta*, *S. stipulaceum*, *Vernonia* sp. e *C. catarinenses*, mostrando que o banco de sementes estudado é composto por grande quantidade de sementes viáveis dessas espécies. Estas, ainda acumularam juntas elevada frequência relativa, quando comparadas aos demais indivíduos arbóreas e arbustivos, caracterizando a distribuição dessas espécies em diferentes pontos do fragmento de mata ciliar em estudo. Nos trabalhos de Scherer e Jarenkow (2006), Peres et al. (2009) e Kunz e Martins, (2014), a espécie *T. micranta*, foi a pioneira mais encontrada em amostragem do banco de sementes do solo. Estes resultados podem ser explicados pela eficiente dispersão da mesma por pássaros e pela grande longevidade das sementes no solo, o que tem favorecido sua abundância no banco de sementes em várias florestas (Grombone-Guaratini e Rodrigues, 2002; Nave, 2005). Além disso é uma espécie comumente encontrada colonizando rapidamente áreas florestais perturbadas, como bordas e grandes clareiras (Castellani e Stubblebine, 1993; Martins e Rodrigues, 2002).

O índice de similaridade (IS) entre as camadas avaliadas foi de 69,84 %, indicando uma alta similaridade de espécies entre elas. Segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), quando o valor desse índice é superior a 25 %, as duas amostras comparadas são consideradas floristicamente semelhantes. Segundo Hall e Swane (1980) a similaridade entre bancos de sementes, principalmente restritos a uma área ou região, é relativamente elevada e, geralmente, maior do que entre vegetações.

O índice de diversidade de Shannon (H'), estimado para as espécies arbóreas e arbustivas, foi de 2,12. Este resultado corrobora os resultados encontrados por Pereira et al. (2010), ao estudarem o banco de sementes do solo em dois ambientes de mata ciliar alterados, como subsídio à recomposição. Sendo assim, o baixo índice de diversidade de Shannon apresentado pelo banco de sementes do solo analisado não representa a diversidade que pode ser encontrada nos fragmentos ciliares. Este valor indica também a homogeneidade do banco de

sementes estudado, o que significa que poucas espécies do local de coleta são responsáveis pela maior proporção de sementes no solo.

Para se obter sucesso com a técnica de transposição do banco de sementes do solo para recuperação de fragmentos florestais degradados, algumas ações são fundamentais. Braga (2005) recomenda, entre outras medidas, que se atente à irrigação, principalmente nos primeiros 15 dias, considerado o período crítico.

Deve-se ainda fazer o controle de pragas, principalmente das formigas cortadeiras, de modo a oferecer suporte ao desenvolvimento dos propágulos, bem como evitar a perda da viabilidade desse material biológico.

A partir dos resultados deste estudo, pode-se afirmar que, apesar da baixa diversidade florística encontrada, o banco de sementes pesquisado é formado por espécies representativas da fase inicial da dinâmica sucessional. Esse resultado indica que essa fonte pode contribuir, de forma positiva, para a utilização da técnica de revegetação, com o propósito de estabelecer a cobertura vegetal de uma área degradada, mesmo não contendo espécies dos estágios mais avançados de sucessão na sua composição. Intervenções complementares futuras, como o enriquecimento do banco de sementes com propágulos ou plantio de mudas, serão eficientes na inserção de espécies mais tardias, após a alteração do ambiente por espécies pioneiras.

6.2. Avaliação das técnicas de recuperação de Matas Ciliares degradadas

6.2.1. Espécies florestais em Plantio puro e em Taungya

6.2.1.1. Sobrevivência

Um mês após o plantio das espécies florestais, foi avaliada a sobrevivência das mudas e a necessidade de replantio. O mesmo não se fez necessário, uma vez que a taxa de mortalidade encontrada na ocasião foi considerada baixa (menor que 5%) para plantio de mudas na recuperação de Matas Ciliares. Segundo Attanasio (2008), o replantio consiste na reposição, em até 60 dias após o plantio das mudas que morreram e deve ser realizado sempre que a mortalidade for superior a 5%.

Ainda segundo Attanasio (2008) a muda a ser replantada deve exercer a mesma função no processo de restauração, daquela que morreu.

Possivelmente, as práticas de manejos adotadas, tais como a aplicação de hidrogel, deposição de cobertura morta ao redor das plantas, irrigação de salvamento quando a precipitação não foi adequada e também pela qualidade das mudas, resultaram no sucesso do plantio e na baixa taxa de mortalidade. Smith e Strub (1991) afirmam que a mortalidade natural de árvores em projetos de recuperação florestal ocorre nas fases de implantação e na competição entre árvores. Na implantação, altas taxas de mortalidade devem-se à qualidade das mudas, práticas de plantio, da intensidade de preparo da área a ser recuperada e das condições de umidade. Por outro lado, na fase de competição entre árvores, a mortalidade é afetada pelo espaçamento.

Aos oito meses após a implantação do experimento, foi avaliado o índice de sobrevivência para as espécies florestais nos dois sistemas de manejo empregados (Plantio e Taungya). Sendo que não foi observada diferença para este índice entre os sistemas avaliados (Apêndice 3A). Ao mesmo tempo, quando comparado entre os grupos ecológicos das Pioneiras e Não Pioneiras, o índice de sobrevivência também não apresentou diferença significativa (Figura 10).

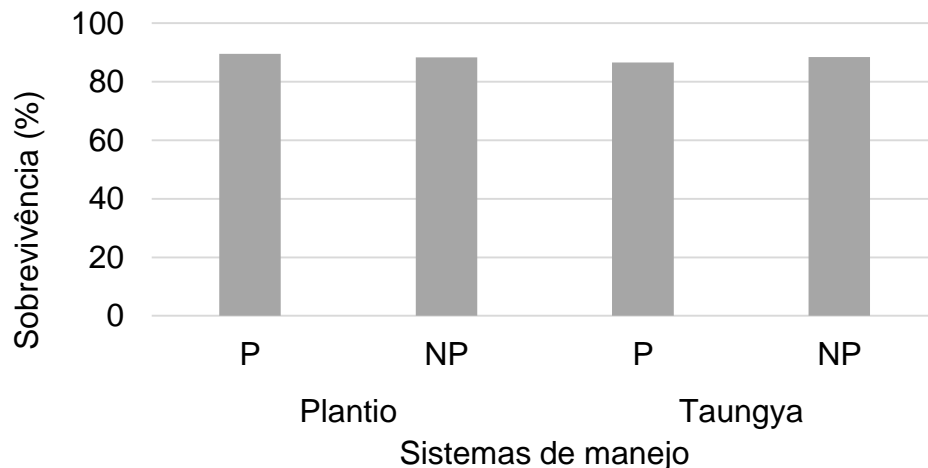


Figura 10. Índice de sobrevivência (%) das espécies florestais considerando o grupo ecológico (Pioneiras = P e Não Pioneiras = NP) em dois sistemas de manejos (Plantio e Taungya), aos 8 meses após o plantio na margem do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Médias seguidas pela mesma letra na linha, dentro de cada sistema de manejo não diferem entre si pelo teste F (5%).

As taxas de sobrevivência para ambos os grupos ecológicos foram maiores que 80% nos dois sistemas de manejo (Figura 10). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2002), ao comparar a capacidade de recuperação de uma mata ciliar degradada de dois sistemas agroflorestais e de um plantio com espécies florestais arbóreas nativas instalados às margens do Rio Corumbataí em Piracicaba, SP. Nos tratamentos avaliados, apenas 3 espécies apresentaram sobrevivência menor do que 80%, que segundo o autor, pode ser devido à época de plantio e ao tipo da muda.

Dentre as espécies com menor sobrevivência em ambos os tratamentos, encontram-se o *Anacardium occidentale* (Caju), espécie pioneira e o *Genipa Americana* (Jenipapo), espécie não pioneira (Tabela 8)

Tabela 8. Número de indivíduos e percentual de sobrevivência em dois sistemas de manejos (Plantio e Taungya), aos 8 meses após o plantio na margem do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ

ESPÉCIE	PLANTIO		TAUNGYA	
	N	Sobrevivência (%)	N	Sobrevivência (%)
Leiteira	50	100	28	100
Goiaba	17	100	12	100
Caju	52	73	43	71
Pau ferro	8	100	8	100
Mololô	12	100	14	93
Gabiroba	8	87,5	7	100
Jenipapo	8	25	8	25
Araçá	8	100	7	100
Ingá	8	100	8	100
Aroeira	15	100	28	96
Pitanga	9	100	8	100
Monjolo	29	90	52	90

N = Número de indivíduos das espécies plantadas em cada tratamento (Plantio e Taungya).

Essa baixa sobrevivência pode ser em função da irregularidade das mudas no plantio (Tabela 2), principalmente as de caju, cujas mudas foram produzidas em tubetes pequenos (50 cm³), diferente das demais, e por isso apresentavam menor tamanho e sistema radicular confinado. Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do colo e a altura são características importantes para definir a sobrevivência e crescimento após o plantio. Esses autores, afirmam que, dentro de uma mesma

espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, pois apresentam capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

O Jenipapo por sua vez, pode ter apresentado menor sobrevivência por se tratar de uma espécie de estágios mais avançados da sucessão, mais exigentes em sombreamento no início de seu desenvolvimento (Kageyama e Gandara, 2000). O plantio simultâneo entre espécies pioneiras e não pioneiras, não favoreceu, em tão curto prazo, a criação de condições adequadas para a sobrevivência desta espécie, frente às condições climáticas encontradas na região de implantação do experimento. Segundo Beltrame (2013), um período reduzido de cultivos nas entrelinhas não é suficiente para criar condições locais favoráveis ao desenvolvimento das espécies não pioneiras.

Junglos e Morais (2010) observaram um índice de sobrevivência muito abaixo do índice apresentado por este experimento, ao acompanharem o plantio heterogêneo de mudas de espécies florestais nativas, realizado em área brejosa, próximo a um curso d'água, no município de Ivinhema, MS. A sobrevivência das mudas quando comparadas por grupo ecológico, foi maior para as pioneiras (45,5%) do que para as não pioneiras (33,3%). Segundo estes autores, o comportamento encontrado pode ser devido ao tamanho desuniforme das mudas utilizadas e também às condições edafoclimáticas.

Já Amador e Viana (1998) encontraram elevado percentual de sobrevivência (93%), aos dez meses após o plantio, ao avaliarem sistemas agroflorestais (SAFs, visando à recuperação nas bordas e no interior de um fragmento florestal conhecido como "Capuava", localizado a 15 quilômetros do município de Piracicaba, SP.

Beltrame (2013) não encontrou diferença na sobrevivência de espécies florestais entre três sistemas de cultivos, conduzidos com *Cajanus cajan* L. Millsp. (Feijão guandu), *Lablab purpureus* L. Sweet (Labe labe) e Sistema Agroflorestal (SAF), em plantios de restauração ecológica no Pontal do Paranapanema, SP, não havendo interação negativa nem positiva com cultivos intercalares.

6.2.1.2. Características dendrométricas

O crescimento rápido das árvores em altura é importante, pois diminui o tempo necessário de manutenção dos sistemas de recuperação. No entanto, os

sistemas de manejo adotados não influenciaram o desenvolvimento destas espécies, tanto no incremento relativo em altura, quanto no incremento relativo em diâmetro à altura do colo (IRD), nos primeiros 8 meses após o plantio dessas espécies, com exceção do incremento em altura da Gabiroba (Figuras 11 e 12).

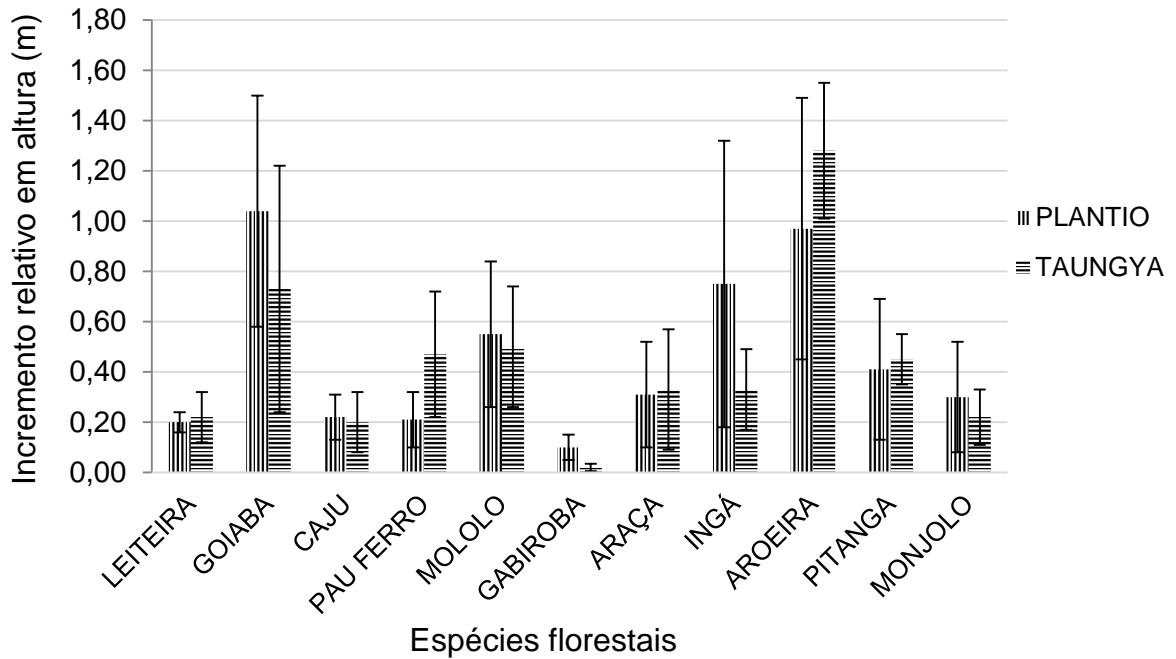


Figura 11. Valores médios de incremento relativo em altura das espécies florestais em dois sistemas de manejo (Plantio e Taungya), do plantio até o 8º mês, na margem do rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara-RJ. Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%).

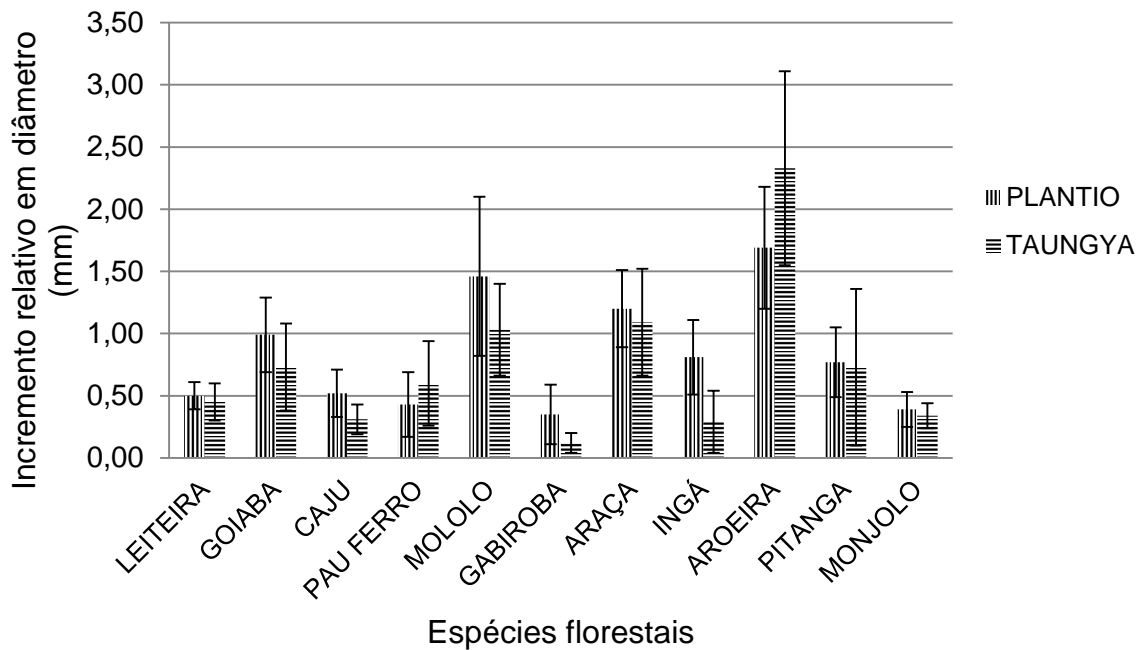


Figura 12. Valores médios de incremento relativo em diâmetro à altura do colo das espécies florestais em dois sistemas de manejo (Plantio e Taungya), aos 8 meses após o plantio na margem do rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara-RJ.

Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%).

A espécie *Campomanesia guazumifolia* (Gabirola), classificada como não pioneira (Vaccaro, et al., 1999; Fonseca e Rodrigues, 2000; Kageyama e Gandara, 2000; Hardt et al., 2006; Aquino e Barbosa, 2009; Aguiar et al., 2013), apresentou menor IRH no sistema consorciado (Figura 11), podendo ter sofrido efeito competitivo. Por pertencer a estágios mais avançados da sucessão ecológica, essa espécie pode, ainda, ter sofrido maior interferência da luz solar através da exposição direta das mudas no plantio (Barbosa, et al., 1992).

Segundo Barbosa et al. (1992), incrementos relativos em altura (IRH) são maiores para as espécies consideradas dos estágios iniciais da sucessão vegetal. Essas espécies, classificadas como pioneiras, apresentam maior rusticidade e por isso, têm maior capacidade de se estabelecer em ambientes menos favoráveis. No entanto este comportamento não foi observado entre os dois sistemas de manejos (Plantio e Taungya), quando comparados os grupos ecológicos das pioneiras e não pioneiras (Tabela 9).

Tabela 9. Valores médios de incremento relativo em altura (IRH) e em diâmetro à altura do colo (IRD), sobrevivência, área e cobertura de copas, considerando o grupo ecológico (Pioneiras e Não Pioneiras) entre os diferentes sistemas de manejos (Plantio e Taungya). P = Pioneiras, NP = Não Pioneiras

	PLANTIO		TAUNGYA	
	P	NP	P	NP
IRH (m)	0,357 a	0,360 a	0,382 a	0,316 a
IRD (mm)	0,655 a	0,865 a	0,718 a	0,643 a
Área de copas (m²)	7,76 a	2,34 b	10,67 a	1,92 b
Cobertura de copas (%)	1,54 a	0,46 b	2,11 a	0,38 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha, dentro de cada sistema de manejo não diferem entre si pelo teste F (5%).

Em outros estudos entre tratamentos consorciados e não consorciados, também não foram observadas diferenças no incremento relativo em altura das espécies arbóreas (Schreiner e Baggio, 1984; Schreiner e Balloni, 1986; Passos, 1990; Beltrame, 2013). Por outro lado, Souza et al. (2010), estudando o comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia, observaram respostas distintas para as diversas espécies avaliadas nos dois sistemas de manejo. O que, segundo esses autores, sugere uma seleção rigorosa das espécies a serem utilizadas em projetos de recuperação, conforme o manejo a ser adotado.

Mesmo não sendo observada diferença significativa para IRD, entre os diferentes sistemas e grupos ecológicos, nota-se que para a maioria das espécies, essas variáveis são menores no Taungya. Souza, (2006) também encontrou menores diâmetros das árvores nativas quando cultivadas em SAF complexo, com maior densidade de plantas, quando comparado com outros sistemas de cultivo, dentre eles o SAF simples e Sistema de plantio convencional.

Dentre as espécies estudadas, somente a *Schinus terebinthifolius* (Aroeira), foi favorecida pelo sistema Taungya, quanto a área apresentada por sua copa, aos 8 meses após plantio (Figura 13), característica de grande importância em trabalhos de revegetação.

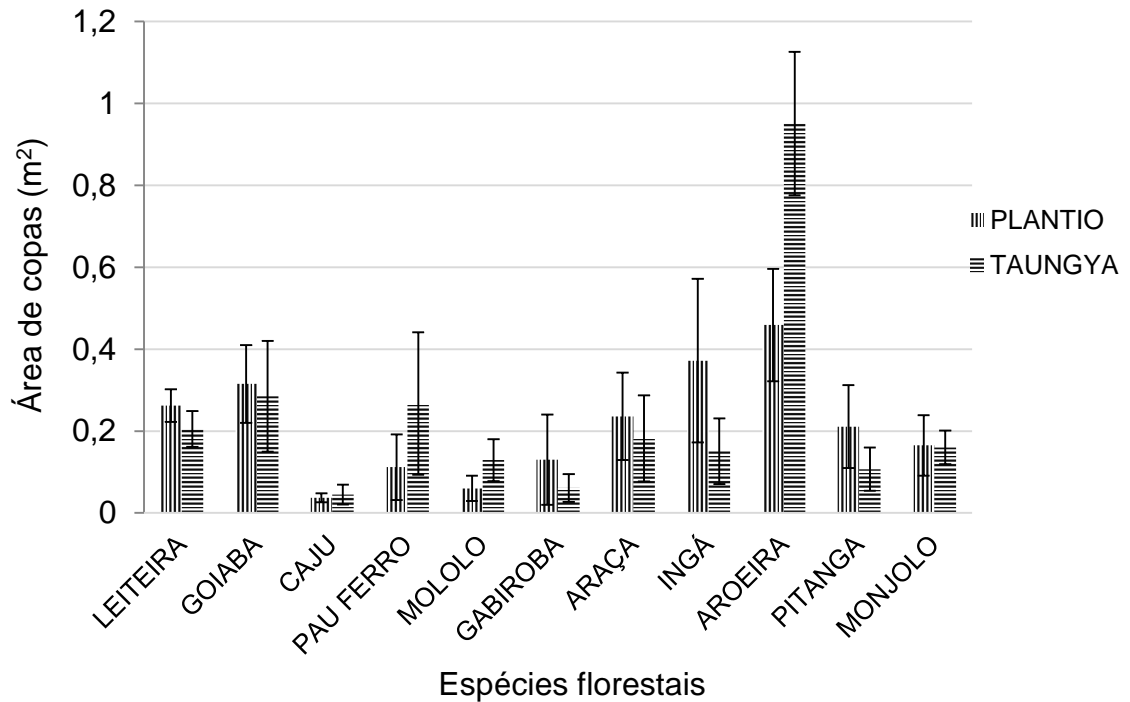


Figura 13. Valores médios de área da copa das espécies florestais nativas em dois diferentes sistemas (Plantio e Taungya), aos 8 meses após o plantio na margem do rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara-RJ.

Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%)

A Aroeira, além de ser empregada como lenha, carvão, moirões e cercas vivas, possui frutos apreciados na culinária e atrativos para aves silvestres e abelhas. Trata-se de uma espécie com potencial agregação de renda e com grande importância para trabalhos de recuperação de áreas degradadas (Baggio, 1988; Wolff, 2007).

Ceconi (2010) observou maior crescimento da Aroeira em relação a diferentes espécies, pioneiras e não pioneiras, utilizadas em plantio convencional de mudas para recuperação da mata ciliar na microbacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim em Santa Maria, RS, refletindo assim o seu potencial para uso em recuperação de Matas Ciliares.

Souza (2001), avaliando o comportamento de 12 espécies na recuperação de área degradada por extração de areia, encontrou maior crescimento em altura e diâmetro da copa de aroeira, aos 12 e aos 18 meses após o plantio, respectivamente.

Independente dos sistemas de plantio, as espécies pioneiras apresentaram maior área de copa e, conseqüentemente, maior cobertura de área. (Tabela 9).

A cobertura das copas controla a quantidade, qualidade e distribuição temporal e espacial da luz, determinando níveis diferenciados de umidade do ar, temperatura e condições de umidade do solo, além de promover a interceptação das chuvas, reduzindo o impacto direto sobre o solo (Jennings et al., 1999).

Sendo assim, o incremento da cobertura é fundamental para os processos de recuperação de matas ciliares degradadas, uma vez que a diminuição da luminosidade incidente no solo favorece, dentre outros fatores, o controle da mato-competição (Guilherme, 2000; Silva, 2002).

Diante disso, é importante destacar a importância da Aroeira, uma vez que o fechamento rápido das copas favorece a redução de intervenções com capinas e permite proteção ao solo.

A espécie *Sapium glandulosum* (Leiteira), considerada uma espécie pioneira, rústica e de crescimento rápido, não apresentou crescimento dentro do padrão encontrado por diferentes autores para espécies deste grupo sucessional (Carvalho, 1994; Souza, 2000; Silva, 2002; Souza e Piña-Rodrigues, 2013).

Fragoso (2013) encontrou crescimento superior para a Leiteira, em comparação com os resultados deste estudo. Ao longo de um ano de avaliação de três tratamentos para restauração ecológica em área reflorestada no domínio da floresta estacional semidecidual, foram observados acréscimos médios anual em diâmetro e altura de 4,12 mm e 14,21 cm, respectivamente. Segundo Carvalho (2006), esta espécie pode ocorrer em diferentes ambientes, pois apresenta boa plasticidade quanto à fertilidade do solo. É considerada ainda uma planta colonizadora, de crescimento rápido e com sistema radicular agressivo, o que proporciona à espécie uma boa cobertura inicial do solo (Santarelli, 1996). No entanto, os indivíduos desta espécie encontram-se, em sua grande maioria, amarelados e com desenvolvimento abaixo do descrito por diferentes autores, para espécies pioneiras (Figura 14).



Figura 14. Aspecto visual da *Sapium glandulosum* (Leiteira) nos diferentes tratamentos testados, em revegetação ciliar, às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ. A e C = Plantio puro; B e D = Sistema Taungya.

As demais espécies pioneiras, *Schinus terebinthifolius* (Aroeira), *Parapiptadenia rigida* (Monjolo), *Anacardium occidentale* (Caju) e *Psidium guajava* (Goiaba) estão apresentando bom crescimento independente do tratamento. Vale ressaltar que alguns indivíduos destas espécies, quando observados individualmente, apresentaram melhor aspecto visual (mais verdes e vistosas) no sistema Taungya (Figura 15). Indicando provável interação positiva que, embora não tenha se refletido nas avaliações dendrométricas até o oitavo mês após o plantio, poderá ser detectada em análises futuras de crescimento, ecofisiológicas e nutricionais.



Figura 15. (A) Aspecto visual da espécie *Anacardium occidentale* (Caju) e (B) *Parapiptadenia rígida* (Monjolo), no sistema Taungya, em revegetação ciliar, às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Outra característica importante, apresentada pelo Monjolo, foi a seca da ponteira (gema apical), na grande maioria dos indivíduos nos dois tratamentos (Figura 16). No entanto esta seca não prejudicou a espécie, pois logo em seguida apresentaram brotações ao longo de seus ramos e recuperaram o crescimento.



Figura 16. Aspecto visual da espécie *Parapiptadenia rígida* (Monjolo), no sistema Taungya, em revegetação ciliar, às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ. (A) Seca da gema apical, (B) Desenvolvimento da espécie aos 8 meses após o plantio.

Algumas espécies não pioneiras também apresentaram melhor aspecto visual no sistema Taungya. Mesmo sem a influência do manejo sobre as características de crescimento, algumas espécies encontravam-se mais vistosas. Esse comportamento foi observado, principalmente, para *Psidium acutangulum* (Araçá), *Eugenia uniflora* (Pitanga), *Caesalpinia ferrea* (Pau Ferro) (Figura 17) e *Piptocarpha macropoda* (Mololo), o que pode ser atribuído ao manejo adotado neste sistema, que também contou com a presença de uma leguminosa (Feijão) que, embora apresente pequena fixação biológica do nitrogênio, quando comparada à fixação realizada por outras espécies ou por alguns adubos verdes, pode ter contribuído com o aumento da disponibilidade de nitrogênio no sistema.



Figura 17. Aspecto visual da espécie *Caesalpinia ferrea* (Pau Ferro), no sistema de manejo Taungya em revegetação ciliar, às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Na análise visual do experimento, observa-se um desenvolvimento uniforme das espécies florestais dispostas nos blocos I, II e III. Por outro lado, a resposta, tanto das espécies arbóreas quanto das espécies agrícolas no bloco IV, foi diferente dos demais blocos. Este bloco apresentou um solo com maior acúmulo de água, principalmente em situação de alta precipitação e na ocasião das irrigações que foram realizadas. Este acúmulo de água prejudicou a sobrevivência e o desenvolvimento das espécies florestais e agrícolas. Mesmo sem efeito dos

tratamentos sobre o percentual de sobrevivência, o bloco IV apresentou menor percentual para as espécies florestais.

Sendo assim, recomenda-se em áreas com essas características o emprego de espécies florestais e agrícolas mais tolerantes ao encharcamento eventual do solo. Segundo Martins (2001), espécies como Gabiroba, Pitanga, Leiteira, dentre outras, não são indicadas para plantio em áreas com inundação temporária como foi observado no bloco IV. Para essas áreas seriam indicadas espécies como *Croton urucurana* (Sangra D'água) e *Inga affinis* (ingá-doce), espécies que apresentaram elevados índices de sobrevivência em estudo realizado por Davide et al. (1996).

Uma indicação de que a utilização do consórcio entre espécies florestais espécies agrícolas e espécies arbóreas não foi prejudicial ao desenvolvimento inicial das árvores, foi confirmada pela inexistência de diferenças para as características dendrométricas avaliadas, entre os dois sistemas de manejos (Plantio e Tunagya), exceto para a Gabiroba.

6.2.1.3. Análise química do solo

A análise da fertilidade entre os sistemas de manejos (Plantio e Taungya) mostrou que as condições de acidez do solo são consideradas adequadas para fins agronômicos. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e/ou profundidade de coleta para as análises das variáveis P, K, Ca, Mg, C, MO, Mn, Cu, Zn, SB, T e V (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios para atributos químicos do solo, obtidos a partir de análise do solo, comparados entre duas profundidades de coleta e entre dois sistemas de manejos (Plantio e Taungya), para recuperação de mata ciliar às margens do Rio Paraíba do Sul no município de Itaocara, RJ

VARIÁVEIS	UNIDADES	SISTEMA DE PLANTIO	
		PLANTIO	TAUNGYA
pH em água	-	5,55 a	6,06 a
Fósforo (P)	mg dm ⁻³	5,0 b	7,5 a
Potássio (K)	mg dm ⁻³	117,12 a	88,37 a
Cálcio (Ca)	cmol _c dm ⁻³	1,06 b	2,36 a
Magnésio (Mg)	cmol _c dm ⁻³	0,62 b	1,56 a
Enxofre (S)	mg dm ⁻³	9,56 a	16,8 a
Acidez potencial (H + Al)	cmol _c dm ⁻³	3,88 a	3,77 a
Soma de bases (SB)	cmol _c dm ⁻³	2,012 b	4,38 a
CTC a pH 7 (T)	cmol _c dm ⁻³	5,90 b	8,15 a
Saturação por bases (V)	%	34,09 b	51,17 a
Ferro (Fe)	mg dm ⁻³	50,25 a	42,33 a
Cobre (Cu)	mg dm ⁻³	1,57 b	2,33 a
Zinco (Zn)	mg dm ⁻³	2,43 b	3,46 a
Manganês (Mn)	mg dm ⁻³	28,77 b	39,54 a
Boro (B)	mg dm ⁻³	0,17 a	0,19 a
Matéria orgânica (MO)	g dm ⁻³	14,28 b	18,16 a
Carbono	%	0,82 b	1,05 a

*Médias seguidas pela mesma letra na linha, dentro de cada variável não diferem entre si pelo Teste F (5%).

* Análises realizadas pelo Centro de Análises da Universidade Estadual Rural do Rio Janeiro, Campus Campos dos Goytacazes. Extrator Carolina do Norte. Extrato Carolina do Norte.

Foi observado maior teor de Matéria Orgânica do solo (MO) e carbono (C) do solo no sistema de Taungya e na camada superficial amostrada (0 a 10 cm) nos dois sistemas. No consórcio, o cultivo das espécies agrícolas bem como o manejo utilizado para a sua produção, contribuiram para maior deposição de matéria orgânica no solo. A diferença entre os teores de matéria orgânica do solo está diretamente relacionada às mudanças nos sistemas de manejo, que podem afetar

os teores de carbono do solo, pela alteração do aporte anual de resíduos vegetais, pelas culturas agrícolas e pela modificação na taxa de decomposição da matéria orgânica do solo (Leite et al., 2003).

A MO é fundamental, uma vez que exerce efeito direto e indireto na fertilidade do solo. Atua como fonte de macronutrientes (N, S e P), de vários micronutrientes e contribui para o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, além de estabilizar o pH e reter cátions e ânions (Casagrande e Soares 2007). Seu incremento é considerado um importante indicador da sustentabilidade em trabalhos de recuperação de áreas degradadas, pois facilita o desenvolvimento da flora e fauna do solo (Marin, 2002; Jaramillo-Botero et al., 2008; Machado et al., 2008; Pinto et al., 2008; Lima et al., 2010).

Silva et. al. (2011), avaliando as propriedades químicas de solo sob reflorestamento ciliar, após 20 anos de plantio em área de cerrado, observaram que as propriedades químicas avaliadas no reflorestamento ciliar se assemelhavam às propriedades do solo sem perturbação antrópica da região estudada. Observaram que as espécies plantadas no reflorestamento ciliar contribuíram com a deposição de material orgânico para reciclagem de nutrientes, o que manteve as propriedades químicas do solo em boas condições para o estabelecimento da mata ciliar. Sendo assim, espera-se que ao longo dos anos, as espécies arbóreas utilizadas neste experimento, bem como as de culturas agrícolas, utilizadas nas entrelinhas, possam contribuir cada vez mais para o incremento da matéria orgânica do solo e melhoria nas condições do mesmo ao longo dos anos.

As diferenças observadas para alguns macronutrientes (Tabela 10), entre os sistemas de manejos e/ou profundidades de coleta das amostras de solo, foram devido à adubação de correção e adubação de produção realizadas para as culturas agrícolas, contribuindo para o aporte desses nutrientes. Ao longo do primeiro ano de implantação dos sistemas de recuperação foram realizadas adubações de plantio para as espécies florestais arbóreas e agrícolas. Para as espécies agrícolas foi ainda realizada uma adubação de cobertura no segundo ciclo do cultivo, que contou com o consórcio entre milho e feijão nas entrelinhas das espécies florestais. Segundo Silva et al. (2011), o acúmulo de nutrientes na camada mais superficial do solo decorre também dos resíduos provenientes da parte área dos componentes dos sistemas. Neste estudo, foi observado principalmente para as espécies agrícolas.

Os teores de P na camada superficial do solo aos nove meses após a implantação do experimento, são maiores do que os encontrados na análise inicial (Tabela 4). Estes também são maiores para o sistema Taungya, quando comparados ao sistema de plantio puro, em função da adubação do feijão e do milho.

Cavenage (1996) encontrou valores para fósforo de 5,30 3,90, e 1,80 mg.dm⁻³, em diferentes profundidades, estudando propriedades químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes vegetações, incluindo a área de reflorestamento ciliar, aos 10 anos após o plantio, à margem do reservatório de Ilha Solteira. Valores estes, inferiores aos encontrados por Silva et al. (2011), 20 anos após a implantação de reflorestamento ciliar em área de cerrado. Isto demonstra o aumento deste nutriente ao longo dos anos. Dessa forma, espera-se que ao longo dos anos o aporte deste e demais nutrientes, na área em estudo, seja alterado pela prática de recuperação de áreas ciliares, com a implantação de espécies arbóreas, agrícolas e com as práticas de manejo adotadas em cada tratamento.

Foram observados também maiores teores de Ca, Mg, Cu, Zn, SB, T e V no sistema Taunya, quando comparado ao sistema de plantio puro. Iwata et al. (2012), ao avaliarem efeitos dos sistemas agroflorestais sobre os atributos químicos do solo em relação aos sistemas de cultivos tradicionais, em área de cerrado no estado do Piauí, também observaram maiores teores de Ca e Mg, SB, T e V em solos sob estes sistemas. Segundo Lima (2008), esses altos teores podem estar relacionados à atividade de decomposição realizada pela biota do solo que este ambiente proporciona. Ao mesmo tempo, a presença dos componentes agrícolas nestes sistemas promove maior deposição de material vegetal, influenciando as reações químicas no solo e contribuindo para a melhoria dos parâmetros de fertilidade do solo (Campanha et al., 2007).

6.2.2. Avaliação entre os modelos de revegetação

6.2.2.1. Análises microbiológicas

Observou-se incremento em número de bactérias por grama de solo entre a coleta 1, realizada após marcação da área para implantação das técnicas de recuperação, e a coleta 2, aos nove meses, exceto na área onde não houve intervenção (Figura 18). Não houve efeito dos tratamentos nem das coletas sobre

a quantidade de fungos no solo (Figura 19). O manejo adotado entre os diferentes sistemas associado às condições climáticas (temperatura e precipitação), favoreceram o incremento do número de bactérias por grama de solo a partir da implantação dos tratamentos utilizados

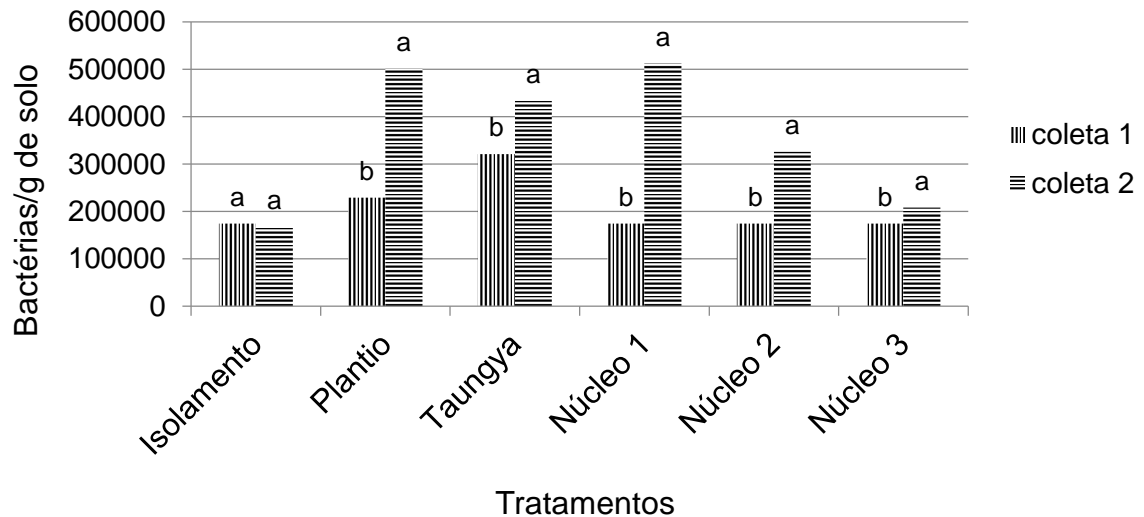


Figura 18. Número de bactérias por grama de solo obtido a partir da análise microbiológica realizada após a demarcação da área (Coleta 1) e aos 9 meses (Coleta 2) após implantação do experimento, às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Núcleo 1 = Amostra no centro do núcleo; Núcleo 2 = Amostra a 50 cm do centro; Núcleo 3 = Amostra a 1 m do centro.

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não diferem entre si pelo teste de F (5%).

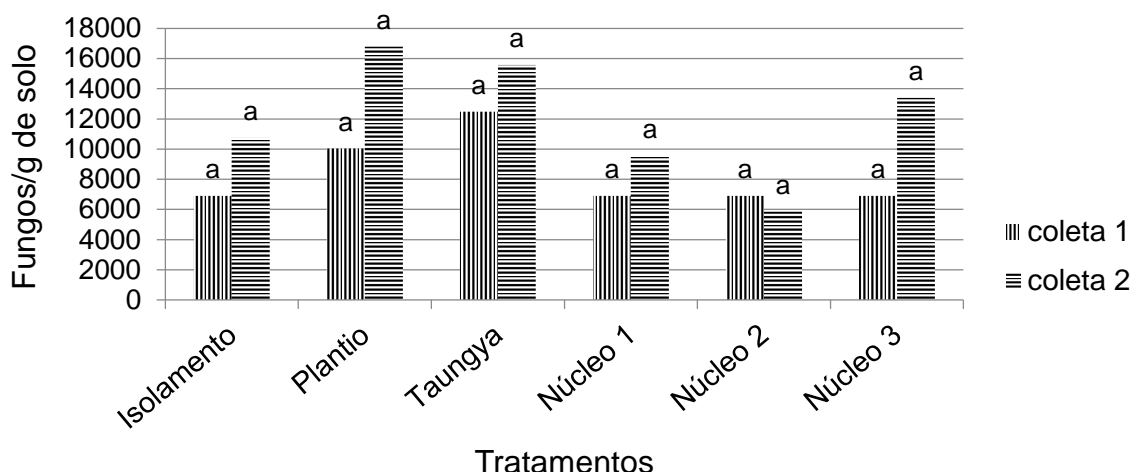


Figura 19. Número de fungos por grama de solo obtidos a partir de análise microbiológica realizada após a demarcação da área (Coleta 1) e aos 9 meses (Coleta 2) após implantação do experimento, às margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Núcleo 1 = Amostra no centro do núcleo; Núcleo 2 = Amostra a 50 cm do centro; Núcleo 3 = Amostra a 1 m do centro.

Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada tratamento não diferem entre si pelo teste de F (5%).

Fatores climáticos como temperatura e umidade afetam a atividade dos microrganismos presentes no solo (Cattelan e Vidor, 1990). Sendo assim, Alvez et al. (2011) encontram influência do período de coleta na atividade microbiana do solo. Segundo esses autores, maior atividade microbiana do solo foi encontrada em período chuvoso. Resultados que estão de acordo com os descritos por diferentes autores, que também encontraram maior atividade dos microrganismos do solo em período chuvoso (Marchiori Júnior e Melo, 2000; Melloni et al. 2001; Silveira et al., 2006).

Por outro lado, não houve influência dos tratamentos sobre o número de microrganismos presentes no solo até os 9 meses após a implantação dos modelos de recuperação. Esperava-se observar influência dos tratamentos de acordo com o manejo empregado em cada um deles. No sistema Taungya, por exemplo, esperava-se que a deposição da palhada provenientes das espécies agrícolas fosse contribuir com o aporte desses microrganismos ao solo.

Souza (2002) também não encontrou diferenças entre técnicas de recuperação de áreas ciliares degradadas (Sistemas Agroflorestais, Sistema Florestal convencional e testemunha – sem plantio de qualquer espécie) para a atividade microbiana do solo, 1 ano após a implantação do experimento. Este autor supõe

que a coleta das amostras de solo após 1 ano da implantação do experimento tenha sido insuficiente para que a análise de biomassa microbiana detectasse mudanças do nível de microrganismos do solo. Nogueira Jr (2000), estudando vários métodos de recuperação, observou diferenças na biomassa microbiana somente na avaliação feita 18 meses após a implantação dos sistemas.

Assis Júnior et al. (2003) encontraram maior atividade biológica em plantios consorciados de eucalipto com arroz quando comparados à monocultura. Por outro lado, encontraram as maiores taxas de atividade microbiológica no solo na mata nativa o que possibilita concluir que o aumento da diversidade é um fator importante para a ciclagem dos nutrientes. Sendo assim, espera-se que o aumento da diversidade das áreas em recuperação, venha contribuir com o aumento da atividade microbiana da mesma.

Vasconcellos et al. (2013), buscando identificar quais atributos do solo (físicos, químicos e microbiológicos) mais influenciam o teor de C, N, P e umidade da serapilheira em áreas de mata ciliar com diferentes idades de recuperação (20, 10 e cinco anos), em comparação com uma área nativa, encontraram para os atributos microbiológicos avaliados (respiração basal do solo, carbono da biomassa microbiana, dentre outros) relação direta e proporcional ao aumento da idade das áreas em recuperação. Para estes atributos os autores observaram uma correlação direta com o aumento do C total do solo. Sendo assim, a adoção de técnicas e manejos para a recuperação das áreas, visando reduzir perda de C, compactação do solo, e ao mesmo tempo maior aporte vegetal e de serapilheira sobre o solo, auxiliaram na maior estabilidade da microbiota (Dinesh et al., 2003; Allison e Jastrow, 2006).

De acordo com Perez et al. (2004), os Sistemas Agroflorestais com leguminosas e cultivo nas entrelinhas podem contribuir com maior atividade biológica seguida de maior aporte de resíduos, o que faz os níveis de carbono (matéria orgânica) aumentarem. O uso de espécies leguminosas herbáceas e arbustivas tem sido indicado por diversos autores, tendo em vista que as leguminosas são fixadoras de nitrogênio e são importantes para a atividade microbiana do solo, uma vez que promovem a cobertura do solo (Queiroz et al., 2007; Rovedder e Eltz, 2008).

Em relação à nucleação, realizada a partir do transporte do banco de sementes do solo é importante ressaltar que, mesmo não havendo efeito

significativo dos tratamentos, a coleta realizada no centro de cada núcleo de solo (Núcleo 1), mostrou maior incremento para bactérias, o que confirma a condição de preservação do fragmento florestal utilizado para coleta de solo a ser transposto. Observa-se, ainda, a redução gradativa deste incremento com o afastamento do núcleo, indicando a influência do mesmo sobre o entorno.

Segundo Silveira et al. (2006), a degradação de áreas promove forte impacto negativo na microbiota do solo, reduzindo o número de todos os grupos de microrganismos estudados. Estes autores consideraram os microrganismos como bons indicadores da recuperação de solos das áreas degradadas. Sendo assim, técnicas e manejos empregados na recuperação de áreas degradadas que possam favorecer a manutenção e o incremento da microbiota do solo, conseqüentemente irão influenciar de forma positiva na recuperação dessas áreas.

6.2.2.2. Levantamento fitossociológico e regeneração natural

Aos oito meses após implantação do experimento, nas áreas com os quatro tratamentos testados para recuperação de mata ciliar degradada do rio Paraíba do Sul, foram quantificados e identificados em levantamento fitossociológico 2985 indivíduos, classificados quanto ao hábito de crescimento em arbóreos, arbustivos e herbáceos (Tabela 11).

Foram amostradas 46 espécies, 40 gêneros pertencentes a 25 famílias, sendo 1 espécie identificada apenas em nível de família e 3 espécies não foram identificadas. As famílias com maior número de espécies foram, Asteraceae (10 espécies) e Poaceae (4 espécies). Poaceae apresentou 49,75% do total de indivíduos, seguida de Asteraceae (16,18%) e Fabaceae (10,6%).

Dentre as espécies arbóreas e arbustivas de ocorrência espontânea entre os tratamentos testados foram identificadas *Schinus terebinthifolius*, que apresentou maior ocorrência, com 15 indivíduos, seguida de *Vismia guianensis* (7), *Croton urucurana* (5), *Trichilia hirta* (3), e *Trema micranta* (3), *Braccharis dracunculifolia* (2), *Cecropia catarinenses* (1) e *Peltophorum dubiu*, (1).

Tabela 11. Lista de espécies com ocorrência natural e sua respectiva classificação em hábito (HAB) e grupo ecológico (GE) e número total de indivíduos identificados e quantificados nos diferentes tratamentos testados na recuperação de mata ciliar degradada do rio Paraíba do Sul, na região Noroeste Fluminense, Itaocara, RJ

FAMÍLIA/ESPÉCIE	NOME COMUM	HAB	GE	NÚMERO DE INDIVÍDUOS				
				T1	T2	T3	T4	T4N
Amaranthaceae								
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	Apaga-fogo	H	PR	2	-	6	1	
Anacardiaceae								
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeria	A	P	8	-	-	7	
Asteraceae								
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Mata-pasto	H	AN	-	-	2	-	
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.	Carrapicho	H	AN	-	-	1	-	
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Alecrim	A	P	1	-	-	1	
<i>Bidens</i> sp.	Picão	H	AN	-	-	-	-	5
<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrader ex. DC.) King & Robinson	Mata pasto	ARB	PR	1	-	-	-	5
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	Buva	H	AN	42	12	-	37	24
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Falsa serralha	H	AN	-	-	-	-	1
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Botão-de-ouro	H	AN	5	2	23	2	4
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Couvinha	H	AN	3	-	-	2	4
<i>Praxelis pauciflora</i> (Kunth) R. M. King & H. Rob.	Botão-azul	H	AN	66	25	-	61	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha	H	AN	3	3	2	4	1
<i>Vernonia</i> sp.	Assapeixe	ARB	PR	80	27	5	73	9
Boraginaceae								
<i>Cleome affinis</i> DC.	Sojinha	H	AN	4	-	-	2	
<i>Heliotropium indicum</i> L.	Crista-de-galo	ARB	AN	-	-	-	-	21
Cannabaceae								
<i>Trema micranta</i> (L.) Blume	Crindiúva	A	P	-	-	-	3	8
Cecropiaceae								
<i>Cecropia catarinensis</i> Cuatrecasas	Embaúba	A	P	1	-	-	-	

Tabela 11. Cont.

Clusiaceae								
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Lacre	A	P	6	-	-	1	
Commelinaceae								
<i>Commelina</i> sp.	Trapoeiraba	H	PR	32	15	95	21	56
Convolvulaceae								
<i>Ipomoea</i> sp.	Corda-de-viola	H	AN	48	22	14	50	
Cyperaceae								
<i>Cyperus odoratus</i> L.	Tiricão	H	PR	-	1	1	-	
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca	H	PR	-	-	85	-	
<i>Cyperus flavus</i> (Vahl) Ness.	Junça	H	PR	-	-	-	-	9
Dennstaedtiaceae								
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon.	Samanbaia-do-campo	H	PR	2	-	-	3	-
Euphorbiaceae								
<i>Croton urucurana</i> Baill.	Urucurana	A	P	5	-	-	-	
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mandioca	ARB	P	4	-	-	5	
Espécie 1	Trepadeira	ARB	-	-	12	14	3	
Fabaceae								
<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Acácia-rasteira	H	PR	-	-	-	-	2
<i>Desmodium uncinatum</i> (Jacq.) DC.	Carrapicho	ARB	PR	30	24	-	50	13
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Anileira	ARB	AN	42	62	61	47	31
<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormideira	ARB	PR	4	2	1	4	
<i>Senna</i> sp.	-	ARB	SI	-	-	-	-	2
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula	A	P	-	-	-	1	85
Lamiaceae								
<i>Hyptis brevipes</i> Poit.	Fazendeiro	ARB	PR	-	-	2	-	6
Malvaceae								
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanxuma	ARB	AN	1	3	2	-	1
<i>Sidastrum micranthum</i> (St.-Hill.) Fryxell	Falsa-guaxima	ARB	PR	-	-	2	-	6

Tabela 11. Cont.

Meliaceae									
<i>Trichilia hirta</i> L.	Catiguá	A	SI	3	-	-	-	-	-
Mytaceae									
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	A	P	1	-	-	3	-	-
Onagraceae									
<i>Ludwigia</i> sp.	Cruz-de-malta	H	AN	-	1	9	-	-	-
Piperaceae									
<i>Piper</i> sp.	Piper	ARB	P	26	-	-	14	-	-
Phyllanthaceae									
<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Quebra-pedra	H	AN	2	4	56	3	11	-
Poaceae									
<i>Bacharia mutica</i> (Forssk.) Stapf	Capim-angola	H	PR	338	154	39	260	-	-
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Capim-colonião	H	PR	127	155	89	106	171	-
<i>Rottboelia exaltata</i> L. f.	Capim-camalote	H	HÁ	-	-	128	-	-	-
<i>Sorghum arundinaceum</i> (Willd.) Stapf	Falso-massambará	H	HÁ	32	22	-	35	-	-
Rubiaceae									
<i>Diodella teres</i> (Walter) Small	Mata-pasto	H	HÁ	-	-	42	-	-	-
Solanaceae									
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	Joá	H	NA	1	-	-	2	1	-
<i>Solanum asperolanatum</i> Ruiz & Pav.	Jurubeba-grande	A	P	-	-	-	-	3	-
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Maria-pretinha	H	HÁ	-	-	-	-	37	-
<i>Solanum stipulaceum</i> Roem. & Schult.	Fumo-bravo	A	P	-	-	-	-	11	-
Verbenaceae									
<i>Lantana camara</i> L.	Cambara	ARB	PR	17	4	-	14	9	-

Tabela 11. Cont.

Espécies não identificadas							
Espécie 2	H	-	1	-	-	2	3
Espécie 3	ARB	-	-	-	-	-	1
Espécie 4	H	-	-	-	-	-	3
Espécie 5	ARB	-	-	-	-	-	5
Espécie 6	ARB	-	-	-	-	-	3
Espécie 7	H	-	-	-	1	-	2
Espécie 8	ARB	-	1	-	-	-	-

T1 = Regeneração natural, T2 = Plantio convencional de espécies florestais, T3 = Sistema Taungya, T4 = Nucleação e T4N = Núcleos de banco de sementes do solo transpostos de fragmento florestal ciliar e dispostos de forma aleatória nas parcelas do T4 (3 núcleos por parcela). Em T1, T2, T3 e T4 foi realizado levantamento a partir de amostragem sistemática para espécies herbáceas e censo para espécies arbóreas e arbustivas. Em T4N foi realizado censo dentro de cada um dos 12 núcleos. H = Herbácea, A = Arbórea, ARB = Arbustivo/Subarbustivo, P = Pioneira, HÁ = Anual, PR = Perene. Área amostrada no levantamento sistemático = 80 m² em cada tratamento. Área amostrada nos núcleos de banco de sementes do solo = 12 m².

Em relação aos diferentes sistemas de manejos adotados para a recuperação da mata ciliar degradada, do rio Paraíba do Sul, o levantamento de espécies em cada um destes sistemas, assim como na avaliação do banco de sementes de fragmento florestal apresentado anteriormente, novamente demonstrou a predominância de espécies herbáceas. A presença destas pode ser consequência do histórico de uso e ocupação da área, predominantemente utilizada para o cultivo de espécies agrícolas, como também pela fragmentação ciliar observada às margens do Rio Paraíba do Sul, tornando suas Matas Ciliares mais vulneráveis a perturbação antrópica.

Segundo Frango et al. (2012), distúrbios como apresentados pela mata ciliar em estudo podem favorecer a ocupação de espécies invasoras, que competem com a regeneração natural nativa, não favorecendo a regeneração natural da área.

Segundo Hopkins et al. (1990), a dominância das espécies herbáceas é comum na avaliação de banco de sementes sobre comunidades fragmentadas ou cercadas de vegetação autóctone. Mecanismos eficientes de dispersão, tamanho e dormência das sementes dessas espécies contribuem com a sua dominância (Garwood, 1989; Carvalho e Pitelli, 1992).

O predomínio de espécies herbáceas foi observado por Vieira e Pessoa (2001), em estudo da estrutura e composição florística do estrato herbáceo-subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ; Fragoso et al. (2012), avaliando o banco de sementes de um trecho de floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG.

A análise da estrutura das plantas arbóreas e arbustivas encontradas em cada um dos quatro sistemas de manejo, mostrou que densidade absoluta ($D_a = n^\circ$ de indivíduos por área total amostrada) na área sob isolamento foi aproximadamente 40% maior que a D_a apresentada na área sob Plantio puro de espécies florestais e 37% maior que a D_a na área sob sistema Taungya. A área utilizada para a técnica de nucleação, também apresentou maior D_a quando comparada com as áreas sob Plantio puro e Taungya (Figura 20).

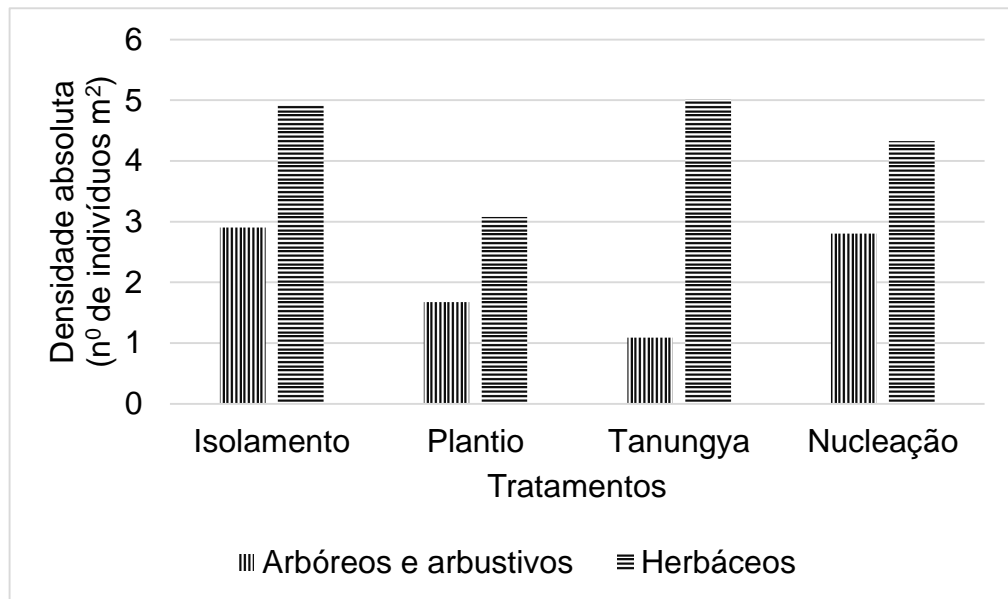


Figura 20. Número de indivíduos arbóreos, arbustivos e herbáceos por m² (Densidade) entre os diferentes sistemas de manejo testados para a recuperação de mata ciliar degradada, às margens do rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Deve-se destacar que a maior densidade de indivíduos nas áreas que receberam os tratamentos 1 e 4 não implica em sucesso dessas técnicas. Isso por que a menor densidade nos tratamentos 2 e 3 é resultado do manejo nas entrelinhas (roçadas e revolvimento do solo) adotado para instalação destes tratamentos. Ao longo dos 8 meses de avaliação deste experimento, mesmo tendo sido preservados os indivíduos de ocorrência espontânea, este manejo nas entrelinhas pode ter contribuído para diminuir a densidade de plântulas das espécies arbóreas e arbustivas.

A maior densidade (número de indivíduos por m²) foi observada para as espécies herbáceas (Figura 20). Em geral, tem sido observada uma rápida ocupação por espécies herbáceas invasoras em áreas que sofrem distúrbios, devido à capacidade de crescimento, reprodução e disseminação de sementes dessas espécies. Isto pode dificultar ou, até mesmo, impedir o estabelecimento de espécies florestais arbóreas, menos agressivas, de fundamental importância na recuperação de ambientes degradados (Franco, et al., 2012).

Segundo Botelho e Davide (2002), o efeito dos indivíduos das famílias Poaceae e Asteraceae, dominantes nos quatro sistemas de manejo instalados,

sobre o desenvolvimento da regeneração, principalmente na fase de estabelecimento e crescimento inicial de espécies arbóreas e arbustivas, podem comprometer a recuperação de áreas degradadas. Portanto, é necessário o uso de tratamentos adequados de controle das plantas competidoras, para garantir o estabelecimento dessas espécies nas áreas em recuperação.

Dentre as espécies com maior densidade nos quatro sistemas avaliados, destacaram-se indivíduos das famílias Poaceae, Asteraceae, Commelinaceae, Convolvulaceae e Fabaceae (Tabela 11). O domínio de indivíduos dessas espécies também foi evidenciado por Baidier et al. (2001), que observaram forte influência das famílias Asteraceae e Poaceae, representando 60,3% dos indivíduos herbáceos, em quatro trechos de Mata Atlântica com diferentes idades.

Siqueira (2002), em estudo do banco de sementes de duas áreas restauradas em Piracicaba e Iracemápolis, São Paulo, também encontrou dominância de espécies herbáceas em relação às espécies arbóreas. Em Piracicaba, uma área com 10 anos de regeneração apresentou um total de 1.077 indivíduos germinados (área amostrada de 1,875 m²) no banco de sementes. Sendo que 18,7% foram representados por espécies arbóreas e 81,3% por espécies herbáceas. Da mesma forma, a área de Iracemápolis, com 14 anos de regeneração, apresentou 18,1% espécies arbóreas e 81,9% espécies herbáceas, de um total de 2.122 indivíduos (área amostrada de 1,875 m²).

Segundo Leal Filho (1992), existe uma tendência de redução na densidade dos indivíduos de espécies herbáceas presentes na área em recuperação e aumento de arbóreas com o avanço na sucessão. Este processo pode ser acelerado pelo plantio de espécies florestais ou a partir da adoção de outras técnicas de recuperação de Matas Ciliares.

De modo geral, o sistema de produção que envolve a associação entre diferentes culturas reduz a infestação e suprime o crescimento de plantas daninhas (Severino et al., 2006). Essas plantas, apesar de proporcionarem rápida cobertura do solo, protegendo as áreas degradadas contra processos erosivos, devem ser manejadas, pois podem comprometer a regeneração natural (Ferreira, et al., 2010).

Dentre as espécies arbustivas e/ou arbóreas (Tabela 12), destacaram-se pelo Valor de Importância nas áreas sob isolamento as espécies *Vernonia* sp. (VI = 49,55%), *Indigofera hirsuta* (VI = 37,28%), *Desmodium uncinatum* (VI = 21,15), *Piper* sp. (VI = 19,43%), *Schinus terebinthifolius* (VI = 10,30), *Vismia guianensis* (VI

= 9,44), *Croton urucuana* (VI = 9,00), dentre outras. Nas áreas sob nucleação, foram identificadas as espécies *Vernonia* sp. (VI = 49,26), *Indigofera hirsuta* (VI = 44,32), *Desmodium uncinatum* (VI = 35,65), *Lantana camara* (VI = 14,58), *Piper* sp. (VI = 14,58) e *Schinus terebinthifolius* (VI = 11,46). É importante ressaltar que a espécie *Piper* sp., também se mostrou presente no banco de sementes analisado no início da implantação deste experimento (Tabela 7).

Tabela 12. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas e arbustivas amostradas nos diferentes sistemas instalados para recuperação de Mata Ciliar do Rio Paraíba do Sul em Itaocara, RJ, listadas em ordem decrescente pelo Valor de Importância (VI)

T1 – Isolamento da área (Regeneração natural) *					
Espécie	N	Da (nº ind.m ⁻²)	Dr (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Vernonia</i> sp.	80	1,000	34,48	15,07	49,55
<i>Indigofera hirsuta</i>	42	0,525	18,10	19,18	37,28
<i>Desmodium uncinatum</i>	30	0,375	12,93	8,22	21,15
<i>Piper</i> sp.	26	0,325	11,21	8,22	19,43
<i>Lantana camara</i>	17	0,213	7,33	6,85	14,18
<i>Schinus terebinthifolius</i>	8	0,100	3,45	6,85	10,30
<i>Vismia guianensis</i>	6	0,075	2,59	6,85	9,44
<i>Croton urucurana</i>	5	0,063	2,16	6,85	9,00
<i>Manihot esculenta</i>	4	0,050	1,72	5,48	7,20
<i>Mimosa pudica</i>	4	0,050	1,72	2,74	4,46
<i>Trichilia hirta</i>	3	0,038	1,29	4,11	5,40
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1	0,01	0,43	1,37	1,80
<i>Cecropia catarinensis</i>	1	0,01	0,43	1,37	1,80
<i>Chromolaena maximiliani</i>	1	0,01	0,43	1,37	1,80
<i>Psidium guajava</i>	1	0,01	0,43	1,37	1,80
<i>Sida rhombifolia</i>	1	0,01	0,43	1,37	1,80
Espécie 2	1	0,01	0,43	1,37	1,80
Espécie 8	1	0,01	0,43	1,37	1,80

Tabela 12. Cont.

T2 – Plantio de espécies florestais *					
Espécie	N	Da (nº ind.m ⁻²)	Dr (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Indigofera hirsuta</i>	62	0,78	46,27	39,13	85,40
<i>Vernonia glabrata</i>	27	0,34	20,15	21,74	41,89
<i>Desmodium uncinatum</i>	24	0,30	17,91	13,04	30,95
Espécie 1	12	0,15	8,96	13,04	22,00
<i>Lantana camara</i> L.	4	0,05	2,99	6,52	9,51
<i>Mimosa pudica</i>	2	0,04	2,24	4,35	6,59
<i>Sida</i> sp.	3	0,03	1,49	2,17	3,67
T3 – Sistema Taungya *					
Espécie	N	Da (nº ind.m ⁻²)	Dr (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Indigofera hirsuta</i>	61	0,76	70,11	57,69	127,81
Espécie 1	14	0,18	16,09	19,23	35,32
<i>Vernonia glabrata</i>	5	0,06	5,75	7,69	13,44
<i>Hyptis brevipes</i>	2	0,03	2,30	3,85	6,15
<i>Sida</i> sp.	2	0,03	2,30	3,85	6,15
<i>Sidastrum micranthum</i>	2	0,03	2,30	3,85	6,15
<i>Mimosa pudica</i>	1	0,01	1,15	3,85	5,00
T4 – Transposição do banco de sementes do solo *					
Espécie	N	Da (nº ind.m ⁻²)	Dr (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Vernonia</i> sp.	73	0,91	32,59	16,67	49,26
<i>Indigofera hirsuta</i>	47	0,59	20,98	23,33	44,32
<i>Desmodium uncinatum</i>	50	0,63	22,32	13,33	35,65
<i>Lantana camara</i>	14	0,18	6,25	8,33	14,58
<i>Piper</i> sp.	14	0,18	6,25	8,33	14,58
<i>Schinus terebinthifolius</i>	7	0,09	3,13	8,33	11,46
<i>Manihot esculenta</i>	5	0,06	2,23	5,00	7,23
Espécie 1	3	0,05	1,79	3,33	5,12
<i>Mimosa pudica</i>	4	0,04	1,34	1,67	3,01
<i>Psidium guajava</i>	3	0,04	1,34	5,00	6,34
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	1	0,01	0,45	1,67	2,11
<i>Peltophorum dubium</i>	1	0,01	0,45	1,67	2,11
<i>Trema micranta</i>	1	0,01	0,45	1,67	2,11
<i>Vismia guianensis</i>	1	0,01	0,45	1,67	2,11

* N = número total de indivíduos amostrados em cada tratamento – 80 m²; Da = Densidade absoluta (nº total de indivíduos por espécie ÷ área total amostrada); Dr = Densidade relativa (100 x densidade da espécie ÷ densidade total de todas as espécies); Fr = Frequência relativa (100 x Frequência da espécie ÷ frequência total de todas as espécies); VI = Valor de importância (frequência relativa + densidade relativa).

* Área total amostrada por tratamento = 80 m².

Por outro lado, nas áreas sob os tratamentos 2 (Plantio convencional de mudas) e 3 (Sistema Taungya), as espécies mais evidentes, no que diz respeito à Valor de Importância foram *Indigofera hirsuta*, *Vernonia* sp. e *Lantana camara*. A baixa ocorrência das espécies arbóreas e arbustivas nas áreas sob esses tratamentos deve-se ao manejo adotado, que busca favorecer o desenvolvimento dos componentes arbóreas e agrícolas inseridos nessas áreas. Esse manejo, reduziu principalmente a densidade de espécies herbáceas. Espécies arbóreas e arbustivas, espontâneas, apresentaram baixa ocorrência nessas áreas e quando presentes foram preservadas e quantificadas.

A baixa densidade das espécies arbóreas e arbustivas nas áreas em recuperação pode ser explicada pela dominância das espécies herbáceas, que prejudicam a ocorrência destas. Outras espécies arbóreas presentes na área em estudo e, principalmente, em fragmentos ciliares ao seu redor, mas que apresentaram baixo VI, foram *Trema micranta*, *Peltophorum dubium*, *Croton urucurana* e *Trichilia hirta*. Essas espécies apresentam eficiente dispersão e grande longevidade das sementes no solo, o que tem favorecido sua abundância no banco de sementes (Grombone-Guaratini e Rodrigues, 2002; Nave, 2005). Dentre essas espécies, apenas a *Trema micranta* foi abundante no banco de sementes avaliado no início da implantação do experimento (Tabela 6). No entanto, é importante ressaltar que, apesar da sua abundância no banco de sementes avaliado, principalmente devido ao grande número de indivíduos adultos presentes nos fragmentos da região, estas espécies apresentaram densidade extremamente baixa, quando comparadas com a densidade apresentada pelas espécies herbáceas, indicando inibição da capacidade de colonização da mesma.

Rodrigues e Galvão (2006), avaliando a florística e fitossociologia de uma área de Reserva Legal recuperada por meio de Sistema Agroflorestal na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, encontraram espécies pioneiras típicas, como *Schinus terebinthifolius*, *Croton urucurana* e *Peltophorum dubium*. Essas espécies, espontâneas na área em recuperação, também foram identificadas neste estudo, às margens do rio Paraíba do Sul, em avaliação realizada aos 8 meses após o início do mesmo. As mesmas foram mantidas mesmo após a adoção de manejos, como roças e revolvimento do solo, nas áreas sob as diferentes técnicas testadas.

Souza (2000) afirma que um reduzido número de espécies arbóreas nas áreas em recuperação pode comprometer a diversidade das Matas Ciliares, alguns anos após o plantio, se não for observado uma colonização razoável por outras espécies. Sendo assim, a proximidade com as principais fontes de propágulos (sementes e seus agentes dispersores) é fundamental para que novas espécies possam colonizar tais áreas. O plantio de espécies nativas, muitas vezes acelera o processo de regeneração das áreas em recuperação, principalmente quando os agentes causadores da degradação impedem consideravelmente este processo.

Sendo assim, vale destacar a importância de se manejar as áreas em recuperação, buscando diminuir a agressividade das plantas invasoras, mais abundantes na área ciliar do Rio Paraíba do Sul em recuperação, e com isso favorecer o estabelecimento das espécies presentes no banco de sementes ou dos propágulos que sejam dispersados a partir dos fragmentos vizinhos, o que poderá favorecer a regeneração natural do ambiente em recuperação.

O Índice de Diversidade de Shannon, calculado para as espécies arbóreas e arbustivas, espontâneas, identificadas e quantificadas nas quatro áreas sob os diferentes sistemas de recuperação (Figura 21), foram inferiores aos índices obtidos em outros levantamentos realizados em áreas recuperadas e em recuperação.

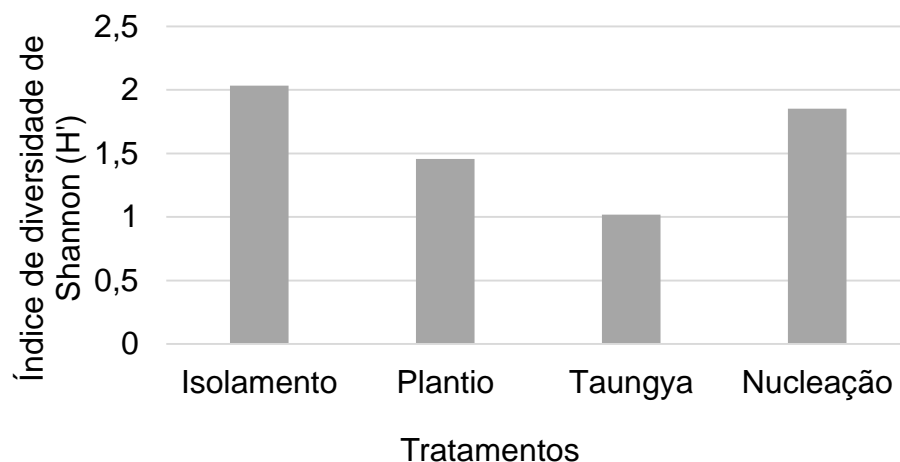


Figura 21. Índice de diversidade de Shannon, para espécies arbóreas e arbustivas, calculado a partir do levantamento fitossociológico realizado nos diferentes sistemas de manejo testados para a recuperação de mata ciliar degradada, às margens do rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ.

Por outro lado, estes índices foram semelhantes ao índice encontrado por Neves et al. (2001), ao avaliarem a regeneração induzida em área de empréstimo na Ilha da Madeira, RJ, a partir do plantio de 85 densidades de espécies pioneiras, aos 7 anos após o plantio.

Vale destacar que, este índice foi calculado aos 8 meses após a implantação do experimento. Sendo assim, espera-se um aumento da diversidade ao longo dos anos com a recuperação da área e avanço da sucessão ecológica.

Índices superiores foram encontrados por Rodrigues e Galvão (2006) em área de Reserva Legal recuperada por meio de Sistema Agroflorestal na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo; Ferreira et al. (2010) em mata ciliar em processo de recuperação, com mais de 10 anos, à jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG.

Índices de diversidade semelhantes foram encontrados por Silveira e Maranhão (2012), ao avaliarem a regeneração natural da vegetação em área recuperada com biossólido, 3 anos após a implantação dos tratamentos. Foi feito levantamento florístico e fitossociológico em três áreas diferentes, localizadas no Aeroporto Internacional de Curitiba “Afonso Pena”, São José dos Pinhais, PR, sendo que uma delas foi tratada anteriormente com biossólido. Em cada área foram alocadas seis parcelas de 9m² e foram considerados todos os indivíduos herbáceos, arbustivos, arbóreos e trepadeiras presentes nas parcelas. O levantamento florístico resultou em 63 espécies de 18 famílias. Neste levantamento os autores também encontram a predominância de espécies herbáceas, e encontraram índices de diversidade de 1,58 e 1,73 para as áreas não tratadas.

Neste sentido, futuras intervenções a partir do plantio ou semeaduras de novas espécies pioneiras e de outros estágios da sucessão poderá ser uma alternativa, conforme o acompanhamento dos indicadores ao longo do tempo. A introdução de novas espécies busca favorecer a diversidade das áreas em recuperação bem como o sucesso das técnicas de recuperação avaliadas no presente estudo.

6.2.2.2.1. Nucleação – Transposição do banco de sementes do solo

Aos 8 meses após a transposição do banco de sementes do solo foi observado uma densidade de 46,2 indivíduos por metro quadrado, no levantamento

realizado diretamente nos 12 núcleos (sendo 3 em cada uma das 4 parcelas deste tratamento) formados pelo banco de sementes transposto de um fragmento florestal ciliar próximo à área em recuperação. Destes núcleos foram amostrados 554 indivíduos, sendo 13 famílias, 22 gêneros e 7 não identificados (Tabela 9). A família de maior riqueza foi Poaceae, representada pela espécie *Panicum maximum*, 171 indivíduos (Tabela 11).

A cobertura vegetal dos núcleos que receberam a transposição do solo aumentou ao longo do tempo, em função do crescimento das plantas, principalmente das plantas herbáceas, gramíneas e outros indivíduos de crescimento prostrado.

A elevada abundância de *Panicum maximum* nos núcleos instalados na área em recuperação é relacionada ao rico banco de sementes desta espécie e também à sua elevada infestação nas áreas em recuperação, caracterizada no levantamento fitossociológico realizado (Tabela 11). A facilidade de ocupação desta espécie, bem como sua grande capacidade de crescimento, reprodução e disseminação de sementes, podem ter sido responsáveis por sua ocorrência no banco de sementes transposto.

Devido à agressividade dos indivíduos da família Poaceae, capinas foram adotadas em cada núcleo de solo transposto, buscando reduzir o efeito da invasão dessas espécies, evitando assim que a ocupação destas fosse prejudicial à germinação de outras espécies de maior importância no que se refere à recuperação de áreas ciliares degradadas.

Dentre as espécies arbóreas amostradas, destacam-se *Peltophorum dubium*, com o maior VI dentre todas as espécies amostradas (Tabela 13), *Solanum stipulaceum* e *Trema micranta*. Outra espécie com menor densidade, mas importante na recuperação de áreas degradadas amostrada foi a *Solanum asperolanatum*, com 3 indivíduos. Segundo Braga, et al. (2008), a presença de espécies pioneiras, inseridas no sistema a partir da transposição do banco de sementes do solo, pode favorecer a rápida cobertura e proteção do solo exposto, acelerando o processo de sucessão ecológica de uma área degradada.

A espécie *Solanum asperolanatum*, facilmente encontrada no início da regeneração de áreas degradadas, não foi observada próxima à área em recuperação, no entanto, a sua introdução a partir do banco de sementes é muito importante, uma vez que, segundo Mello et al. (2008), essa espécie possui

interação com a fauna, atuando com espécie nucleadora, o que também facilita a recuperação florestal em áreas abertas.

A presença de *Trema micranta* também foi evidenciada por Braga et al. (2008), avaliando a composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária. Essa espécie, que ocorre na área em estudo e também nos fragmentos ciliares no seu entorno, local onde foi realizado a coleta do banco de sementes, apresenta importante dispersão por pássaros e grande longevidade das sementes no solo, o que favorece sua permanência e abundância no banco de sementes (Grombone-Guaratini e Rodrigues, 2002; Nave, 2005). Scherer & Jarenkow (2006), Gasparino, et al. (2006) e Peres et al. (2009) também evidenciaram a presença da espécie no banco de sementes do solo e em áreas em processo de recuperação. Silva (2013), avaliando a recuperação de uma área em recuperação no município de Descoberto, MG, após a mineração de bauxita, encontrou a espécie com elevado valor de importância, em relação aos demais indivíduos amostrados, confirmando assim a sua importância na recuperação e colonização de áreas degradadas.

Tabela 13. Parâmetros fitossociológicos das espécies arbóreas e arbustivas amostradas em 12 núcleos formados pela transposição do banco de sementes do solo, distribuídos na área sob o tratamento 4 (Nucleação), para recuperação de Mata Ciliar do Rio Paraíba do Sul em Itaocara, RJ, listadas em ordem decrescente pelo Valor de Importância (VI)

Espécie	N	Da (nº ind.m ⁻²)	Dr (%)	Fr (%)	VI (%)
<i>Peltophorum dubium</i>	85	1,06	38,81	18,64	57,46
<i>Indigofera hirsuta</i>	31	0,39	14,16	16,95	31,10
<i>Heliotropium indicum</i>	21	0,26	9,59	5,08	14,67
<i>Desmodium uncinatum</i>	13	0,16	5,94	5,08	11,02
<i>Solanum stipulaceum</i>	11	0,14	5,02	6,78	11,80
<i>Trema micrantha</i>	8	0,08	2,74	1,69	4,43
<i>Lantana camara</i>	9	0,10	3,65	10,17	13,82
<i>Sidastrum micranthum</i>	6	0,11	4,11	8,47	12,58
<i>Vernonia glabrata</i>	9	0,11	4,11	6,78	10,89
Espécie 5	5	0,06	2,28	1,69	3,98
<i>Hyptis brevipes</i>	6	0,08	2,74	5,08	7,82
<i>Chromolaena maximiliani</i>	5	0,06	2,28	3,39	5,67
Espécie 6	3	0,04	1,37	1,69	3,06
<i>Solanum asperolanatum</i>	3	0,04	1,37	3,39	4,76
<i>Senna</i> sp.	2	0,03	0,91	1,69	2,61
Espécie 3	1	0,01	0,46	1,69	2,15
<i>Sida</i> sp.	1	0,01	0,46	1,69	2,15

* N = número total de indivíduos amostrados em 12 núcleos (1 m x 1 m cada núcleo) formados a partir da transposição do banco de sementes do solo; Da = Densidade absoluta (nº total de indivíduos por espécie ÷ área total amostrada); Dr = Densidade relativa (100 x densidade da espécie ÷ densidade total de todas as espécies); Fr = Frequência relativa (100 x Frequência da espécie ÷ frequência total de todas as espécies); VI = Valor de importância (frequência relativa + densidade relativa).

* Área total amostrada = 12 m²

Em relação ao número de indivíduos, a espécie arbórea com maior abundância, no banco de sementes transposto, o que evidencia a riqueza deste, em sementes desta espécie, foi a *Peltophorum dubium*, com 85 indivíduos amostrados. Esta espécie foi muito frequente (55%) e com isso apresentou elevado VI (57,46%). Salamene (2007) encontrou frequência de 17,6% para a espécie em mata ciliar do Rio Guandu, RJ. Trata-se de uma espécie pioneira encontrada em diferentes estudos em vegetação ciliar (Durigan e Silveira, 1999; Rodrigues e Nave, 2004; Cruz e Campos, 2013). Diferentes autores recomendam essa espécie para projetos de recomposição de Matas Ciliares, pois suporta inundações (Durigan e Nogueira, 1990; Schiettino e Gonçalves, 2002). Este resultado não vai de encontro

com os resultados obtidos na avaliação do banco de sementes realizada antes de tomarmos a transposição do solo como umas das técnicas avaliadas neste estudo. Na avaliação do banco de sementes (Tabela 6), apenas 1 indivíduo desta espécie foi encontrado em casa de vegetação. Este resultado confirma que as condições de temperatura, umidade e principalmente a incidência de luz encontradas na casa de vegetação, não foram favoráveis à germinação dessa espécie, o que pode ter ocorrido com outras.

Outras espécies arbóreas ou arbutivas comuns aos dois bancos de sementes (avaliação em casa de vegetação e nucleação) foram *Trema micranta*, *Solanum stipulaceum* e *Vernonia* sp.

Apesar de maior ocorrência de espécies arbóreas nos núcleos de banco de sementes transposto, a densidade destas é muito baixa quando comparada com a densidade das espécies de plantas herbáceas. Sendo assim, a capacidade de colonização da área diante de um eventual distúrbio, como fogo, possivelmente pode ser comprometida por essas plantas de pequeno porte.

O Índice de Diversidade de Shannon, para as espécies arbóreas e arbustivas, calculado a partir das espécies germinadas nos 12 núcleos avaliados foi de $H' = 2,15$. A partir deste índice podemos dizer que a transposição do banco de sementes foi favorável e ajudou no aumento da diversidade da área.

Por outro lado, mesmo sendo observado aumento na diversidade, a partir da nucleação, o H' calculado foi abaixo do esperado para Matas Ciliares, em processo mais avançado de recuperação, encontrado por diferentes autores (Andrade et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Oliveira et al., 2009).

Valores semelhantes de H' foram encontrados por Araújo et al. (2001), considerando espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, em bancos de sementes na Amazônia, demonstrando que o índice varia entre $H' = 1,12$ e $H' = 2,23$. Silva (2011), ao considerar espécies herbáceas e lenhosas, encontrou $H' = 2,86$, ao avaliar a transposição do banco de sementes do solo entre fragmentos florestais em diferentes estágios sucessionais.

Pereira et al. (2010) estudaram a densidade e composição do banco de sementes do solo em dois ambientes de mata ciliar alterada, no entorno de uma nascente, pertence à bacia hidrográfica do rio Capivari, no município de Itumirim, MG e encontraram valores semelhantes de H' . Neste estudo, os autores consideraram um ambiente sem faixa mínima de vegetação no seu entorno, em

bom estado de conservação e ocupado em parte por pastagem e um outro ambiente com pouca ou nenhuma vegetação, com presença de gado, erosão e ocupado também com pastagem. Nestes ambientes foram encontrados os índices de 1,099 e 0,613, respectivamente.

A comparação dos resultados obtidos a partir dos núcleos da transposição do banco de sementes (Tabela 11 e 12) com os resultados obtidos na avaliação do banco de sementes (Tabela 6 e 7), mostra baixa similaridade entre os bancos de sementes analisados. O índice de similaridade de Jaccard (IS) calculado foi de 40,54 %. Acredita-se que a baixa similaridade seja devido ao tempo de avaliação de cada banco de sementes e às diferentes condições climáticas. No primeiro caso, a avaliação foi realizada uma vez por mês, sendo assim, todos os indivíduos germinados eram quantificados. Já na transposição do banco de sementes do solo, a avaliação aconteceu aos 8 meses após a transposição. Sendo assim, indivíduos de ciclo de vida curto que germinaram e logo completaram o seu ciclo de vida podem não terem sido quantificados.

A similaridade entre fragmentos de florestas ciliares e, conseqüentemente, do seu banco de sementes, é considerada muito baixa. Fatores como relevo, profundidade do lençol freático, características do curso d'água, tamanho da faixa ciliar e seu estado de conservação, dentre outros fatores, são determinantes para a similaridade entre os fragmentos (Santos e Kinoshita, 2003; Pinto et al., 2005; Alvarenga et al., 2006; Andrade et al., 2006; Lacerda et. al., 2007; Santos et al., 2007).

Este estudo evidenciou que adoção da prática de transposição do banco de sementes é promissora como metodologia de restauração florestal em áreas ciliares degradadas principalmente por se tratar de uma técnica de baixo custo, uma vez que garante o início e dá o suporte necessário para o avanço da dinâmica sucessional com a introdução de espécies arbóreas e arbustivas de interesse e também pelo aumento de microrganismos do solo, como foi observado para o número de bactérias por grama de solo nos núcleos de solo dispostos na áreas em recuperação.

A técnica de transposição do banco de sementes pode ser otimizada ao ser manejada com intervenções complementares no campo com o objetivo de evitar que as plantas herbáceas e gramíneas agressivas venham a inibir a sucessão que

se pretende estimular. A irrigação também se faz necessária, principalmente em épocas de secas não favoráveis ao desenvolvimento das espécies de interesse.

6.2.3. Análise Econômica

Os custos de implantação e manutenção por 9 meses do plantio convencional foi de R\$ 8292,55 por hectare (Tabela 14), e no sistema Taungya o custo foi 88 % maior (Tabela 15). Com relação aos custos, o que diferencia os dois sistemas são as operações de plantio, manejo, colheita e os insumos (fertilizantes) gastos com os componentes agrícolas (milho e feijão) do sistema Taungya.

Para o tratamento 4 (Nucleação), os gastos com implantação e manutenção seguem descritos na Tabela 16. Para o tratamento 1 (Isolamento da área), os gastos foram relacionados ao isolamento da área a partir construção de cerca elétrica. Estes foram em torno de R\$ 1668,50 por hectare.

Tabela 14. Custos para implantação e manutenção, por hectare, até os 9 meses de idade, de reflorestamento nas margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ, com espécies arbóreas nativas

VARIÁVEIS	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	ANO 1 – IMPLANTAÇÃO	
			QUANTIDADE	TOTAL (R\$)
A. Operações mecanizadas				
Roça em área total	Hora.trator	14,40	1,5	21,60
Abertura de covas	Hora.trator	14,40	4,5	64,80
Irrigação	Hora.trator	19,20	6,75	129,60
Roçada entrelinhas	Hora.trator	14,40	7	100,80
Subtotal A				316,80
B. Operações manuais				
Adução de plantio	Homem.dia	45,00	1,5	67,50
Plantio	Homem.dia	45,00	2	90,00
Deposição de cobertura morta	Homem.dia	45,00	1,5	67,50
Aplicação de Gel	Homem.dia	45,00	0,5	22,50
Tutoramento	Homem.dia	45,00	1	45,00
Capinas e roçadas manuais	Homem.dia	45,00	9	405,00
Combate às formigas cortadeiras	Homem.dia	45,00	0,40	18,00
Subtotal B				715,50
C. Insumos				
Superfosfato Simples	Kg	1,80	56	100,80
NPK 20-05-20	Kg	-	-	-
NPK 04-14-08	Kg	-	-	-
Formicidas – Iscas	Kg	5,00	0,25	1,25
Mudas – Espécies florestais		2,34	224	524,16
Subtotal C				626,21
Total (0,2 ha)				1658,51
Total (ha)				8292,55

Tabela 15. Custos para implantação e manutenção, por hectare, até os 9 meses de idade, de reflorestamento nas margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ com espécies arbóreas nativas consorciadas com feijão e milho

VARIÁVEIS	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	ANO 1 – IMPLANTAÇÃO	
			QUANTIDADE	TOTAL (R\$)
A. Operações mecanizadas				
Roça em área total	Hora.trator	14,40	1,5	21,60
Preparo solo – trator+grade	Hora.trator	14,40	5	72,00
Preparo solo – cultivador	Hora.trator	2,16	3	6,48
Abertura de covas	Hora.trator	14,40	4,5	64,80
Irrigação	Hora.trator	19,20	18	345,60
Roçada entrelinhas	Hora.trator	14,40	5	72,00
Beneficiamento – Milho e Feijão	Hora.trator	14,40	2	28,80
Subtotal A				611,28
B. Operações manuais				
Adução de plantio	Homem.dia	45,00	1,5	67,50
Plantio espécies arbóreas	Homem.dia	45,00	2	90,00
Deposição de cobertura morta	Homem.dia	45,00	1,5	67,50
Aplicação de Gel	Homem.dia	45,00	0,5	22,50
Tutoramento	Homem.dia	45,00	1	45,00
Roçadas e capinas manuais	Homem.dia	45,00	1	45,00
Plantio espécies agrícolas	Homem.dia	45,00	3	135,00
Capina e replantio do Feijão	Homem.dia	45,00	2	90,00
Colheita espécies agrícolas	Homem.dia	45,00	4,25	191,25
Adução Milho + Feijão	Homem.dia	45,00	2	90,00
Combate às formigas cortadeiras	Homem.dia	45,00	0,4	18,00
Subtotal B				861,75

Tabela 15. Cont.

C. Insumos				
Superfosfato Simples	Kg	1,80	292	525,60
NPK 20-05-20	Kg	2,50	51	127,50
NPK 04-14-08	Kg	1,8	56	100,8
Formicidas – Iscas	Kg	5	0,25	1,25
Sementes de feijão	Kg	6	15	90,00
Sementes de milho	Kg	8	20	160,00
Mudas – Espécies florestais		2,34	224	524,16
Plantadeira e adubadeira	Und	65	2	130,00
Subtotal C				1659,31
Total (0,2 ha)				3132,34
Total (ha)				15661,70

Tabela 16. Custos para implantação e manutenção, até os 9 meses, da técnica de nucleação a partir da transposição do banco de sementes, nas margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ

VARIÁVEIS	UNIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	ANO 1 - IMPLANTAÇÃO	
			QUANTIDADE	TOTAL (R\$)
A. Operações mecanizadas				
Roça em área total	Hora.trator	14,40	1,5	21,60
Coleta do banco de sementes	Hora.trator	14,40	4	57,60
Irrigação	Hora.trator	19,20	6,75	129,60
Subtotal A				208,80
B. Operações manuais				
Coleta e transposição	Homem.dia	45,00	2	90,00
Limpeza dos núcleos	Homem.dia	45,00	4	180,00
Combate formigas cortadeiras	Homem.dia	45,00	0,4	18,00
Subtotal B				288,00
C. Insumos				
Formicidas – Iscas	Kg	5,00	0,25	1,25
Subtotal C				1,25
Total (0,2 ha)				498,05
Total (ha)				2490,25

Segundo a Conab (2014), a produtividade média para a variedade de feijão preto no o estado do Rio de Janeiro na safra 2013/2014, foi de 958 Kg.ha⁻¹, considerando uma lotação de 250.000 plantas por hectare. A lotação de plantas de feijão por hectare, trabalhada no sistema Taungya, foi de 150.000 plantas por hectare. Considerando a produtividade média efetiva no primeiro ciclo do feijão (não foi considerada a produção do bloco IV para cálculo da média, pois neste a produção foi zero) de 498,67 Kg.ha⁻¹ e uma produtividade potencial de 831,11 Kg.ha⁻¹ (Tabela 17), podemos afirmar que a produtividade do sistema não foi afetada pelo consórcio, uma vez que foi produzido aproximadamente 86,8% do total esperado para o monocultivo, considerando a lotação de 150.000 plantas por hectare.

Foi cultivado ao lado da área experimental, ao mesmo tempo que o primeiro ciclo do feijão no sistema Taungya, uma área de, aproximadamente, 900 m² com a mesma variedade do feijão "xamego", utilizada no experimento. Este contou com uma lotação de aproximadamente 250.000 plantas.ha⁻¹. Desta área foram produzidos 85,1 Kg de feijão, o que corresponde a uma produtividade de 945 Kg.ha⁻¹. Produtividade esta, próxima à produtividade média encontrada para o estado do Rio de Janeiro. O que mais uma vez comprova que a produção do feijão no primeiro ciclo não foi afetada pelo consórcio.

Por outro lado, a produção do feijão no segundo ciclo de cultivo foi afetada pelo consórcio, principalmente por este também ter sido realizado com o milho. Neste ciclo, esperava-se uma produção de 428,7 Kg.ha⁻¹ (considerando uma lotação de 250.000 plantas por hectare). No entanto, foram produzidos apenas 44,8% do total esperado em monocultivo para o estado do Rio de Janeiro (Conab, 2014).

Para o milho Híbrido UENF, a produtividade média para a região Noroeste Fluminense é de 5500 Kg.ha⁻¹ (Gabriel, et al. 2011), considerando uma lotação média em monocultivo de 60.000 plantas por hectare. No consórcio entre milho e feijão cultivado nas entrelinhas das espécies florestais, a lotação para o milho foi de 34.286 plantas por hectare. A produção efetiva e potencial deste híbrido no sistema Taungya estudado foi de 1911,40 Kg.ha⁻¹ e 3344,88 Kg.ha⁻¹, respectivamente. Sendo assim, podemos dizer que em consórcio, sua produtividade foi afetada, uma vez que foi produzido aproximadamente 60% do total esperado para este híbrido em monocultivo na região (Tabela 17).

Considerando um valor de mercado cotado em R\$ 24,00 para a saca 60 Kg de milho e de R\$ 122,00 para a saca de 60,00 Kg de feijão (Conab, 2014), as receitas apresentadas pelo sistema Taungya com o cultivo das culturas agrícolas seguem apresentadas na Tabela 18.

A receita média obtida com o cultivo das espécies agrícolas no primeiro ano foi de R\$ 1312,86 para o feijão nos dois ciclos de cultivo e de R\$ 764,56 para o milho, cultivado em consórcio com o feijão e as espécies florestais nativas no segundo ciclo de cultivo (Tabela 17). Sendo assim, a receita média total, obtida a partir da produção agrícola no primeiro ano de implantação do experimento foi de R\$ 2077,42 por hectare. Receita que seria suficiente para abater cerca de 13,26% do custo total de implantação do sistema Taungya. Valor abaixo do encontrado por diferentes autores (Passos, 1990; Daronco et al. 2012; Beltrame, 2013).

Tabela 17. Produtividade média das culturas agrícolas no sistema Taungya, nas margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ

PRODUTIVIDADE EFETIVA*			PRODUTIVIDADE POTENCIAL**		
(Kg.ha ⁻¹)			(Kg.ha ⁻¹)		
Feijão		Milho	Feijão		Milho
1º ciclo	2º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	2º ciclo
498,67	147,00	1911,40	831,11	428,70	3344,88

* Considera a produção das espécies agrícolas em consórcio (Feijão 1º ciclo – Lotação de 150.000 plantas.ha⁻¹; Feijão 2º ciclo – Lotação de 85.714 plantas.ha⁻¹; Milho 2º ciclo – Lotação de 34.286 plantas.ha⁻¹;

** Considera a cultura agrícola ocupando 100% da área, com um estande final de 250.000 plantas.ha⁻¹.para o feijão e de 60.000 plantas.ha⁻¹ para o milho.

Tabela 18. Produção e receita das culturas agrícolas no sistema Taungya no primeiro ano de implantação do sistema, nas margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ

PRODUÇÃO			RECEITAS		
(Kg.ha ⁻¹)			(R\$/ha)		
Feijão		Milho	Feijão		Milho
1º ciclo	2º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	2º ciclo
498,67	147,00	1911,40	1013,96	298,90	764,56

* Feijão – R\$ 122,00 a saca de 60 kg e Milho – R\$ 24,00 a saca de 60 Kg.
Fonte: CONAB, 2014.

Quando considerados outros trabalhos (Passos, 1990; Daronco et al. 2012; Beltrame, 2013), a receita obtida com a venda dos produtos agrícolas não reduziu os custos de implantação deste sistema de maneira considerável. Entretanto, Rodigheri (2003) ressalta que mesmo plantadas nas entrelinhas dos plantios florestais, as culturas do feijão e do milho proporcionam margens positivas, dessa forma, contribuindo para reduzir os custos das implantações florestais. Ao longo do tempo, novos ciclos de cultivo de milho, feijão e outras culturas agrícolas poderão contribuir ainda mais com a amortização destes custos e, por meio de interações positivas, contribuir também com o crescimento das espécies florestais e com a conservação do solo, pelo incremento de matéria orgânica e de nutrientes, como observado na Tabela 10. Outras espécies agrícolas como mandioca também podem ser inseridas no sistema e diversificar a produção do Taungya. Além das espécies agrícolas, a exploração das espécies arbóreas, como Aroeira, Caju, Goiba, Araça, Pitanga, Jenipapo, também poderão diversificar a produção e contribuir com o aumento da renda dos produtores, contribuindo, conseqüentemente, para amortizar os custos de implantação deste sistema de plantio.

Segundo Varella (2003), no sistema Taungya o custo de um hectare de cultivos temporários é praticamente o mesmo que no sistema de roça, todavia, sua produtividade é menor em razão dos espaços da roça ocupados com os cultivos perenes e semiperenes utilizados no Taungya, sendo a produção reduzida em função da densidade adotada.

Rodigheri (2003), estudando os sistemas agroflorestais como alternativa de aumento de emprego e renda na propriedade rural, encontrou produtividade de 700 Kg.ha⁻¹ para o feijão e de 2300 Kg.ha⁻¹ para o milho, com renda de R\$ 490,00 e R\$ 414,00, respectivamente. Neste estudo, foi avaliado o cultivo de erva-mate, eucalipto e pinus, utilizando um espaçamento de 3 x 2 m, com o plantio do feijão e milho no primeiro e segundo ano de cultivo. Para o sistema agroflorestal testado, o espaçamento utilizado foi de 5 x 2 m, permitindo assim, o plantio do feijão e do milho ao longo dos 21 anos analisados para este sistema. Os custos para a implantação destes sistemas no primeiro ano de cultivo foram de R\$ 1.494,30, R\$ 839,56, R\$ 681,56 e R\$ 1.174,33 por hectare para os sistemas de cultivo erva-mate, eucalipto, pinus e feijão+milho, respectivamente.

Passos (1990) afirma que os sistemas consorciados demandam maior investimento, porém podem reduzir os custos de implantação florestal. Este mesmo autor, estudando o comportamento inicial do eucalipto em plantio consorciado com feijão em um ciclo de cultivo, no Vale do Rio Doce, Minas Gerais, encontrou melhores resultados em sistema com três fileiras de feijão, reduzindo em 64,9 % os custos de implantação florestal de um hectare de eucalipto exclusivo, para uma empresa-padrão do Vale do Rio. Já para produtores rurais, submetidos a um programa de fomento florestal, na mesma região, os custos de implantação florestal de um hectare, foram de US\$282,16. Nos sistemas consorciados, estes custos foram menores, devido às receitas obtidas nas produções agrícolas, que chegaram a produzir um retorno líquido de US\$32,81 no sistema com três fileiras de feijão. No entanto, o investimento inicial para implantação deste sistema foi 35,8% maior do que o necessário no monocultivo. Mesmo sendo rentáveis, a implantação deste sistema requer mais estudos para entender melhor a interação entre seus componentes, bem como para definir os espaçamentos a serem utilizados.

Quando comparados com outros trabalhos e sistemas, o custo de implantação do sistema Taungya em estudo foi um pouco elevado, em função das características da área e da proposta de revegetação. Alguns fatores como irrigação, preço de mudas das espécies florestais e mecanização de atividades como preparo do solo e beneficiamento dos produtos agrícolas, contribuíram para elevar os custos de implantação do sistema. Ao mesmo tempo, contribuíram também para o retorno com a venda dos produtos agrícolas obtidos no primeiro ano de implantação do sistema.

Mesmo assim, este estudo vai de encontro com outros trabalhos que estudaram diferentes consórcios entre espécies agrícolas e arbóreas (Schreiner e Baggio, 1984; Schreiner e Balloni, 1986; Passos, 1990; Rodigheri 2003, Varella, 2003; Daronco et al. 2012; Beltrame, 2013) que também concluíram que o plantio de culturas agrícolas em consórcio com espécies arbóreas permite que os gastos do reflorestamento sejam, em parte, amortizados pela comercialização dos produtos e ainda afirmaram que o cultivo nas entrelinhas são eficientes para criar condições favoráveis ao desenvolvimento de espécies florestais de ambos os grupos ecológicos.

A produtividade aquém do esperado para o feijão no bloco IV pode ser explicada pelo excesso de chuva durante o primeiro ciclo de cultivo, levando ao

encharcamento da área, o que prejudicou o desenvolvimento tanto do cultivo agrícola quanto das espécies florestais.

Passos (1996) avaliou um sistema agroflorestal com milho, arroz e eucalipto na região de Divinópolis, MG. Comparando as produtividades dos consórcios com a dos monocultivos agrícolas encontrou produtividade efetiva para o milho no ano agrícola 93/94 que variou de 348,3 a 728,00 Kg.ha⁻¹, entre diferentes espaçamentos, superando a produtividade média regional, de 224,3 Kg.ha⁻¹. Este autor ainda afirma que a produtividade efetiva de feijão consorciado com eucalipto em menores densidades de plantio tendeu a igualar à obtida no seu monocultivo.

Martins et al. (2013) avaliaram de forma mais detalhada a produtividade de matéria seca (Kg.ha⁻¹) de grãos de milho e de feijão em consórcio com árvores e em consórcio sem árvores e observaram maior produtividade no sistema sem árvores do que no sistema com árvores. A competição presente no cultivo consorciado, segundo esses autores, pode explicar essa diferença.

Segundo Chabaribery et al. (2007), em resultados preliminares da formação de floresta ciliar em propriedades familiares na microbacia do Córrego do Barreiro no município de Gabriel Monteiro, SP, a formação de um hectare de mata ciliar variou de R\$ 4.323,32 a R\$ 5.122,33. Neste estudo o item apontado como mais oneroso foi a aquisição de mudas, que variou de 15,1% a 26,3% do custo total. A mão de obra foi considerada o segundo item mais oneroso.

Para a recuperação de mata ciliar às margens do Rio Paraíba do Sul no município de Itaocara, RJ, o item mais oneroso foi a mão de obra, que considerando o valor da diária em Itaocara, RJ, apresentou um valor de R\$ 3575,00 por hectare implantado. Já o segundo item mais oneroso, foram os custos com os insumos, também, considerando o valor de aquisição das mudas de espécies florestais. Para um hectare a ser recuperado, foram gastos aproximadamente R\$ 3111,00, o que eleva ainda mais o custo para a recuperação dessas áreas.

Cartaxo (2009), avaliando a recuperação da mata ciliar ao longo do rio Mamanguape, litoral norte da Paraíba, apresentou um custo de R\$ 1550,00 para a recuperação de 1 hectare de mata ciliar utilizando o método de plantio convencional de mudas. Valor muito abaixo do encontrado para este estudo. No entanto, o autor utilizou para cálculo desses custos um valor de mão de obra (R\$ 15,00 a diária) muito abaixo do praticado em Itaocara, RJ. Nestes cálculos, Cartaxo (2009) também não considera os insumos gastos neste plantio.

Pinto et al. (2013), partir de dados encontrados na literatura, afirmam que o investimento inicial para o reflorestamento de 1 hectare Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro apresenta em média um valor de R\$ 11.079,54. Ou seja, 25% maior do que os custos com a implantação de 1 hectare de reflorestamento às marges do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ. Sendo assim, pode-se dizer que os custos encontrados neste estudo se aproximam dos valores médios obtidos para o estado do Rio de Janeiro.

7 RESUMO E CONCLUSÕES

É ampla a demanda por pesquisas voltadas à recuperação de Matas Ciliares frente à necessidade de adequação das propriedades rurais. Ações conjuntas entre diversos seguimentos da sociedade são consideradas fundamentais na busca pelo sucesso dessa recuperação. O estudo de diferentes técnicas, como os sistemas agroflorestais e a nucleação, para recuperação de ambientes estratégicos para a sociedade, poderão estimular os produtores, viabilizando ações técnicas e economicamente viáveis.

O presente trabalho buscou avaliar alternativas para consolidar a recuperação e uso de áreas de preservação permanente, em faixas marginais de cursos d'água, a partir da avaliação dos modelos de revegetação de Matas Ciliares por plantio de mudas, consórcio agroflorestal (Taungya), nucleação e isolamento, nos quais foram avaliados a viabilidade técnica e econômica, pela capacidade de cobertura das áreas, regeneração natural, interações entre os componentes dos sistemas e os efeitos dos mesmos sobre as características do solo.

Nas condições em que foram realizados os experimentos, conclui-se que:

- Não foram observadas diferenças para a maioria das variáveis dendométricas analisadas entre o plantio de mudas de espécies florestais e o sistema de Taungya. Somente a espécie *Campomanesia guazumifolia* (Gabiroba), apresentou menor incremento relativo em altura no sistema Taungya. Houve maior área de copa e cobertura da área das pioneiras com relação às espécies tardias, nos dois sistemas;

- O manejo adotado nas entrelinhas do sistema Taungya resultou em maiores teores de matéria orgânica, carbono, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Cu, bem como maiores valores em SB, V% e T;

- A receita obtida a partir da produção agrícola no primeiro ano de implantação do experimento foi suficiente para abater cerca de 13,26% do custo total de implantação do sistema Taungya;

- A implantação dos tratamentos aumentou o número de bactérias no solo até os 9 meses após a implantação dos modelos de recuperação, exceto no isolamento;

- Na regeneração natural, houve, nos primeiros meses, predominância de espécies herbáceas agressivas e invasoras em todos os tratamentos. O manejo adotado nas entrelinhas dos sistemas de plantio puro e Taungya favoreceu a redução na densidade destas espécies;

- A transposição do banco de sementes do solo como técnica nucleadora mostra-se promissora, pela inserção de espécies arbóreas e arbustivas na área e por se tratar de uma técnica de baixo custo;

8 CONSIDERAÇÕES

As matas ciliares são sistemas fundamentais ao equilíbrio do meio ambiente e ao desenvolvimento rural sustentável. A recuperação desses ambientes é uma necessidade ambiental, que demanda pesquisa em várias áreas e ações conjuntas entre diversos atores da sociedade, por se tratar de uma atividade difícil e com elevados custos.

As margens do Rio Paraíba do Sul no município de Itaocara, RJ tem sido, ao longo dos últimos séculos, seriamente comprometida por desmatamentos sucessivos provocados pelos ciclos do café, cana de açúcar e pecuária, o que dificulta ainda mais a recuperação da vegetação ciliar desta importante bacia hidrográfica.

A adoção de diferentes modelos de recuperação de áreas degradadas é importante, pois cada fragmento ou área a ser recuperada possui a sua particularidade, que poderá facilitar ou dificultar o seu processo de recuperação.

A regeneração natural, a partir do isolamento da área, pode ser beneficiada pela adoção de práticas como: coroamento ao redor das espécies arbóreas e arbustivas espontâneas, importantes para o sombreamento e cobertura da área e pela criação de ambiente propício para a colonização por espécies mais tardias; semeadura; e plantio de mudas em ilhas.

A nucleação, utilizando como técnica a transposição do banco de sementes do solo e da serapilheira, poderá apresentar resultados variáveis em função da época do ano, podendo haver variação na viabilidade dos diásporos. É importante que a coleta do material seja realizada em fragmentos que se encontrem em

estágios mais avançados da sucessão, garantindo assim, presença de maior número de sementes de espécies arbóreas e arbustivas.

Tanto o sistema convencional de plantio de mudas quanto o sistema Taungya são importantes na recuperação de matas ciliares degradadas. No entanto, devem ser manejados com o objetivo de contribuir para a ocorrência e manutenção das espécies arbóreas e arbustivas espontâneas nas áreas em recuperação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. N. (2004) O Suporte Geológico das Florestas Beiradeiras (Ciliares).
In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (Ed.). Matas Ciliares. São Paulo: Fapesp. cap.1, p.15 – 25.
- Allison, S.D., Jastrow, J.D. (2006) Activities of extracellular enzymes in physically isolated fractions of restored grassland soils. *Soil Biol. Biochem*, n. 38, p. 3245-3256.
- Alvarenga, A.P.; Botelho, S.A.; Pereira, I.M. (2006) Avaliação da regeneração natural na recomposição de Matas Ciliares em nascentes na região Sul de Minas Gerais. *Revista Cerne*, v.12, n.4, p.360-372.
- Alves, T. S.; Campos, L. L.; Neto, N. N.; Matsuoka, M.; Fatima Loureiro, F. M. (2011) Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347.
- Amador, D. B. e Viana, V. M. (1998) Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais ESALQ / USP, *Série Técnica IPEF* v. 12, n. 32, p. 105-110.
- Amador, D. B. e Viana, V. M. (2000) Dinâmica de “capoeiras baixas” na restauração de um fragmento florestal. *Scientia Forestalis*, n.57, p.69-85.
- Andrade, L.; Oliveira, F.X.; Nascimento, I.S.; Fabricante, J.R.; Sampaio, E.V.S.B.; Barbosa, M.R.V. (2006) Análise florística e estrutural de Matas Ciliares ocorrentes em brejo de altitude no município de Areia, Paraíba. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.1, n. único, p.31-40.

- Aquino, C. e Barbosa, L. M. (2009) Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-Guaçu, SP. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.2, p.349-358.
- Aragão, A. G. (2009) *Estabelecimento de espécies florestais nativas, em áreas de restauração ciliar no Baixo Rio São Francisco*. Tese (Mestrado em Agroecossistemas) - São Cristóvão- SE. Universidade Federal de Sergipe-UFSE, 61f.
- Araújo, F.S.; Martins, S.V.; Meira Neto, J.A.A.; Lani, J.L.; Pires, I.E. (2006) Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, v.30, n.1, p.107-116.
- Araújo, M. M.; Oliveira, F. A.; Vieira, I. C. G.; Barros, P. L. C.; Lima, C. A. T. (2001) Densidade e composição florística do banco de sementes do solo de florestas sucessionais na região do Baixo Rio Guamá, Amazônia Oriental. *Scientia Florestalis*, n.59, p.115-130.
- Arcova, F.C.S. e Cicco, V. (1999) Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Florestalis*, n.56, p.125-134.
- Assis J. R., S.L.; Zanuncio, J.C.; Kasuya, M.C.M.; Couto, L.; Melido, R.C.N. (2003) Atividade microbiana do solo em Sistemas Agroflorestais, Monoculturas, Mata natural e Área Desmatada. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n.1, p. 35-41.
- Attanasio, C. M.; Rodrigues, R. R.; Gandolfi, S.; Nave, A. G., (2006). *Adequação Ambiental De Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares*. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- Attanasio, (2008) Manual Técnico: Restauração e Monitoramento da Mata Ciliar e da reserva Legal para a Certificação Agrícola - Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura. *Imaflora*. 60 p. Piracicaba, SP.
- Baggio, A. J. (1988) Aroeira como Potencial para usos múltiplos na propriedade rural. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n. 17, p.25-32.
- Baider, C.; Tabarelli, M.; Mantovani, W. (2001) The soil seed bank during Atlantic Forest regeneration in Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v.61, n.1, p.35-44.

- Barbosa, L.M.; Asperti, L.M.; Bedinelli, C. (1992) Estudos sobre o estabelecimento e desenvolvimento de espécies com ampla ocorrência em mata ciliar. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 4, p. 605-608.
- Batista Neto, J. P. (2005) *Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual*. Viçosa, Minas Gerais. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Beer, J.; Lucas, C.; Kapp, G. (1994) Reforestación com sistemas agrosilviculturales permenetes vrs. Plantaciones puras. *Agroforesteria en las Américas*, v.1, n.3, p. 21-25.
- Beltrame, T. P (2013) *Restaurando a Ecologia na Restauração: avaliação de sistemas agroflorestais e espécies leguminosas em plantios de restauração ecológica*. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) – Piracicaba-SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, 168 p.
- Benigno B. J.; Louzada, M. A. P.; Vieira, C. M.; Souza, G. (2004) Levantamento da flora e vegetação do domínio das ilhas fluviais do médio inferior rio Paraíba do Sul. *Associação dos Pescadores e Amigos do Rio Paraíba do Sul*. Relatório Técnico Financeiro Final / mar.2004 – jun.2004.
- Bianchini, E.; Popolo, R. S.; Dias, M. C.; Pimenta, J. A. Diversidade (2003) E Estrutura De Espécies Arbóreas Em Área Alagável Do Município De Londrina, Sul Do Brasil. *Acta bot. bras.* 17(3): 405-419.
- Botelho, S.A. (2003) *Princípios e métodos silviculturais*. Lavras-MG: UFLA.
- Botelho, S. A.; Davide, A. C. (2002) Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de Matas Ciliares. In: *Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas*, 5, Belo Horizonte. Palestras. Belo Horizonte: SOBRADE/UFLA.
- Brandão, M.; Brandão, H.; Laca-Buendia, J. P. (1998) A mata ciliar do rio Sapucaí, município de Santa Rita do Sapucaí, MG: fitossociologia. *Daphne*, v. 8, n. 4, p. 36-48.
- Braga, A. J. T.; Griffith, J. J.; Paiva, H. N.; Meira Neto, J. A. A. (2008) Composição do banco de sementes de uma floresta semidecidual secundária considerando o seu potencial de uso para recuperação ambiental. *Revista Árvore*, v.32, n.6, p.1089-1098.

- Braga, A. J. T. (2005) *Enriquecimento de serapilheira com espécies arbóreas aptas para recuperação de áreas degradadas*. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Revoga a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil. Brasília DF, 18 out. 2012, em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/41537746/dou-secao-1-18-10-2012-pg-1>. Acesso em: 23 jan. 2013.
- Brasil. Resolução nº 429 de 28 de fevereiro de 2011 do CONAMA. *Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de março, 2011, nº 43, pág. 76.
- Brasil. Resolução nº 29, DE 07 de dezembro DE 1994 do CONAMA. *Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 248, de 30/12/1994, pág. 21348.
- Brasil. Instrução Normativa nº 5, de 8 de setembro de 2009, do Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal. *Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 set. 2009. Seção 1, p. 65.
- Brasil. Resolução Conama nº 369, de 28 de março de 2006. *Diário Oficial {da} República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 61, de 29 de março de 2006, Seção 1, páginas 150 – 151.
- Braun-Blanquet, J. (1979) *Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: *H. Blume*, 820 p.
- Brighenti, A. M. et al. (2003) Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura de girassol. *Pesq. Agropec. Bras.* v. 38, n. 5, p. 651-657.
- Ceconi, D. E. (2010) *Diagnóstico e recuperação da mata ciliar da Sanga Lagoão do Ouro na microbacia hidrográfica do Vacacaí-mirim, Santa Maria – RS*. Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Biodinâmica e Manejo do Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciência do Solo. Santa Maria, RS, Brasil.
- Campanha, M. M.; Santos, R. H. S. (2007) Análise comparativa das características da serrapilheira e do solo em cafezais (*Coffea arabica* L.) cultivados em sistema agroflorestal e em monocultura na Zona da Mata - MG. *Revista Árvore*, v.31, p.805-812.

- Cartaxo, R. M. M. (2009) *Recuperação da mata ciliar ao longo do rio mamanguape, litoral norte da paraíba* Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA –Sub-Programa Universidade Federal da Paraíba/ Universidade Estadual da Paraíba. João Pessoa, 49p.
- Carvalho, A. J. (2009) *Sistema de Produção de Feijão em Consórcio com Eucalipto ou com Braquiária / Abner José Cravalho*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 129p.
- Carvalho, P.E.R. (1994) Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: *EMBRAPA*, CNPF. 640 p.
- Carvalho, P. E. R. (2006) Espécies Arbóreas Brasileiras Volume 1. Colombo: *EMBRAPA*, Florestas, v. 2, 627 p. 4.
- Carvalho, S.L.; Pitelli, R.A. (1992) Comportamento e análise fitossociológica das principais espécies de plantas daninhas de pastagens da região de Selvíria, MS. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.10, n.1/2, p.25-32.
- Casagrande, J.C.; Soares, M.R. (2007) Recuperação de solos degradados: interação solo-planta. In: Barbosa, L. M.; Santos Junior, N. A. (orgs.). *A botânica no Brasil: pesquisa, ensino e políticas públicas ambientais*, São Paulo, p. 53-57.
- Castellani, T. T.; Stubblebine, W. H. (1993) Sucessão secundária inicial em mata tropical mesófila, após perturbação por fogo. *Revista Brasileira de Botânica*, v.16, n.2, p.181-203.
- Castro, D. (2012) Práticas para restauração da mata ciliar. Organizado por Dilton de Castro; Ricardo Silva Pereira Mello e Gabriel Collares Poester. -- Porto Alegre: *Catarse* – Coletivo de Comunicação, 60 p.
- Catelani, C. S.; Batista, G. T.; Pereira, W. F. (2003) Adequação do uso da terra em função da legislação ambiental. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Belo Horizonte: INPE / SELPER, p. 559-566.
- Cattelan, A.J.; Vidor, C. (1990) Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 14, n. 2, p. 125-132.
- Cavalheiro, A. L.; Torezan, J. M. D.; Fadelli, L. (2002) Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas.

Páginas: 213-224 In M. E. Medri, E. Bianchini, O. A. Shibatta, e J. A. Pimenta, editores. *A bacia do rio Tibagi*. Londrina, PR.

- Cavenage, A. (1996) *Alterações das propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho Escuro sob diferentes usos e manejos*. (Trabalho de Graduação) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista. "Julio de Mesquita Filho", 75p.
- Chabaribery, D.; Silva, J.R.; Tavares, L. F. J.; Barbosa, M. V.; Silva, M. R.; Monteiro, A. V. (2007) Recuperação de Matas Ciliares: sistemas de formação de floresta nativa em propriedades familiares – resultados preliminares. In: "*VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica*". Fortaleza, CE.
- CONAB, Companhia Nacional de abastecimento (2014) Acomp. Safra brasileira de grãos, v. 1 - *Safra 2013/14*, n. 4 - Quarto Levantamento, Brasília, p. 1-67.
- Costalonga, S. R. (2006) *Banco de sementes em áreas contíguas de pastagem degradada, plantio de eucalipto e floresta natural, em Paula Cândido – MG*. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa-UFV, 126p.
- Crestana, M. S. M. (org.), Ferretti, A. R., Toledo Filho, D. V., Shimidt, H. A. P., Guardia, J. F. C. (2004) *Florestas - Sistemas de Recuperação com Essências Nativas, Produção de Muda e Legislações*. 2ª Ed. (atualizada) Campinas.
- Cruz, M. P.; Campos, J. B. (2013) Regime de inundação e a regeneração arbórea em duas áreas florestais na planície alagável do alto Rio Paraná. *Revista Biotemas*, 26 (3), 71-82.
- Cunha, K.S.; de Oliveira, E.C.; Pereira, M. G.; Ramos, H.C.C.; do Amaral Júnior, A.T.; Berilli, A.P.C.G.; Gonçalves, L. S. A. (2012) Full - sib reciprocal recurrent selection in the maize populations Cimmyt and Piranão. *Genetics and Molecular Research*, v. 11, p. 3398-3408.
- Da Croce, D. M.; De Nadal, R. (1992) Viabilidade técnico econômica de sistemas de produção de erva-mate consorciada com culturas anuais. In: *Encontro brasileiro de economia e planejamento florestal*, 2. Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, p. 329-336.
- Damasceno, A. C. F. (2011) Manual sobre Restauração de Matas Ciliares Volume I – Noções Gerais e Volume II – *Modelos de Restauração*. Salvador. Contrato IICA nº 110.137.
- Daronco, C.; Melo, A. C. G.; Machado, J. A. R. (2012) Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta*

crantz) para restauração de mata ciliar, *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.2, p.291-299.

Davide, A. C.; Botelho, S. A.; Faria, J. M. R.; Prado, N. J. S. (1996) Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de depleção do reservatório da usina hidrelétrica de Camargos - Itutinga, MG. *Cerne*, v.2, p.26-39.

De Paula, R. C.; De Paula, N. F. (2003) Sistemas agroflorestais. In: VALERI, S. V.; POLITANO, W. (Eds.). *Manejo e recuperação florestal*. Jaboticabal: Funep. 180p.

Dias, M. C.; Vieira, A. O. S.; Nakajima, J. N.; Pimenta, J. A. & Lobo, P. C. (1998) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. *Revista Brasileira de Botânica* 21(2): 183-195.

Dinesh, R.; Chaudhuri, S.G.; Ganeshamurthy, A.N. e Dey, C. (2003) Changes in soil microbial indices and their relationships following deforestation and cultivation in wet tropical forests. *Applied Soil Ecology*, 24:17-26.

Donadio, N.M.M.; Galbiatti, J.A. E Paula, R.C. (2005) Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.1, p.115-125.

Dubois, J. Classificação e breve caracterização de SAFs e práticas agroflorestais. (2008) In: May, P. H.; Trovatto, C. M. M. (Coord.). *Manual agroflorestal para a Mata Atlântica*. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar, p.15-62.

Durigan, G. (1999) Técnicas silviculturais aplicadas à restauração de ecossistemas. In: *simpósio sobre restauração ecológica de ecossistemas naturais*, 1. 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ/USP.

Durigan, G. e Silveira, E.R. (1999) Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. *Scientia Forestalis*, n.56, p.135-144.

Durigan, G. e Nogueira, J.C.B. (1990) *Recomposição de Matas Ciliares: orientações básicas*. São Paulo: IF/Série Registros, n.4, 14p.

Ehiagbonare, J. E. (2006) Effect of Taungya on regeneration of endemic forest tree species in Nigeria: Edo State Nigeria as a case study. *African Journal of Biotechnology*, v.5, n.18, p.1608-1611.

- EMBRAPA (2003) *Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas*. Rio Branco: MDA, 32p.
- EMBRAPA Arroz e Feijão (2001) *Xamego: cultivar de feijão preto para o Estado do Paraná*. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão.
- EMBRAPA. Agência de Informação EMBRAPA (2003) Cultivo do Feijão. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.EMBRAPA.br> Acesso em: 20 de janeiro de 2014.
- EMBRAPA. Agência de Informação EMBRAPA. (2007) Cultivo do Milho. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.EMBRAPA.br> Acesso em: 20 de janeiro de 2014.
- EMBRAPA (1999) *Manual de análises químicas de solos, plantas de fertilizantes / EMBRAPA Solo*, EMBRAPA Informática Agropecuária; organizador Fábio Cesar da Silva. – Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, 370p.
- Engel, V.L. e Parrotta, J.A. (2003) Definindo A Restauração Ecológica: Tendências E Perspectivas Mundiais. In: Kageyama, P.Y.; Oliveira, R.E.; Moraes, L.F.D. Et Al. (Coord.). *Restauração Ecológica De Ecossistemas Naturais*. Botucatu: Fepaf, pp. 1-26.
- Ferreira, R.L.C.; Marangon, L.C.; Silva, J.A.A. da; Rocha, M.S. da; Alves Júnior, F.T.; Aparício, P. da S. (2007) Estrutura fitossociológica da mata ciliar do Açude do Meio, Reserva Ecológica de Dois Irmãos, Recife-PE. *Magistra*, v.19, n.1, p.31-39.
- Ferreira, W. C.; Botelho, S. A.; Davide, A. C.; Faria, J. M. R.; Ferreira, D. F. (2010) Regeneração Natural como Indicador de Recuperação de Área Degradada Jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.4, p.651-660.
- Fonseca, R. C. B.; Rodrigues, R. R. (2000) Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP Structural analysis and aspects of the successional mosaic of a semi-deciduous forest, in Botucatu (São Paulo State, Brazil). *Scientia Forestalis*, n. 57, p. 27-43.
- Fragoso, R. O. (2013) *Restauração ecológica em áreas reflorestadas no domínio Floresta Estacional Semidecidual*. Tese (Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos Naturais) - Cascavel, PR, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, 65p.

- Franco, B.K.S.; Martins, S. V.; Faria, P. C. L.; Ribeiro, G. A. (2012) Densidade e composição florística do banco de sementes de um trecho de floresta estacional semidecidual no campus da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.36, n.3, p.423-432.
- Franco, F. S. (2000) *Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na zona da mata de Minas Gerais* Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Curso de Ciência Florestal, para Obtenção do Título de “Dctor Scientiae”. Viçosa, Minas Gerais – Brasil.
- Gabriel, Ana Paula C; Pereira, M. G.; Goncalves, L. S. A.; Cunha, Keila S; Ramos, Helaine Cancela; Souza Filho, Gonçalo Apolinário de; Amaral Júnior, A. T. (2011) Use of molecular markers in reciprocal recurrent selection of maize increases heterosis effects. *Genetics and Molecular Research*, v. 10, p. 2589-2596.
- Garwood, N. C. (1989) Tropical soil seed banks: a review. In: Leck, M.; Parker, V.; Simpson, R. (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. San Diego: Academic, p. 149-209.
- Gasparino, D.; Malavasi, U. C.; Malavasi, M. M.; Souza, I. (2006) Quantificação do banco de sementes sob diferentes usos do solo em área de domínio ciliar. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.1-9.
- Guilherme, F.A.G. (2000) Efeitos da cobertura dedossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília, DF. *Cerne*, v.6, n.1, p.60-66.
- Grombone-Guaratini, M. T.; Rodrigues, R. R. (2002) Seed bank and seed rain in a seasonal semideciduous forest in south - eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.18, n.5, p.759-774.
- Hall, J.B.; Swaine, M.B. (1980) Seed stocks in Ghanaian forest soil. *Biotropica* 12: 256-263.
- Hardt, E.; Silva, E. F. L. P.; Zakia, M. J. B.; Lima, W. P. (2006) Plantios de restauração de Matas Ciliares em minerações de areia da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. *Scientia Forestalis*, n. 70, p. 107-123.
- Hopkins, M. S.; Tracey, J. G.; Graham, A. W. (1990) The size and composition of soil seed banks in remnant patches of three structural rainforest types in North

Queensland, Australia. *Australian Journal of Ecology*, Melbourne, v. 15, n. 1, p. 43-50.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) *Manuais técnicos em geociências divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências*. Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 0021-120 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

Ignácio, E. D; Attanasio, C. M; Toniato, M. T. Z. (2007) *Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares: microbacia do ribeirão São João*. Mineiros do Tietê. SP. IF Sér. Reg., São Paulo, n. 31, p.219-223.

Iwata, B. F.; Leite, L. F. C.; Araújo, A. S. F.; Nunes, L. A. P. L.; Gehring, C.; Campos, L. P. (2012) Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.16, n.7, p.730–738.

Jacomine, P. K. T. (2004) Solos sob Matas Ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, p.27-31.

Jaramillo-Botero, C.; Santos, R.H.S.; Fardim, M.P.; Pontes, T.M.; Sarmiento, F. (2008) Produção de serapilheira e aporte de nutrientes de espécies arbóreas nativas em um sistema agroflorestal na zona da mata de Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.869-877.

Jennings, S.B.; Brown, N.D.; Sheil, D. (1999) Assessing forest canopies and understory illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry*, v.72, n.1, p.59-73.

Junglos, F. S. e Morais, G. A. (2010) Acompanhamento do desenvolvimento de mudas de espécies nativas em plantio heterogêneo no sítio Santa Helena, Município De Ivinhema, MS. revista eletrônica *Anais do Encontro de Iniciação Científica – ENIC*. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS.

Kageyama, P. e Gandara, F. B. (2004) Recuperação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: EDUSP/FAPESP, p.249-269.

Kageyama, P. Y. (1990) *Plantações de essências nativas: florestas de proteção e reflorestamentos mistos*. Piracicaba-SP, 9p.

Kunz, S. H.; Martins, S. V. (2014) *Regeneração natural de floresta estacional semidecidual em diferentes estágios sucessionais*. In, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 111 - 124, jan. / mar.2014.

- Lacerda, A.V. de; Barbosa, F.M.; Barbosa, M.R. de V. (2007) Estudo do componente arbustivo-árboreo de Matas Ciliares na bacia do Rio Taperoá, semiárido paraibano: uma perspectiva para a sustentabilidade dos recursos naturais. *Oecologia brasiliensis*, v.11, n.3, p.331-240.
- Lara, J. F. R.; Macedo, J. F.; Brandão, M. (2003) Plantas daninhas em pastagens de várzeas no Estado de Minas Gerais. *Planta Daninha*, v. 21, n. 1, p. 11-20.
- Leal Filho, N. (1992) *Caracterização do banco de sementes de três estádios de uma sucessão vegetal na Zona da Mata de Minas Gerais*. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 116p.
- Leite, L. F. C. e Mendonça, E. S. (2003) Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.773-959.
- Lima, S.S.; Leite, L.F.C.; Aquino, A.M.; Oiveira, F.C.; Castro, A.A.J.F. (2010) Serapilheira e teores de nutrientes em argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 34, n. 1, p. 75-84.
- Lima, S. S. (2008) *Impacto do manejo agroflorestal sobre a dinâmica de nutrientes e a macrofauna invertebrada nos compartimentos serapilheira-solo em área de transição no norte do Piauí*. Tese (Mestrado) – Teresina – PI – Universidade Federal do Piauí – UFPI.
- Lorenzi, H. (2008) Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa, SP: *Instituto Plantarum*. 4ª ed. 640 p.
- Macedo, R.L.G. (1992) Sistemas agroflorestais com leguminosas arbóreas para recuperar áreas degradadas por atividades agropecuárias. In: *Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas*, 1, 1992. Curitiba. Anais ... Curitiba: EMBRAPA, p.288-297.
- Macedo, A.C. (1993) Restauração, Matas Ciliares e de Proteção Ambiental, Fundação Florestal, 27p.
- Machado, V. M.; Santos, J. B.; Pereira, I. M.; Lara, R. O.; Cabral, C. M.; Amaral, C. S. (2013) Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 303-312.

- Machado, M.R.; Rodrigues, F.C.M.P.; Pereira, M.G. (2008) Produção de serapilheira como indicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 143-151.
- Marchiori Júnior, M.; Melo, W. J. (2000) Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 3, p. 1177-1182.
- Marin, A. M. P.; Menezes, R. S. C. E. D.; Silva & Sampaio, E. V. S. B. (2006) Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no agreste paraibano. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 30:555-564.
- Marin, A.M.P. (2002) *Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo*. Tese (Mestrado) - Viçosa - MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 83p.
- Martins, J. C. R.; Menezes, R. S. C.; Sampaio, E. V. S. B.; Santos, A. F.; Nagai, M. A. (2013) Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no Cariri Paraibano. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.17, n.6, p.581–587.
- Martins, S. V. (2009) *Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração*. Viçosa, MG: Editora Centro de Produções Técnicas. 270 p.
- Martins, S. V. Almeida. D. P.; Fernandes, L. V.; Ribeiro. T. M. (2008) Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. *Revista Árvore*, v.32, n.6, p.1081-1088.
- Martins, S. V. (2007) *Recuperação de Matas Ciliares*. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 255p.
- Martins, S. V.; Rodrigues, R. R. (2002) Gap-phase regeneration in a semideciduous mesophytic forest, south - eastern Brazil. *Plant Ecology*, v.163, n.1, p.51-62.
- Martins, S. V. (2001) *Recuperação de Matas Ciliares*. Coordenação Editorial Emerson de Assim. – Viçosa, Aprenda Fácil, 146p.
- Melloni, R.; Pereira, E. G.; TrannIN, I. C. B.; Santos, D. R.; Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O. (2001) Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2001.

- Mendonça, E. S.; Leite, L. F. C.; Ferreira Neto, P. S. (2001) Cultivo de café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. *Revista Árvore*, v. 25, n. 3, p. 375-383.
- Moniz, C.V.D. (1987) *Comportamento inicial do eucalipto (Eucalyptus torelliana F. Muell), em plantio consorciado com milho (Zea mays. L.) no Vale do Rio Doce em Minas Gerais*. Tese de Mestrado. Viçosa, UFV, Impr. Univ. 61 p.
- Mello, M. A. R.; Kalko, E. K. V.; Silva, W. R. (2008) Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.24, p.225-228.
- Nair, P.K.R. (1993) *An introduction to agroforestry*. Dordrecht: Kluwer Academic, 513p.
- Nair, P. K. R. (1980) *Agroforestry species: a crop sheets manual*. Nairobi, ICRAF. p. 336.
- Nave, A. G. (2005) *Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP*. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Piracicaba -SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 218fp.
- Neto, A. M.; Sustanis, H. K.; Martins, S. V.; Silva, K. A.; Silva, D. A. (2010) Transposição do Banco de Sementes do Solo como Metodologia de Restauração Florestal de Pastagem Abandonada em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.6, p.1035 -1043.
- Neves, L.G; Tienne, L.; Valcarcel, R. (2001) Regeneração induzida em áreas de empréstimo na Ilha da Madeira, RJ. *In: Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ, XI. Resumos...*, 369p. p103- 106.UFRRJ, Seropédica, RJ.
- Nogueira Junior, L. R. (2000) *Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies da Mata Atlântica*. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.Piracicaba. 50 p.
- Oliveira, E. B.; Marangon, L. C.; Feliciano, A. L. P.; Ferreira, R. L. C.; Rêgo, P. L. (2009) Estrutura fitossociológica de um fragmento de mata ciliar, Rio Capibaribe Mirim, Bacia do Rio Goiana, Aliança, Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.4, n.2, p.167-172.

- Passos, C. A. M. (1996) *Sistemas Agroflorestais com eucalipto para uso em programas de fomento florestal, na região de Divinópolis, MG*. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. 156p.
- Passos, C. A. M. (1990) Comportamento inicial do *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, consorciado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no Vale do Rio Doce, MG. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV. 73p.
- Pereira, I. M.; Alvarenga, A. P.; Botelho, S. A. (2010) Banco de sementes do solo, como subsídio à Recomposição de mata ciliar. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 40, n. 4, p. 721-730, out. /dez.
- Pereira, J. P.; Androcioli Filho, A.; Leal, A. C.; Ramos, A. L. M. (2000) Desenvolvimento vegetativo da seringueira em sistema agroflorestal com cafeeiro em fase terminal. In: *Simpósio internacional sobre ecossistemas florestais, 6, Porto Seguro*. Anais... Rio de Janeiro: Biosfera, p. 4.
- Peres, M. A.; Pinto, L. V. A. (2009) Avaliação do Banco de Sementes do Solo de Fragmentos Florestais de Mata Estacional Semidecidual Clímax e Secundária e seu Potencial em Recuperar Áreas Degradadas. *Revista Agrogeoambiental*.
- Perez, K.S.; Ramos, M.L.G. & McmanuS, C. (2004) Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v.39, n.5, p.67-573.
- Pinto, N. D. B. (2013) *Análise comparativa entre o reflorestamento e outras alternativas de mitigação de gases de efeito estufa no estado do rio de janeiro*. Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre. Rio de Janeiro-RJ.191p.
- Pinto, S.I.C.; Martins, S.V.; Barros, N.F.; Dias, H.C.T. (2008) Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na reserva mata do paraíso, em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n. 3, p. 545-556.
- Pinto, L.V.A.; Botelho, S.A.; Oliveira-Filho, A.T.; Davide, A.C. (2005) Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Revista Árvore*, v.29, n.5, p.775-793.

- Pinto, L. V. A. (2003) *Caracterização física da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e proposta de recuperação de suas nascentes*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 165 p.
- Piolli, A. L.; Celestini, R. M.; Magon, R. (2004) *Planeta Água*– Associação de Defesa do Meio Ambiente. Serra Negra – SP.
- Poleto, C.; Carvalho, S. L.; Matsumoto, T. (2010) Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP) *HOLOS Environment*, v.10 n.1, p. 96.
- Porfírio, S. V. (1998) *Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com Grevillea robusta A. Cunn ex. R. Br. na região noroeste do Paraná*. p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC. 152p.
- Queiroz, L.R.; Coelho, F.C.; Barroso, D.G.; Queiroz, V.A.V. (2007) Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aleias, em Campos dos Goytacazes, RJ. *Revista Árvore*, Viçosa, v.31, n.3, p.383-390.
- SBCS (2010) Quirinj J. L. (Org.) *Física do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 298 p.
- Ramos Filho, L. O.; Francisco, C.E.S. (2005) Legislação florestal, sistemas agroflorestais e assentamentos rurais em São Paulo: restrições ou oportunidades? In: *Congresso Brasileiro de sistemas agroflorestais*, 5, Curitiba. Colombo: EMBRAPA, 2004. p.211-213.
- Reflora (2013) Lista de Espécies da Flora do Brasil. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acessado em: 3 fev. 2014.
- Reis A.; Bechara, F. C.; Espíndola, M. B.; Vieira, N. K. (2003) Restauração de Áreas Degradadas: A Nucleação como Base para os Processos Sucessionais. *Revista Natureza & Conservação*. v. 1, n. 1.
- Reis. A.; Espíndola, M. B. De; Vieira, N. K. (2003) A nucleação como ferramenta para restauração ambiental. *Anais do seminário temático sobre recuperação de áreas degradadas*. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 32-39.
- Reis, A. e Kageyama, P.Y. (2003) Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: Kageyama et al. *Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*. Botucatu, FEPAF, P. 91-110.

- Ribaski, J. (2005) Sistemas Agroflorestais Pecuários: algumas experiências desenvolvidas no Brasil. *EMBRAPA Florestas*, 8p. (EMBRAPA Florestas. Comunicado Técnico, 150).
- Ribeiro, P. R. C. C.; Ribeiro, J. J.; Neto, A. R. S.; Rocha, J. R. P.; Corte, I. S. (2012) Métodos e recuperação de mata ciliar como proposta de recuperação de nascentes no cerrado. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p. 1866.
- Roberts, H. A.; Nielson, J. E. (1981) Changes in the soil seed bank of four long term crop herbicide experiments. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v.18, p.661-668.
- Rodigheri (2003) Sistemas Agroflorestais como Alternativa de Aumento de Emprego e Renda na Propriedade Rural. *EMBRAPA Florestas*.
- Rodrigues, B. D.; Martins, S. V.; Leite, H. G. (2010) Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.65-73.
- Rodrigues, R. R.; Lima, R. A. F.; Gandolfi, S.; Nave, A. G. (2009) On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, *Brazilian Atlantic Forest*.
- Rodrigues, E. R.; Galvão, F. (2006) Florística e Fitossociologia de uma área de Reserva Legal Recuperada Por Meio de Sistema Agroflorestal na Região do Pontal do Paranapanema, São Paulo. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 36, n. 2.
- Rodrigues, E. R.; Cullen, L. J., Beltrame, T. P.; Moscolliato, A. V.; Silva, I. C. (2007) Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para a recuperação de Reserva Legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. *Revista Árvore*, v.31, p.941-948.
- Rodrigues, R.R. e Leitão Filho, H.F. (Ed.). (2000) *Matas Ciliares*. São Paulo: EDUSP, cap.15.2, p.249 – 269.
- Rodrigues, R.R e Gandolfi, S. (2004) Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (Ed.). *Matas Ciliares*. São Paulo: Fapesp, cap.15.1, p.235 – 247.
- Rodrigues, R. R. e Leitão Filho, H. F. (2004) *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação* / editores Ricardo Ribeiro Rodrigues, Hermógenes de Freitas

Leitão Filho. – 2. ed. 1. Reimpr. – São Paulo. Editora Universidade de São Paulo, Fapesp.

- Rodrigues, R.R. e Nave, A.G. (2004) Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H.F. (eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, p.45-71.
- Rodrigues, R.R. (1995) A sucessão florestal. In: *Ecologia e preservação de uma floresta tropical urbana: Reserva de Santa Genebra*. (H.F. Leitão Filho e L.P. Morellato, eds.). Editora da Unicamp, Campinas, p.30-35.
- Rovedder, A. P. M.; Eltz, F.L.F. (2008) Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.1, p.84-89, jan-fev.
- Salamene, S. (2007) *Estratificação e caracterização ambiental da Área de Preservação Permanente do rio Guandu*, RJ. Tese (Mestrado) Rio de Janeiro – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Instituto de Florestas, 67p.
- Sant’anna, C. S., Tres, D. R.; Reis, S. (redação). Kuntschlk, D. P.; Eduarte, M.; Armelin, R. S. (editores) (2011) *Restauração Ecológica – Sistemas de Nucleação*. Secretaria de Meio Ambiente. Unidade Coordenação do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares. Restauração Ecológica, 63p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br>.
- Santarelli, E. G. (1996) Recuperação de mata ciliar: seleção de espécies e técnicas de 897 implantação In: Balensiefer, M. *Recuperação de áreas degradadas: III Curso 898 de atualização UFPR*. Curitiba: FUPEF.
- Santos, A. J.; Leal, A. C.; Graça, L. R.; Carmo, A. P. C. (2000) Viabilidade econômica do sistema agroflorestal Grevílea x Café na região norte do Paraná. *CERNE*, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 89-100.
- Santos, K.; Kinoshita, L. S. (2003) Flora Arbustivo-Arbórea Do Fragmento De Floresta Estacional Semidecidual Do Ribeirão Cachoeira, Município De Campinas, SP. *Acta bot. bras.* 17(3): 325-341.
- Santos, M. J. C.; Freitas, A.C.; Ribeiro, G.T.; Nascimento, A.V.S. (2007) Florística e fitossociologia no trecho ciliar do Rio Poxim, município de São Cristóvão, SE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, n.3, p.223-227.

- Seitz, R. A. (1994) A regeneração natural de áreas degradadas. In. Simpósio Sul Americano, 1: *Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*, 2, 1994. Foz do Iguaçu. Anais, Curitiba: FUPEF, 1994 p. 103-110.
- Severino, F. J.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. (2006) Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 53- 60.
- Scherer, C.; Jarenkow, J. A. (2006) Banco de sementes de espécies arbóreas em floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.29, n.1, p.67-77.
- Schreiner, H. G.; Baggio, A. J. (1984) Culturas intercalares de milho (*Zea mays* L.) em reflorestamentos de *Pinus taeda* L. no sul do Paraná. *Bol. Pesq. Florestal*, (8/9): p. 26-49.
- Schreiner, H. G.; Balloni, E. A. (1986) Consórcio das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden) no sudeste do Brasil. *Bol. Pesq. Florestal*, (12): p. 83-104.
- Schietтино, L.F.; Gonçalves, F.C. (2002) *Florestas e reflorestamentos: informações básicas ao meio rural*. Vitória: UFES, 172p.
- Severino, F. J.; Carvalho, S. J. P.; Christoffoleti, P. J. (2006) Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 53- 60.
- Silva, A. M.; Moraes, M. L. M.; Buzetti, S. (2011) Propriedades Químicas de Solo Sob Reflorestamento Ciliar Após 20 Anos de Plantio em Área de Cerrado. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.97-106.
- Silva, D. C.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Oliveira, A. H.; Souza, F. S.; Martins, S. G.; Macedo, R. L. G. (2011) Atributos do Solo em Sistemas Agroflorestais, Cultivo Convencional e Floresta Nativa. *REA – Revista de estudos ambientais* (Online) v.13, n. 1, p. 77-86.
- Silva, K. A. (2013) *Avaliação de uma área em restauração pós-mineração de bauxita, município de Descoberto, MG*. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) - Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 90p.
- Silva, F. C.; Fonseca, E. P.; Soares-Silva, L. H.; Muller, C. & Bianchini, E. (1995) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas

ciliares da bacia do rio Tibagi. 3. Fazenda Bom Sucesso, município de Sapopema, PR. *Acta Botanica Brasilica* 9(2): 289-302.

Silva, V. P. P. (2002) *Sistemas agroflorestais para recuperação de Matas Ciliares em Piracicaba, SP.* Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 98p.

Silva, S. M.; Silva, F. C.; Vieira, A. O. S.; Nakajima, J. N.; Pimenta, J. A.; Colli, S. (1992) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi, PR. 2. Várzea do Bitumirim, município de Ipiranga, PR. Pp. 192-198. In *Anais do 2º Congresso Nacional de Essências Nativas*, Instituto Florestal, São Paulo.

Silva et al. (2013) Efeitos fisiológicos da utilização de filmes de partículas na aclimatização de mudas de café conilon. *VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil* 16 a 19 de Setembro de 2013, Vitória da Conquista – BA.

Silveira, T. I.; Maranhão, L. T. (2012) Avaliação da regeneração natural da vegetação em área recuperada com bioossólido. Talita Iatski da Silveira. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. N 24.

Silveira, R. B; Melloni, R.; Melloni, E. G. P. (2006) Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da Recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 1, p. 48-55, jan. /mar.

Siqueira, L. P. de. (2002) *Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil*. Tese (Mestrado em Recursos Florestais) – Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 116p.

Smith, W. D., Strub, M. R. (1991) Initial spacing: how many trees to plant. In: Duryea, M. L., Dougherty, P. M. (Eds.), *Forest regeneration manual*. Netherlands: kluwer Academic Publishers. p. 281-289.

Soares-Silva, L. H.; Bianchini, E.; Fonseca, E. P.; Dias, M. C.; Medri, M. E.; Zangaro Filho, W. (1992) Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares da bacia do rio Tibagi. 1. Fazenda Doralice, Ibiporã, PR. Pp. 199-206. In *Anais do 2º Congresso Nacional de Essências Nativas*, São Paulo. Instituto Florestal, São Paulo.

Souza, C. R.; Azevedo, C. P.; Lima, R. M.; Rossi, L. M. B. (2010) Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. *Acta Amazônica*, vol. 40(1). p. 27 – 134.

- Souza, C. A. M.; Oliveira, R. B.; Martins Filho, S.; Lima, J. S. (2006) Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. *Ciência Florestal*, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 243-249.
- Souza, C. P. M. de. (2002) *Análise de alguns aspectos de dinâmica florestal em uma área degradada no interior do Parque Estadual do Jurupará*, Ibiúna, São Paulo. Tese (Mestrado em Recursos Florestais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz ESALQ/USP, 84p.
- Souza, F. M.; Venturin, N.; Macedo, R. L. G.; Alvarenga, M. I. N.; Silva, V. F. (2001) Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. *Cerne*, v.7, n.2, p.043-052.
- Souza, P. A.; Venturin, N.; Griffith, J. J.; Martins, S. V. (2006) Avaliação do banco de sementes contido na serrapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. *Cerne*, janeiro-março, vol. 12, número 001, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil, PP. 56-57.
- Souza, M.C.S. e Piña-Rodrigues, F.C.M. (2013) Desenvolvimento de espécies arbóreas em Sistemas Agroflorestais para recuperação de áreas degradadas na Floresta Ombrófila Densa, Paraty, RJ. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.89-98.
- Tavares, S. R. L.; Melo, A. S.; Andrade, A. G.; Rossi, C. Q.; Capeche, C. L.; Balieiro, F. C.; Donagemma, G. K.; Chaer, G. M.; Polidoro, J.; Macedo, J. R.; Prado, R. B.; Ferraz, R. P. D. (2008) Curso de Recuperação de áreas degradadas: a visão da ciência do solo no contexto de diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. *EMBRAPA Solos*, Rio de Janeiro, RJ. p.228 (Documento 103).
- Trindade, V. F. D; Schulz, S. M. (2009) Método sucessional de recuperação florestal. Seminário Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. *XIII Mostra de Iniciação Científica*.
- Tuffi Santos, L.D.; Santos, I.C.; Oliveira, C.H.; Santos, M.V.; Ferreira, F.A; Queiroz, D.S. (2004) Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 343-349.
- Vaccaro, S.; Longhi, S. J.; Brena, D. A. (1999) Aspectos da composição florística categorias sucessionais do Estrato arbóreo de três subseres de uma floresta estacional Decidual, no município de Santa Tereza - Rs. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.9, n.1, p.1-18.

- Vasconcellos, R. L. F.; Bini, D.; Paula, A. M.; Andrade, J. B.; Cardoso, E. J. B. N. (2013) Nitrogênio, carbono e compactação do solo como fatores limitantes do processo de recuperação de Matas Ciliares. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.37 nº.5 Viçosa Setembro/Outubro.
- Varella, L. B. (2003) Sustentabilidade e perspectiva do sistema Taungya em comparação com a roça tradicional na Zona Bragantina do Estado do Pará. *Movendo Ideias*, v.8, n.14, p.73-85.
- Vergara, N. T. (1990) *Agroforestry: classification and management*. New York: John Wiley & Sons, p.1-30.
- Venturin, R.P.; Guerra, A. R.; Macedo, R. L. G.; Venturin, N.; Mesquista, H. A. (2010) Sistemas Agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. In: *Informe Agropecuário*, v. 31, n. 257, p. 16-24, jul./ago. 2010, Belo Horizonte, MG.
- Viana, V. (1992) Conceitos sobre sistemas agrofloretais In: *Dossiê sobre sistemas agrofloretais no domínio da Mata Atlântica*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 64p.
- Vieira, A. R. R.; Suertegaray, C. E. O.; Heldwein, A. B.; Maraschin, M. Silva, A. L. (2003) Influência do microclima de um sistema agroflorestral na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). *Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria*, v. 11, n. 1, p. 91-97.
- Vieira, N. K. (2004) *Transposição de solo como técnica nucleadora de restauração em ambiente de restinga*. Parte da Tese O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii*. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Botânica, Caixa Postal 476, 88010-970, Florianópolis, SC.
- Vieira, C. M.; Pessoa S. de V. A. (2001) *Estrutura e composição florística do estrato herbáceo subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim, RJ*. *Rodriguésia* 52(80): 17-30.
- Weber, A. J. C. S.; Nogueira, A. C.; Carpanezzi, A. A.; Galvão, F.; Weber, S. H. (2012) Composição florística e distribuição sazonal do banco de sementes em Floresta Ombrófila Mista Aluvial, Araucária, PR. *Pesq. Flor. Bras.*, Colombo, v. 32, n. 70, p. 193-207, abr./jun.
- Wolff, L. (2007) Sistema agroflorestral apícola envolvendo abelhas melíferas, abelhas indígenas sem ferrão, aroeira-vermelha e videiras, em produção integrada no interior de Pelotas-RS: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Agroecologia*, vol.2 nº.2.

Yovena, F.; Costa, L. (2010) Matas e APP bem preservadas ajudam a criar microclima ideal para proteger plantações. O Estado de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,produtores-conciliam-plantio-e-conservacao-de-florestas,603830,0.htm>>. Acesso 23 jan. 2012.

APÊNDICE



Figura 1A. Disposição das espécies arbóreas nativas no BIV T2, BIV T3 e BII T2. BIV = Bloco 4, BII = Bloco 2, T2 = Tratamento 2 (Plantio), T3 = Tratamento 3 (SAF), MON = Monjolo, GOI = Goiaba, CAJ = Caju, ARO = Aroeira, LEI = Leiteira, GAB = Gabiroba, PAF = Pau ferro, PIT = Pitanga, MOL = Mololo, ARP = Araça, ING = Ínga, JEN = Jenipapo.

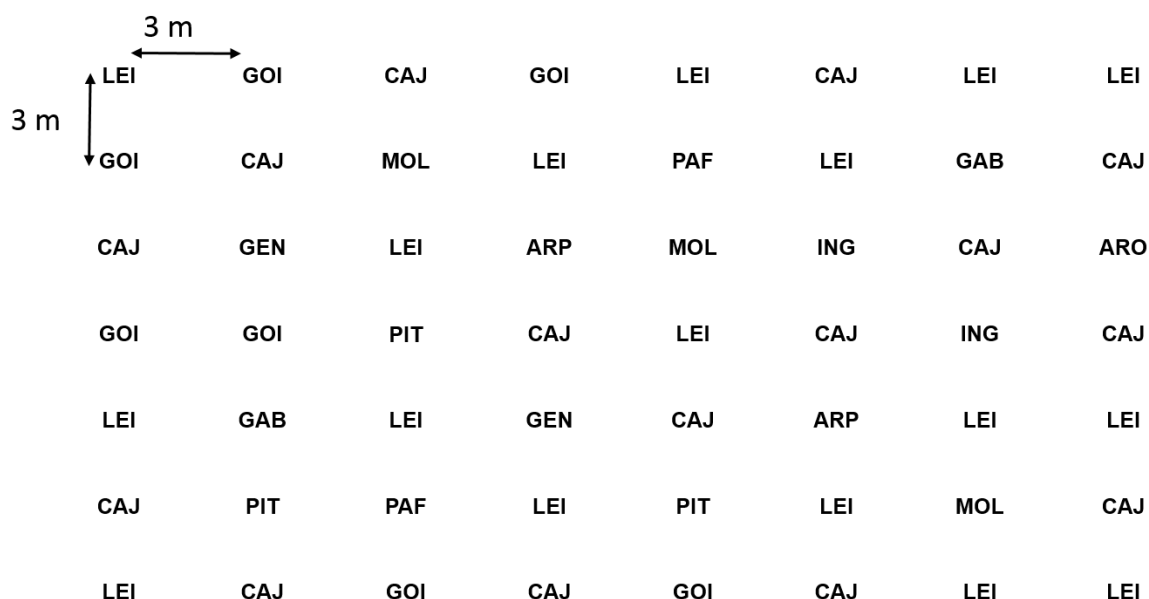


Figura 2A. Disposição das espécies arbóreas nativas no BI T2. BI – Bloco 1, T2 = Tratamento 2 (Plantio), MON = Monjolo, GOI = Goiaba, CAJ = Caju, ARO = Aroeira, LEI = Leiteira, GAB = Gabiroba, PAF = Pau ferro, PIT = Pitanga, MOL = Mololo, ARP = Araça, ING = Ínga, JEN = Jenipapo.

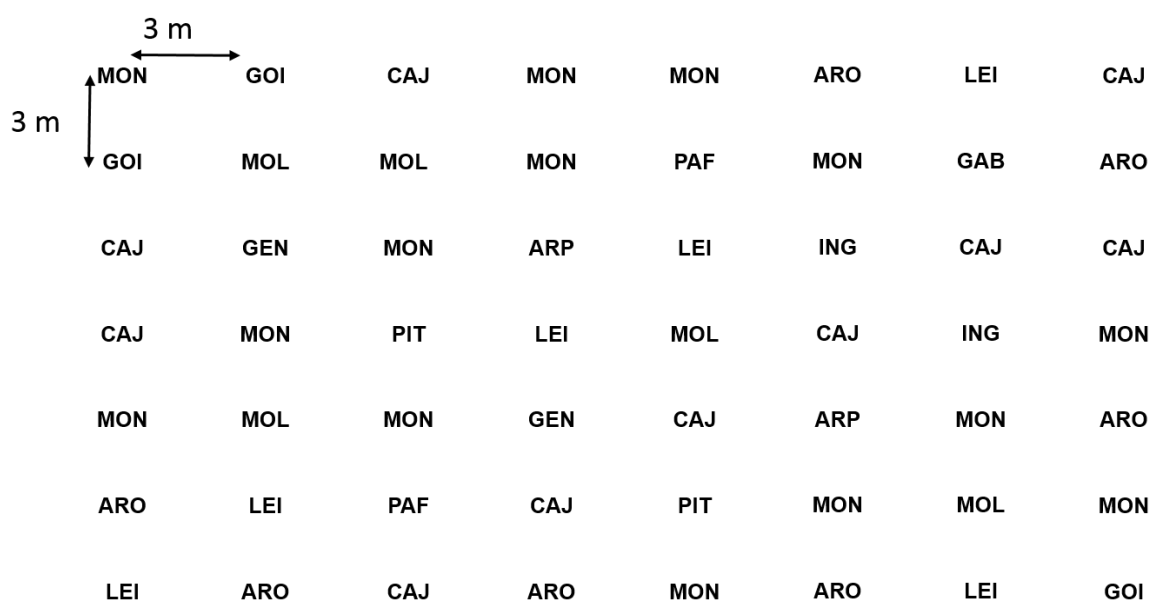


Figura 3A. Disposição das espécies arbóreas nativas no BI T3. BI = Bloco 1, T3 = Tratamento 3 (SAF), MON = Monjolo, GOI = Goiaba, CAJ = Caju, ARO = Aroeira, LEI = Leiteira, GAB = Gabiroba, PAF = Pau ferro, PIT = Pitanga, MOL = Mololo, ARP = Araça, ING = Ínga, JEN = Jenipapo.



Figura 4A. Disposição das espécies arbóreas nativas no BII T3. BII = Bloco 2, T3 = Tratamento 3 (TAUNGYA), MON = Monjolo, GOI = Goiaba, CAJ = Caju, ARO = Aroeira, LEI = Leiteira, GAB = Gabiroba, PAF = Pau ferro, PIT = Pitanga, MOL = Mololo, ARP = Araça, ING = Ínga, JEN = Jenipapo.

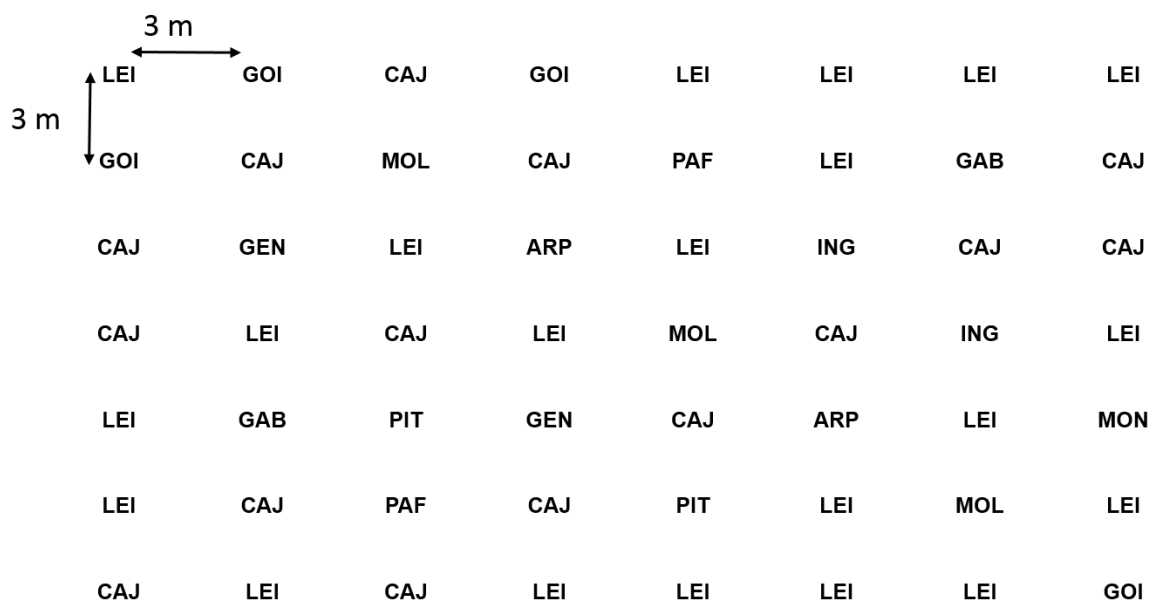


Figura 5A. Disposição das espécies arbóreas nativas no BIII T2. BII = Bloco 3, T2 = Tratamento 2 (Plantio), MON = Monjolo, GOI = Goiaba, CAJ = Caju, ARO = Aroeira, LEI = Leiteira, GAB = Gabiroba, PAF = Pau ferro, PIT = Pitanga, MOL = Mololo, ARP = Araça, ING = Ínga, JEN = Jenipapo.

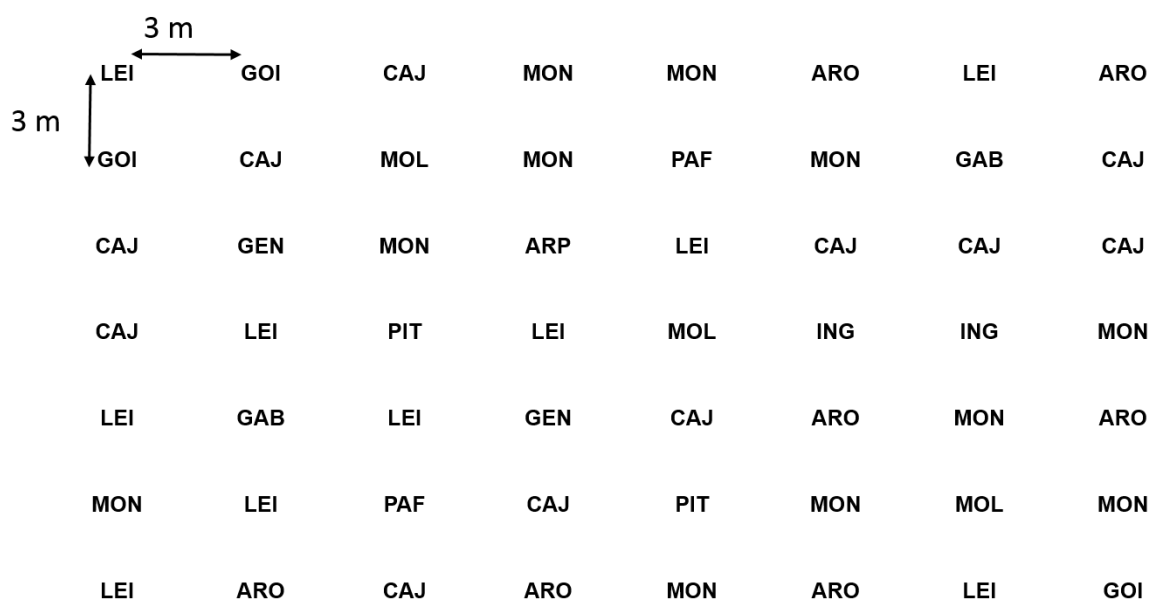


Figura 6A. Disposição das espécies arbóreas nativas no BIII T3. BIII = Bloco 3, T3 = Tratamento 3 (TAUNGYA), MON = Monjolo, GOI = Goiaba, CAJ = Caju, ARO = Aroeira, LEI = Leiteira, GAB = Gabiroba, PAF = Pau ferro, PIT = Pitanga, MOL = Mololo, ARP = Araça, ING = Ínga, JEN = Jenipapo.

Tabela 1A: Análise de variância do número de indivíduos germinados em casa de vegetação, a partir do banco de sementes do solo e do solo + serapilheira, aos quatro meses após a coleta do material em mata ciliar no município de Itaocara, RJ

Causas de variação	Número de indivíduos	
	G.L.	Q.M.
Camada	1	100,83 ^{ns}
Resíduo	28	73,30

^{ns} Não significativo pelo teste F (5%). CV(%) = 54.30

Tabela 2A. Análise de variância do somatório de copas, da cobertura de copas e área basal de espécies florestais nativas em dois sistemas de manejo aos 8 meses após plantio

	Plantio	Taungya
Cobertura de copas	2,0045 a	2,4997 a
Área basal	0,0061 a	0,0081 a
Somatório das Áreas de copas	10,1029 a	12,5984 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (5%).

Tabela 3A: Análise de variância da sobrevivência, Incremento em Altura (IH), em Diâmetro (ID), Área de Copa e Percentual de Cobertura de Área das espécies florestais nativas por grupo ecológico (Pioneiras e Não Pioneiras) e entre diferentes sistemas de manejos (Plantio puro e Taungya), na recuperação de áreas ciliares degradadas, aos oito meses após a implantação dos sistemas

Causas de variação	Sobrevivência		IRH	Área de Copa	Cobertura	IRD
	G.L.			Q.M.		
Bloco	3	0,185	0.0884	9,682	0,381	0.179
Tratamento (T)	1	0,021 ^{ns}	0.00034 ^{**}	6,227 ^{ns}	0,245 ^{ns}	0.024 ^{ns}
Grupo ecológico (GE)	1	0,001 ^{ns}	0.0039 ^{ns}	200,888 ^{**}	7,910 [*]	0.018 ^{ns}
T * GE	1	0,0297 ^{ns}	0.0048 ^{ns}	11,145 ^{ns}	0,438 ^{ns}	0.081 ^{ns}
Resíduo	9	0,063	0.00756	2,698	0,106	0.020
CV (%)		2,675	24.56	28,94	28,94	19.98

^{**} Significativo a 1%; ^{*} Significativo a 5%; ^{ns} Não significativo pelo teste F (5%).

Dados de sobrevivências transformados para $\sqrt{x + 1/2}$.

Tabela 4A: Análise de variância da contagem de Bactérias e fungos na camada de 0-5 cm de solo, entre coleta 1 e coleta 2 para as diferentes técnicas de recuperação de mata ciliar degradada, aos nove meses após a implantação dos sistemas.

Causas de variação	Bactérias		Fungos
	G.L.	Q.M.	
Bloco	3	16864,8543421	332,7422099
Coleta (C)	1	195974,9098838 **	2815,6629853 ^{ns}
Tratamento (T)	1	68244,3000520 ^{ns}	1376,4447769 ^{ns}
C * T	5	34632,2172198 ^{ns}	272,0999480 ^{ns}
Resíduo	5	36013,3609062	804,6882364
CV (%)		38,54	29,32

** Significativo a 1%; *Significativo a 5%; ^{ns} Não significativo pelo teste F (5%).
Dados transformados para \sqrt{x} .

Tabela 5A: Análise de variância da contagem de bactérias e fungos na camada de 0-5 cm de solo na coleta 2 entre as diferentes técnicas de recuperação de mata ciliar degradada, aos nove meses após a implantação dos sistemas

Causas de variação	Bactérias		Fungos
	G.L.	Q.M.	
Bloco	3	86811,3933309	2134,2815605
Tratamento	5	83604,9224423 ^{ns}	1097,8376090 ^{ns}
Resíduo	15	32869,0493574	934,5754942
CV (%)		32,592	29,277

^{ns} Não significativo pelo teste F (5%).
Dados transformados para \sqrt{x} .

Tabela 6A: Análise de variância dos atributos químicos do solo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, entre diferentes sistemas de manejos (plantio puro e taungya), na recuperação de áreas ciliares degradadas, aos oito meses após a implantação dos sistemas

Causas de variação	GL	pH	P	K	Ca	Mg	H+AL	C	MO	SB	T	V	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B
		Q.M.																
Bloco	3	0,63	16,5	1690,8	1,37	1,43	0,65	0,05	16,21	5,99	8,19	268,49	190,78	0,91	0,84	132,79	33,18	0,0037
Trat. (T)	1	1,05 ^{ns}	25,00*	3306,25 ^{ns}	6,76**	3,51**	0,05 ^{ns}	0,20**	60,14**	22,42**	20,34**	166,90*	250,43 ^{ns}	2,32*	4,20*	464,40*	209,52 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Prof. (P)	1	0,005 ^{ns}	56,25**	6084,00*	0,09 ^{ns}	0,030 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,18**	54,98**	0,193 ^{ns}	1,13 ^{ns}	10,62 ^{ns}	335,80 ^{ns}	0,52 ^{ns}	2,40 ^{ns}	426,42*	56,62*	0,0060 ^{ns}
T * P	1	0,22 ^{ns}	12,25 ^{ns}	462,25 ^{ns}	0,022 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,005 ^{ns}	1,67 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,52 ^{ns}	60,06 ^{ns}	139,83 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,16 ^{ns}	45,56 ^{ns}	2,48 ^{ns}	0,0033 ^{ns}
Resíduo	9	0,21	2,66	819,55	0,309	0,29	0,59	0,009	2,76	1,314	1,12	120,73	277,89	0,23	0,52	65,04	43,97	0,0016
CV (%)		8,06	26,12	27,86	32,46	49,66	20,12	10,24	10,24	35,87	15,121	25,77	36,01	24,78	24,47	23,60	50,31	22,45

** Significativo a 1%; * Significativo a 5%; ^{ns} Não significativo pelo teste F (5%).