

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO AMBIENTAL

GERSON ELI FERNANDES

**COBERTURA FLORESTAL OU FUNÇÃO ECOLÓGICA: O DILEMA DA
RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO SOROCABA E MÉDIO TIETÊ**

Sorocaba, SP
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE
CAMPUS DE SOROCABA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO AMBIENTAL

GERSON ELI FERNANDES

**COBERTURA FLORESTAL OU FUNÇÃO ECOLÓGICA: O DILEMA DA
RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO SOROCABA E MÉDIO TIETÊ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, para obtenção do título de Mestre Profissional em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

Orientação:
Profa. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Co-orientação:
Prof. Dr. Nobel Penteado de Freitas

Sorocaba, SP
2016

Fernandes, Gerson Eli

COBERTURA FLORESTAL OU FUNÇÃO ECOLÓGICA: O DILEMA
DA RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO SOROCABA E MÉDIO TIETÊ /
Gerson Eli Fernandes. -- 2016.

31 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus
Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Fatima Conceição Márquez Piña-Rodríguez

Banca examinadora: Nobel Pentead de Freitas, Kelly Cristina Tonello,
Nivaldo Lemes da Silva Filho.

Bibliografia

1. Restauração ecológica. 2. Bioindicadores. 3. Legislação de
restauração. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

GERSON ELI FERNANDES

**COBERTURA FLORESTAL OU FUNÇÃO ECOLÓGICA: O DILEMA DA
RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO SOROCABA E MÉDIO TIETÊ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, para obtenção do título de Mestre Profissional em Sustentabilidade na Gestão Ambiental. Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba 21 de Setembro de 2016.

Orientadora

Profa. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues
Universidade Federal de São Carlos

Co-Orientador

Prof. Dr. Nobel Penteado de Freitas
Universidade de Sorocaba

Examinador

Profa. Dra. Kelly Cristina Tonello
Universidade Federal de São Carlos

Examinador

Prof. Dr. Nivaldo Lemes da Silva Filho
Universidade de Sorocaba

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Fundo Estadual dos Recursos Hídricos (FEHIDRO), pela concessão de recursos para o Projeto “Parâmetros Técnicos e Indicadores de Restauração de Matas Ciliares na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê” desenvolvido em 2013 pela Universidade de Sorocaba (UNISO) em parceria com Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR campus Sorocaba) (Código do empreendimento: 2008-SMT-170, número do contrato: 357/2008).

RESUMO

E. FERNANDES, GERSON. Cobertura florestal ou função ecológica: o dilema da restauração na bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê. 2016. 31f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2016.

O estudo teve por objetivo avaliar projetos de restauração de áreas degradadas implantados na bacia dos Rios Sorocaba e Médio Tietê realizados a partir de termos de compromissos de restauração ambiental e termo de ajustamento de conduta. Foram selecionados dois a três projetos em cada sub-bacia entre os que apresentavam presença da restauração, atestada pela anuência do proprietário. Em cada restauração foram avaliados os atributos da diversidade de espécies e de funções, controle e manejo, proteção do solo e ciclagem de nutrientes. As áreas em restauração apresentaram 17 ± 10 espécies, abaixo da condição estabelecida pela legislação, com alta mortalidade, em torno de 40% e média de 1090 indivíduos/ha. Das espécies, *Croton floribundus*, *Schinus terebinthifolius*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga vera*, *Citharexylum myrianthum*, *Cordia sellowiana*, representaram 31,7% dos indivíduos e, juntamente com *Enterolobium contortisiliquum*, *Anadenanthera colubrina*, *Croton urucurana*, *Ceiba speciosa*, *Eugenia uniflora*, *Lithraea molleoides*, *Psidium guajava*, *Triplaris americana*, *Erythrina speciosa* somaram 52,8% dos indivíduos plantados. Os projetos de restauração foram considerados em situação crítica e, embora apresentem riqueza dentro do recomendado, concentraram-se em poucas de espécies mais comuns e frequentes, em geral pioneiras. Independentemente da idade, as áreas estudadas não restauraram os aspectos estruturais e físicos da floresta, e não foram eficientes no estabelecimento dos processos ecológicos, evidenciando a necessidade de se rever os procedimentos adotados nos mecanismos legais e técnicos da restauração na região.

Palavras-chave:

Restauração ecológica. Bioindicadores. Legislação de restauração.

ABSTRACT

E. FERNANDES, GERSON. Forest cover or ecological function: the dilemma of the restoration in the basin of Sorocaba River and Middle Tiete. 2016. 31f. Dissertation (Professional Masters in Sustainability in Environmental Management) Federal University of São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba, 2016.

The study aimed to evaluate restored areas implemented in the basin of the Sorocaba River and Middle Tiete based on terms of commitments to environmental restoration and conduct adjustment terms. We selected two to three projects in each sub-basin to those with the presence of restoration, certified by the consent of the owner. In each restoration, we evaluated attributes of species diversity and functions, control and management, soil protection and nutrient cycling. The restored areas restoration presented 17 ± 10 species, under the condition established by law, mortality was high, around 40% with an average of 1090 individuals/ha. *Croton floribundus*, *Schinus terebinthifolius*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga vera*, *Citharexylum myrianthum*, *Cordia sellowiana* represented 31.7% of species planted and together with *Enterolobium contortisiliquum*, *colubrina* *Anadenanthera*, *C. urucurana*, *Ceiba speciosa*, *Eugenia uniflora*, *Lithraea molleoides*, *Psidium guajava*, *Triplaris americana*, *Erythrina speciosa* represented 52.8% of the planted individuals. The restoration were in critical situation and, although species richness is according to legal requirements, we observed the concentration on few common and frequent species in general pioneers. Regardless of age, the studied areas did not restore the structural and physical aspects of the forest, and were not efficient in the establishment of ecological processes, highlighting the need to review the procedures adopted in the legal and technical mechanisms of restoration in the region.

Keywords:

Restoration ecology. Bio-indicators. Legislation of restoration.

SUMÁRIO

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	01
2. INTRODUÇÃO.....	03
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	05
3.1 Áreas de estudo.....	05
3.2 Levantamento de dados de campo.....	06
3.3 Indicadores de funcionalidade ecológica.....	07
3.4 Análise dos dados.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1 Diversidade de espécies e funcional.....	10
4.2 Processos ecológicos.....	16
5. CONCLUSÃO.....	18
6. RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	18
REFERÊNCIAS.....	20

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os danos causados as áreas naturais devido a fragmentação e a ocupação, tanto para exploração agrícola como para a expansão de áreas urbanas e industriais têm acarretado preocupações com o uso dos recursos naturais para a sociedade como um todo (BARBOSA & MANTOVANI, 2000).

A agricultura é uma das principais atividades que afetam a biodiversidade, pois implica a simplificação da estrutura do meio ambiente de grandes áreas, substituindo a diversidade natural por um pequeno número de plantas cultivadas e de animais domésticos (ALTIERI, 1992). A análise dos problemas envolvendo a substituição da cobertura florestal natural por áreas agrícolas tem sido preocupante, não só pelos processos erosivos e redução da fertilidade dos solos agrícolas, mas também pela brutal extinção de espécies vegetais e animais, verificada nas últimas décadas, e suas interações que são de extrema importância para que os processos ecológicos continuem a acontecer (BARBOSA & BARBOSA, 2006).

A existência de extensas áreas que necessitam ser restauradas e rededicadas a conservação ou preservação permanente é evidente e têm gerado esforços significativos na compreensão da dinâmica florestal e no desenvolvimento de metodologias que permitam não só o restabelecimento da vegetação regional, mas principalmente dos processos ecológicos nas áreas a serem restauradas (VIANI, 2005).

A restauração de ecossistemas degradados vem tomando importância crescente diante do quadro cada vez mais drástico de crise ambiental e diminuição da qualidade de vida das populações humanas e naturais (AMADOR, 2003).

Estudos estimam a existência de mais de um milhão e trezentos mil hectares de áreas marginais a cursos d'água sem vegetação ciliar. Esta projeção, que ainda é fruto de uma avaliação preliminar, já indica a expressiva necessidade de recuperação. Apenas a recuperação das matas ciliares na faixa mínima exigida para Área de Preservação Permanente APP (30 mts.) implicaria na produção de mais de dois bilhões de mudas de espécies arbóreas nativas para plantio nestas áreas (BARBOSA & BARBOSA, 2006).

Neste contexto é extremamente importante a restauração de áreas desprovidas de vegetação, principalmente em APP, favorecendo a restauração das funções e dos processos ecológicos bem como criando corredores ecológicos para a fauna.

Segundo a Society for Ecological Restoration (Sociedade de Restauração Ecológica), um ecossistema foi recuperado e restaurado quando conta com recursos bióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem mais assistência ou subsídio. Ele irá sustentar-se sozinho estrutural e funcionalmente, irá mostrar resiliência às faixas normais de variação de

estresse ambiental e perturbação, irá interagir com ecossistemas contíguos por meio de fluxos bióticos e abióticos e interações culturais (SER, 2004).

Atualmente diversos pesquisadores têm discutido até que ponto a restauração da diversidade vegetal pode levar ao reestabelecimento das funções e processos ecológicos essenciais. Conforme destaca Engel (2011), nem sempre a recuperação da estrutura da vegetação e biodiversidade leva à recuperação do funcionamento do ecossistema.

O tema recuperação de áreas degradadas tem sido objeto de numerosos estudos nas últimas décadas, adquirindo caráter de uma nova área de conhecimento que tem como definição os aspectos teóricos e práticos relacionados com a recuperação e o funcionamento da integridade ecológica de ecossistemas, dentro de uma abordagem holística, envolvendo inclusive os aspectos sociais e econômicos (RODRIGUES & GANDOLFI, 1996).

No estado de São Paulo, a avaliação da eficiência de projetos de reflorestamentos com espécies nativas vem sendo discutida com maior ênfase. As questões ambientais envolvendo legislação, planejamento e estabelecimento de parâmetros ambientais, capazes de produzir reflorestamentos de qualidade, que procuram garantir a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade das florestas implantadas, têm sido muito estudadas e discutidas. Os estudos envolvem diagnósticos efetuados em áreas reflorestadas com diferentes idades, procurando mostrar erros e acertos verificados durante duas décadas (BARBOSA & BARBOSA, 2006).

Investigar os padrões e a dinâmica dos reflorestamentos heterogêneos com espécies nativas é importante na agilização dos processos de restauração (regeneração natural), visando diminuir esforços relacionados ao processo de recuperação de áreas degradadas, principalmente aqueles relacionados com as interações flora e fauna (BARBOSA & BARBOSA, 2006).

Considerando que a eficiência de projetos de recuperação depende também da avaliação e monitoramento das funções e integridade ecológica. O monitoramento ao longo do tempo de alguns parâmetros pode servir como ferramenta para avaliação dos objetivos contidos nos projetos (GANDOLFI, 2006).

Para tanto, é necessário a aplicação de indicadores ambientais capazes de avaliar a restauração de processos ecológicos e a recuperação de uma área (Rodrigues et al, 1998), fornecendo subsídios e referenciais teóricos que podem contribuir em todo o processo de discussão que envolve a conservação, restauração e seus marcos legais.

A restauração de áreas degradadas no Estado de São Paulo é estabelecida por legislação específica e pode resultar de medidas legais impostas para compensar danos ambientais no ato do licenciamento ambiental (Termos de Compromisso de Recuperação

Ambiental – TCRA) ou para restauração de áreas de preservação permanente e averbação de reserva legal. Os TCRA's têm a finalidade de estabelecer as ações compensatórias proporcionais ao dano causado pelo empreendimento ou infração ambiental, que deverão constar no Plano de Restauração de Área Degradada (PRAD) a ser implantado (FONSECA, 2011).

2. INTRODUÇÃO

A fragmentação de paisagens e a sua ocupação desordenada afetaram o uso dos recursos naturais criando forte demanda para a restauração com o objetivo de minimizar a crise ambiental estabelecida (BARBOSA & MANTOVANI, 2000; AMADOR, 2003). Surge assim a necessidade da adoção de técnicas que garantam a restauração de áreas com maior fragilidade, bem como a compreensão da dinâmica florestal para o desenvolvimento de metodologias que permitam o reestabelecimento dos processos ecológicos nas áreas a serem restauradas (VIANI, 2005; MUCHAILH et al, 2010).

Para que um ecossistema seja considerado restaurado, este deve ser autossustentável, possuir recursos bióticos suficientes para se desenvolver estrutural e funcionalmente, ser resiliente ao estresse e a perturbação ambiental e interagir com outros ecossistemas por meio de fluxos bióticos e abióticos (SER 2004). Esta abordagem cria o dilema sobre como a recuperação da estrutura vegetal pode levar não só à restauração da cobertura florestal, mas principalmente, das funções e processos ecológicos (ENGEL, 2011). Isto porque, o funcionamento dos ambientes naturais é resultante de processos ecológicos como a ciclagem de nutrientes, dispersão, polinização e regeneração natural, que devem estar contemplados nos projetos de restauração, garantindo que, além da estrutura vegetal, haja a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (PIOVESAN et al., 2013).

No Estado de São Paulo estimava-se que existissem cerca de 1.300 mil hectares de áreas de preservação permanente sem vegetação, para as quais será necessária a produção de mais de dois bilhões de mudas de espécies arbóreas nativas (BARBOSA & BARBOSA, 2006). Com o Cadastro Ambiental Rural, estima-se em cerca de 2.500 mil hectares devam ser restaurados (H. Carrascoza, informação pessoal). Neste contexto, é prioritário que a restauração envolva não apenas a cobertura com vegetação, mas também o retorno dos serviços ambientais e dos processos ecológicos a estes associados (RODRIGUES & GANDOLFI, 2007; BRANCALION et al., 2010). Os serviços ambientais são divididos em quatro categorias, (a) serviços de provisão, relacionados a provisão de bens como alimentos,

matéria prima, fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água, (b) serviços reguladores que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças, (c) serviços culturais, que oferecem benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais, e (d) serviços de suporte como a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes (SEEHUSEN & PREM, 2011). Estas questões relativas aos serviços ambientais enfatizam que a eficiência de projetos de restauração depende também da avaliação e monitoramento das funções desses processos, e para isto, a aplicação de indicadores funcionais tem se mostrado como valiosa ferramenta para comparações em diferentes condições ambientais (BROWN et al., 2009) e passou a ser considerada nos mecanismos legais.

Historicamente, a restauração de áreas degradadas no Estado de São Paulo apresentou suas bases conceituais na resolução SMA nº 08 de 31/01/2008 (SÃO PAULO, 2008), aperfeiçoada pela resolução SMA nº 32 de 03/04/2014 (SÃO PAULO, 2014) que passou a enfatizar o monitoramento na avaliação das áreas restauradas. Para tanto, a restauração no Estado se efetiva por meio dos Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) e do Termo de Compromisso de Recuperação Ambiental (TCRA) (SÃO PAULO, 2014).

Dentre as diversas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a da Bacia do Rio Sorocaba e outros tributários do rio Tietê (IPT, 2006; SÃO PAULO, 2011) apresenta apenas 13,57% de cobertura vegetal nativa. Em regiões com déficit tão grande de vegetação, a implantação de projetos de restauração de áreas degradadas deve ser prioritária, tanto em relação ao restabelecimento da cobertura vegetal quanto da manutenção da conectividade da paisagem (SÃO PAULO, 2011).

Considerando que a restauração deve abranger não apenas a recuperação da diversidade da vegetação, mas também de processos ecológicos e, com a premissa de que a efetividade na restauração tem sido um dos principais objetivos das diferentes normativas estaduais, este trabalho se propõe a avaliar a funcionalidade ecológica de projetos de recuperação de áreas degradadas estabelecidos com base na legislação vigente. Com isso, busca-se contribuir para o monitoramento e a melhoria da qualidade das futuras restaurações florestais nativas da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê e do aperfeiçoamento dos mecanismos técnicos e legais que norteiam a execução dos TAC e TCRA. Com esta finalidade, pretende-se responder às seguintes questões: (a) Qual a situação das áreas restauradas na Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê? (b) As áreas restauradas estão

cumprindo as suas funções de restauração de processos ecológicos? (c) Quais os fatores que interferem no desenvolvimento das áreas plantadas?

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

Os trabalhos foram desenvolvidos nos limites da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê que abrange 34 municípios, dos quais 16 estão situados na sub-bacia do Médio Tietê superior e 18 na bacia do rio Sorocaba (Figura 1), com uma área de 11.827 km² (IPT, 2006; SÃO PAULO, 2011). Na região metropolitana predominam atividades industriais, o cultivo da cana-de-açúcar, *Citrus* sp e a pecuária. A bacia apresenta cobertura vegetal nativa com a dominância de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual em área de 161.845 ha, (13,57%) dos quais 49.505 ha são de reflorestamentos com eucalipto (IPT, 2006; SÃO PAULO, 2011). O clima é classificado como: clima úmido quente com inverno seco em quase toda área; clima quente úmido sem estação seca (municípios de Ibiúna e Piedade) e clima temperado úmido sem estação seca (município de São Roque), com precipitação média anuais históricas em torno de 1.200 mm/ano (SÃO PAULO, 2011).

Para os estudos foram avaliadas uma área de fragmento florestal considerada como referência (AR) e plantios de restauração de áreas degradadas (RAD) situados na bacia. A área de referência localiza-se a 23°34'40,02''S e 47°31'17,80''W, no município de Sorocaba e apresenta um fragmento - com idade de 180-240 meses, com área total de 5 ha coberto por vegetação de Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial de regeneração classificada de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas resoluções Conama nº 1, de 31 de janeiro de 1994 e Resolução Conjunta SMA IBAMA/SP Nº 1, DE 17 de fevereiro de 1994. A seleção das áreas de estudo de restauração foi efetuada com base nos arquivos de processos de Termos de Compromisso de Restauração Ambiental (TCRAs) existentes nas agências da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB em Sorocaba, Itu e Botucatu (SP). Do total de 166 projetos registrados, foram selecionados por microbacia aqueles que apresentavam a presença da área de restauração, expressa pela carta de anuência dos proprietários ao Fundo Estadual dos Recursos Hídricos – FEHIDRO (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição das áreas de estudo, localização, idade, tamanho (ha) e proporção de área de preservação permanente (APP) em relação ao tamanho da área total da propriedade avaliada. Percentual de APP amostrada em relação ao total de áreas estudadas, na região da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê, São Paulo. Dados de setembro a dezembro de 2013.

Sub-bacia	Áreas	Nº Área Visitadas	Idade do Plantio (meses)	Tamanho da área (ha)	Plantio em APP ha	Plantio em APP %
1	1-Botucatu	1	18	3,5	1,75	50
	2-Bofete	1	42	2,8	2,8	100
2	3-Jumirim	1	184 68	0,7	0,7	100
	4-Boituva	1	65	0,8	0,8	100
3	5-Tatuí	1	72 66 45	3,1	0,0	0,0
	6-Capela	1	168	1,2	1,2	100
	7-Piedade	1	49	0,5	0,5	100
4	8-Sorocaba Pref.	1	120	8,0	1,8	22,0
	9-Sorocaba GM	1	80	1,1	0,0	0,0
5	10- Itu Pref.	1	65	1,5	1,5	100
	11- Itu Cond.	1	108	1,1	0,0	0,0
6	12- Ibiúna Cond.	1	180	4,0	0,0	0,0
	13- Ibiúna Pref.	1	48	0,5	0,5	100
Total		13		28,80	11,55	

3.2. Levantamento de dados de campo

Em novembro de 2013, foram realizados estudos da vegetação em cinco parcelas de 10 x 20 m instaladas ao acaso na área de referência, obtendo-se dados de identificação das espécies, altura total onde apresentaram indivíduos de até 8 metros e diâmetro altura do peito, apresentando uma média em torno de 8 cm. Foram observados também a fisionomia da vegetação, a presença de estratos lenhosos, a quantidade de epífitas e a serapilheira.

Nas áreas de restauração, a partir dos processos de TCRA foram compiladas informações sobre: início do projeto de restauração, área plantada, data de plantio, nº de espécies empregadas, nº de pioneiras, nº de não pioneiras, quantidade de mudas, espaçamento entre berços, insumos utilizados e tratamentos culturais, gerando o banco de dados empregado para analisar os parâmetros de densidade, crescimento, mortalidade e diversidade no plantio. A seguir, foi efetuada a coleta de dados de campo nas restaurações, entre março e outubro de 2013, em cinco parcelas de 10 x 10 m distribuídas ao acaso na área de plantio, com exceção da área referente a Capela do Alto (Sub-bacia 3), onde foram estabelecidas apenas três parcelas devido às condições da área. Em todas as áreas o levantamento florístico da vegetação foi efetuado amostrando e numerando todos os indivíduos presentes, para obtenção

dos dados de altura total (Ht), altura do fuste (Hf), diâmetro a altura do colo (DAC) para plantas com DAP inferior a 5 cm e diâmetro a altura do peito (DAP) para as demais. A identificação das espécies foi realizada com base em guia de campo e com o apoio de dendrólogo especializado, sendo comparado com material botânico da coleção da Universidade de Sorocaba (UNISO) e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-Sorocaba).

3.3. Indicadores de funcionalidade ecológica

O uso de ecossistemas naturais (áreas de referência) como objetivo a ser alcançado pelos projetos de restauração e o uso de indicadores para seu monitoramento são temas controversos na ciência e na prática, porém é possível encontrar vários atributos estruturais, funcionais e de riqueza que podem ser utilizados como referência (SUGANUMA et al., 2013). Considerando esta questão, o conjunto de indicadores empregado em todas as áreas baseou-se no método MESMIS – Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores (MASERA et al., 1999). O método foi adaptado por Piña-Rodrigues et al. (2015) sendo avaliados os seguintes atributos ecológicos: [a] **estabilidade** - que representa a capacidade do sistema em manter um nível de equilíbrio dinâmico estável, sendo possível manter os benefícios proporcionados pelo sistema em um nível não decrescente, sob condições médias ou normais, [b] **resiliência** (ou elasticidade) – definida como a capacidade do sistema para regressar ao estado de equilíbrio dinâmico ou manter seu potencial produtivo, após severo choque e [c] **confiabilidade** – capacidade do sistema de manter a produtividade em níveis próximos ao seu equilíbrio dinâmico quando em face de alterações de longo prazo no ambiente (Tabelas 2 e 3). Como cenário legal referencial foi utilizada a SMA nº 08/2008, em função de parte dos projetos avaliados terem sido desenvolvidos na vigência da referida resolução.

Tabela 2: Conjunto de indicadores, cenários e referenciais aplicados para avaliação da funcionalidade ecológica de áreas de restauração situadas na Bacia do Rio Sorocaba e médio Tietê, São Paulo, com base nos atributos de estabilidade e resiliência dos plantios. Baseado em Maser et al. (1999) adaptado por Piña-Rodrigues et al. (2015).

Descritores	Indicadores	Cenários e referenciais	Parâmetros
DIVERSIDADE NA COMUNIDADE			
Diversidade de espécies	Diversidade de espécies arbóreas	Índice de Shannon próximo ao esperado para fragmentos referência estudados da região com $H' = 3,676 \text{ nats.ind}^{-1}$	$H' < 0,9 =$ baixo 1 $1,0 < H' < 2,9 =$ médio 2 $H' > 3,0 =$ alto 3
	Riqueza de espécies nativas	Indesejável: Inferior ao previsto na Res. SMA n° 08/08. Regular: Baixa diversidade prejudica o estabelecimento da comunidade futura. Desejável: de acordo com a legislação SMA n° 08/08	N° espécies < 10 = 1 10 > N° espécies < 30 = 2 N° espécies > 30 = 3
	Densidade de indivíduos arbóreos (n° .ha ⁻¹)	Indesejável: alta mortalidade, considerando a densidade de plantas recomendada pela SMA n° 08/08. Regular: valores médios de densidade baseados na SMA n° 08/08. Desejável: valores aproximados aos recomendados pela SMA n° 08/08.	< 400 = 0 > 400 e < 800 = 1 > 800 e < 1200 = 2 > 1200 = 3
	Equitabilidade	Índice de Pielou (J') similar ao de áreas de floresta secundária da região. Valor da área de referência (AR) – $J' = 0,854 \text{ nats.indiv}^{-1}$ Referencial: E.C. LEITE & S. COELHO (dados não publicados)	$J' < 0,5 -$ baixa = 1 $0,5 < J' < 0,9 -$ média = 2 $J' \geq 1 -$ alta = 3
	N° de indivíduos/grupo sucessional	Indesejável: não atende a SMA n° 08/08 Desejável: atende a SMA n° 08/08	>40% e <60% de espécies/grupo = 1 <40% e >60% de espécies/grupo = 3
	Diversidade de funções sucessionais das espécies arbóreas	Maior número de espécies não pioneiras presentes no sistema	$P > NP = 1$ $P \pm NP = 2$ $P < NP = 3$
Diversidade funcional	Altura média dos indivíduos arbóreos (m) – Incremento Médio Anual (IPA)	Indesejável: reflete crescimento lento dos indivíduos ou replantios constantes. (IPA < 0,5 m) Regular: valores considerados médios de crescimentos para plantios (IPA de 0,5 a 1,0 m) Desejável: valores considerados compatíveis com plantios de restauração (> 1,5 m) Referencial: MELO et al (2007); PIOTROWSKI (2016)	IPA < 0,5 m = 0 0,5 < IPA < 1,0 = 1 1 < IPA < 2,0 = 2 IPA > 2,0 = 3
	Diversidade de funções ecológicas	Como principais funções da floresta foram consideradas: a- presença de espécies adubadoras ou fertilizadoras (com interação com microrganismos para fixação de nitrogênio); b- aporte de biomassa (espécies caducifólias); c- atração de fauna (espécies zoocóricas)	Nenhuma função = 0 1 função = mínimo = 1 $1 > f(\text{ecológica}) < 4 = 2$ $F(\text{ecológica}) > 4 = 3$
	Epífitas (Presença/Ausência)	Indesejável: ausente Desejável: presente, predomínio de posição nos terços superiores (TS) e médios (TM) dos indivíduos arbóreos. Referencial: Resolução n° 01/1994 (CONAMA, 1994)	Ausente = 0 Poucas = 1 Regular/presentes = 2 Abundantes = 3
	Cipós e lianas (Presença/Ausência)	Indesejável: Dominando a copa das árvores, em especial os terços superiores e médios Desejável: ausente ou em equilíbrio Referencial: Resolução n° 01/1994 (CONAMA, 1994)	Abundantes = 0 Regulares/ Presentes = 1 Poucas = 2 Ausente = 3

Tabela 3: Conjunto de indicadores, cenários e referenciais aplicados para avaliação da funcionalidade ecológica de áreas de restauração situadas na Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê, São Paulo, com base nos atributos de confiabilidade dos plantios. Baseado em Masera et al. (1999) adaptado por Piña-Rodrigues et al. (2015).

Descritores	Indicadores	Cenários positivos e referenciais	Parâmetros
MANEJO			
Controle e manejo	Fechamento de dossel (Incidência de luz - L)	Indesejável: áreas abertas, sem cobertura de copa, com luminosidade superior a 50%. Desejável: áreas fechadas com menor incidência de luz (<50%)	75% < L < 100% = 0 50% < L < 75% = 1 25% < L < 50% = 2 0 < L < 25% = 3
	Presença de espécies reconhecidamente invasoras (% cobertura do solo gramínea/invasora)	Indesejável: Res. SMA nº 08/08 prevê controle inicial de competidoras. Desejável: baixa densidade de invasoras é favorável ao desenvolvimento das nativas.	> 50% de cobertura= 0 25-50%= 1 > 10 a 25%= 2 Ausente a 10% = 3
	Presença de espécies exóticas (não regionais) (Nº de indivíduos/ha)	Indesejável: Res. SMA nº 08/08 prevê controle inicial de competidoras.	Nº espécies > 20 = 0 15 < Nº espécies < 20 = 1 10 < Nº espécies < 15 = 2 Ausentes = 3
	Presença humana (Impactos positivos)	Visitas periódicas à área pelo proprietário	Não visitado = 1 Pouco visitado = 2 Muito visitado = 3
	Presença humana (Impactos negativos)	Presença de vestígios de incêndios na área	Presença recente incêndio= 1 Ausência de incêndio= 3
	Práticas de manejo	Práticas de manejo conduzidas periodicamente	RAD não manejado= 1 RAD manejado= 3
	FUNCIONAMENTO		
Proteção do solo e ciclagem de nutrientes	Cobertura do solo com regenerantes (herbáceas)	Indesejável: ausência de regenerantes. Regular: presença de alguns regenerantes na área Desejável: presença de regenerantes	1 – 25% = 0 25 – 50% = 1 50 – 75% = 2 75 – 100% = 3
	% serapilheira cobrindo o solo	% de serapilheira próxima à encontrada na área de referência (75-100%)	1 – 25% = 0 25 – 50% = 1 50 – 75% = 2 75 – 100% = 3
	Serapilheira (cm)	Serapilheira cobrindo o solo com valores similares à área de floresta secundária na região (AR)	Menor do que a área de referência= 1 Similar à área de referência= 2 Maior a área de referência= 3

Para analisar a estabilidade e resiliência das áreas foram avaliadas a diversidade da comunidade empregando-se como indicadores a riqueza de espécies (S), densidade de indivíduos (d), diversidade de espécies estimada pelos índices de Shannon (H') e de equitabilidade de Pielou (J) de acordo com Magurran (2011) e número de indivíduos por grupo sucessional classificadas de acordo com o anexo da SMA nº 08/2008. Para os indicadores de diversidade funcional, os estimadores foram avaliados com base em observações de campo, levantamentos de literatura e compilação de informações do anexo da SMA nº 08/2008.

No atributo confiabilidade, a dimensão de manejo avaliou os efeitos positivos e negativos das práticas executadas por meio de observações de campo. No descritor de

controle e manejo, as taxas de cobertura do solo com gramínea invasora (*Brachiaria decumben*), herbáceas e serapilheira foram avaliadas com a utilização de quadro de 50 x 50 cm, subdividido em quatro quadrículas representando 25% de cobertura. O quadro foi lançado três vezes, aleatoriamente em cada parcela obtendo-se o percentual do solo recoberto, calculando-se posteriormente a média por parcela. Em cada local de amostragem, o índice de fechamento do dossel foi estimado com o densiômetro de dossel centralizado em cada um dos pontos em que foi lançado o quadro usado na estimativa de cobertura do solo. Os demais indicadores foram avaliados por meio dos levantamentos em campo e do banco de dados gerado.

3.4. Análise dos dados

A correlação entre a presença de gramínea invasora e a percentagem de cobertura do solo com serapilheira foi analisada pelo coeficiente de Spearman. Após as coletas de campo, os dados foram sistematizados e, para cada indicador, foram atribuídas notas variando de 0 a 1 (grau crítico - ruim, inexistente ou distinto do cenário positivo), 2 (grau aceitável) e 3 (grau desejado de sustentabilidade, similar ao cenário positivo) (Tabelas 2 e 3). Este procedimento permitiu que os dados da AR e das restaurações fossem analisados e comparados na mesma unidade de avaliação. A partir das atribuições de notas, foram elaborados gráficos de radar, contemplando os indicadores de estabilidade e resiliência e os de confiabilidade, permitindo a visualização e análise comparativa dos indicadores funcionais e das condições das áreas de estudo em relação a de referência (AR). A seguir, os valores referentes ao Índice de Consolidação da Funcionalidade Ecológica - ICFE das áreas de restauração estudadas foram determinados por meio da seguinte equação:

$$\sum \text{nota indicador} - n^{\circ} \text{ de indicadores}$$

$$\text{ICFE} =$$

$$(n^{\circ} \text{ de indicadores}) * (\sum n^{\circ} \text{ de parâmetros por indicador})$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Diversidade de espécies e funcional

No total de áreas amostradas (n=13) foram observados 694 indivíduos, com média de 1.082 ± 502 plantas/ha de 98 espécies, com 17 ± 10 espécies por área amostrada sendo 41,8% de pioneiras e 58,2% de não pioneiras. As espécies que apresentaram maior número de indivíduos foram *Croton floribundus* (n=83), *Schinus terebinthifolius* (n= 39), *Guazuma*

ulmifolia (n=29), *Inga vera* (n=27), *Citharexylum myrianthum* (n=23), *Cordia sellowiana* (n=19), que juntas representaram 31,7% dos indivíduos plantados na bacia (Material suplementar). Além da alta densidade de indivíduos, estas espécies citadas também foram as mais frequentes ocorrendo em 4 a 9 das áreas analisadas juntamente com *Enterolobium contortisiliquum* (n=18), *Anadenanthera colubrina* (n=18), *Croton urucurana* (n=16), *Ceiba speciosa* (n=16), *Eugenia uniflora* (n=16), *Lithraea molleoides* (n=16), *Psidium guajava* (n=15), *Triplaris americana* (n=14), *Erythrina speciosa* (n=14). Deste total, estas 15 espécies mais abundantes e mais frequentes nos plantios representaram 52,8% dos indivíduos plantados da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê. Em relação as espécies reconhecidamente invasoras, do total de indivíduos amostrados foram encontrados apenas 04 indivíduos da espécie *Leucaena leucocephala* L.

Dados obtidos no levantamento de viveiros do Estado de São Paulo mostraram que as espécies mais comuns e frequentes nos plantios também foram abundantes e frequentes entre os viveiros avaliados (MARTINS, 2011; DIAS, 2012). Ao mesmo tempo, com exceção apenas de *E. uniflora*, *A. colubrina* e *P. guajava*, estas espécies são em sua maioria pioneiras com produção anual, regular e abundante de sementes (PIÑA-RODRIGUES et al. 2014), o que facilita sua obtenção para produção de mudas pelos viveiros. Ainda neste contexto, embora a SMA nº 08/2008 estabeleça que ao fim do projeto este deva apresentar 80 espécies, apenas quatro áreas (30%) apresentaram 30-31 espécies (Tabela 4) e muitas espécies apresentaram baixa densidade, com poucos indivíduos. Ainda que se argumente a falta de espécies para a restauração, esta questão não se configura como real no Estado de São Paulo uma vez que, após o advento dos instrumentos legais, houve aumento da diversidade de espécies nos viveiros (MARTINS, 2011; BRANCALION et al., 2010). Segundo dados de Dias (2012), os viveiros paulistas produziram mudas de 516 espécies, sendo que destas, 235 (45%) estavam listadas no anexo da SMA nº 08/2008.

A baixa densidade de indivíduos em determinadas espécies pode ser resultante de sua maior mortalidade no campo, enquanto as de maior frequência podem representar aquelas com maior sobrevivência e desenvolvimento no plantio. Além disto, um dos principais problemas encontrados nas áreas que contribuiu para a baixa diversidade dos projetos analisados foi a falta de manejo na manutenção e condução dos plantios. É comum a utilização de mudas de pequeno porte em projetos de RAD para reduzir os custos de implantação, entretanto essa estratégia requer maior manutenção e os custos de manutenção são mais elevados. O rápido crescimento das gramínea (*Brachiaria decumben*) pode promover o sufocamento das mudas em campo. Outro problema causador de perdas em

campo é a falta de mão de obra especializada e treinada para manutenções de plantio. A supressão de indivíduos no ato da manutenção é um dos grandes problemas para os projetos de RAD e contribui também para a baixa densidade de alguns indivíduos, uma vez que certas espécies se desenvolvem mais lentamente e acabam ficando perdidas no meio das gramíneas e são suprimidas na roçagem da área. A aplicação de herbicidas pode ser considerada uma opção para manejo dos projetos de RAD pois reduz o custo da manutenção, mas deve ser usada com critérios e com mão de obra especializada.

Nas áreas estudadas não foi possível determinar a sobrevivência das espécies uma vez que os projetos não apresentaram as listagens de plantio. Aparentemente esta questão não tem sido considerada como prioritária, uma vez que muitos técnicos dos órgãos ambientais não detêm conhecimento de florística para fiscalização dos plantios e avaliam apenas a densidade de plantas. Porém, de acordo com os dados obtidos no presente estudo, a identificação das espécies foi essencial para caracterizar a presença de muitas espécies comuns e frequentes entre e dentro dos plantios. Segundo BRANCALION et al. (2010), é necessária a capacitação e atualização constante dos técnicos envolvidos na restauração ecológica e fiscalização para que possam desenvolver plenamente suas funções.

Apesar do baixo número de espécies nas restaurações ($S \leq 30$), a diversidade em cinco delas foi superior a encontrada na AR e em Floresta Estacional (Tabela 4), as quais apresentam valores de diversidade de Shannon de $2,676 \text{ nats.indv}^{-1}$ e equitabilidade de $0,665 \text{ nats.indv}^{-1}$ considerados como medianos para esta tipologia (LINDENMAIER & BUDKE, 2006). Porém, a maioria ($n= 7$; 54%) das áreas apresentou valores inferiores a AR. Por outro lado, as RADs ($n= 12$; 92%) tiveram alta equitabilidade ($J > 0,665 \text{ nats.indv}^{-1}$) indicando que o critério de distribuição de indivíduos por espécies tem sido respeitado nos projetos da região. Em geral, os projetos apresentaram poucos indivíduos por espécie (3,4 indiv/espécie), variando de 1 a 10 plantas, o que afeta os dados de diversidade e riqueza e pode mascarar a avaliação das restaurações. As únicas exceções foram para as espécies *C. floribundus* (55 indiv), *A. colubrina* (12 indiv) e *Cordia superba* (11 indiv) que apresentaram altas densidades em algumas das áreas estudadas.

A mortalidade nas áreas foi elevada com $35,6 \pm 30,2\%$, porém com a taxa mediana em torno de 40% e média de 1090 indivíduos/ha (Tabela 6). Mesmo que se exclua deste cálculo a área de Sorocaba (100% de mortalidade), ainda assim houve mortalidade superior a 30%. Contudo, estudos conduzidos em plantios de restauração têm revelado valores de mortalidade iniciais de até 30% aos 2 anos pós-plantio (STORLASKI et al., 2012; SCHIEVENIN et al., 2012). As condições nas áreas refletem o estado crítico em 62% delas, percentual próximo ao

obtido Rodrigues (2013), onde apenas 25,2% dos projetos de RAD avaliados no Estado de São Paulo foram considerados cumpridos. As áreas apresentam ainda grande mortalidade, muito acima do máximo de 10% sugerido no Pacto da Mata Atlântica (RODRIGUES et al., 2009), requerendo ações de manejo adaptativo.

Em relação à proporção de espécies pioneiras e não pioneiras, considerando o limite mínimo de 40% para qualquer dos grupos sucessionais, esses estavam de acordo com os parâmetros estabelecidos pela SMA nº 08/2008. Porém, em relação ao número de indivíduos por grupo ecológico, 7 áreas (54%) apresentaram mais de 60% de pioneiras (Tabela 4). Em contraste, em relação ao limite máximo de 20% de indivíduos do total do plantio para espécies pioneiras, estabelecido pela SMA nº 08/2008, os estudos mostraram que 66% das áreas atenderam a este quesito. A porcentagem das espécies plantadas enquadradas em alguma categoria de ameaçada também ficou abaixo dos 5% estabelecidos, apresentando apenas 3%.

Estudos têm demonstrado que a mortalidade tende a ser maior em espécies pioneiras quando se estabelecem processos competitivos (SWAINE et al., 1987; CHAZDON et al., 2007). A dominância de pioneiras e a presença em alta densidade e frequência de espécies como *Schinus terebinthifolius*, *Citharexylum myrianthum* e *Croton urucurana* que apresentam mortalidade superior a 15% em condições com maior competição (PIOTROWISKI, 2016) refletem os riscos destas áreas em relação à sua autosustentabilidade.

Tabela 4: Dados obtidos em campo em avaliação da funcionalidade ecológica de áreas de restauração situadas na Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê, São Paulo, com base nos atributos de “estabilidade e resiliência” e “confiabilidade” dos plantios. Baseado em Masera et al.

ESTABILIDADE E RESILIÊNCIA															
Diversidade de Espécies e Diversidade Funcional															
Indicadores	Unidade Usada	Referência	Sub-bacia 1		Sub-bacia 2		Sub-bacia 3			Sub-bacia 4		Sub-bacia 5		Sub-bacia 6	
			Botucatu	Bofete	Jumirim	Boituva	Tatuí	Capela	Piedade	Sor Pref.	Sor Gm	Itú Pref.	Itú cond.	Ibiúna Pref.	Ibiúna cond.
Diversidade de espécies	Índice de Shannon	2,66	3,218	3,239	2,612	2,263	2,236	1,532	2,401	0	1,98	3,097	2,227	1,432	3,256
Riqueza de espécies	Nº de espécies por área	24	31	30	19	11	13	5	15	0	9	30	13	15	30
Densidade de indivíduos arb (nº.ha-1)	Nº de plantas /ha	1.433	1.620	1.300	980	760	840	466	1.180	0	1.000	1.720	1.000	1.620	1.580
Equitabilidade	Índice de Pielou (J')	0,8369	0,937	0,952	0,887	0,9435	0,871	0,951	0,886	0	0,901	0,910	0,957	0,528	0,957
% de indivíduos/grupo sucessional	%º indivíduos P	63,6	67,9	50,7	69,3	63,1	80,9	58,3	10,1	94	0	54	44,1	51,8	81,4
	%º indivíduos NP	36,4	32,1	49,3	30,7	36,9	19,1	41,7	89,9	6	0	46	55,9	48,2	18,6
Diversidade de funções sucessionais das espécies arbóreas	Nº indivíduos P (nº P/há)	77 (855)	55 (1.100)	33 (660)	34 (680)	24 (480)	34 (680)	7 (233)	6 (120)	47 (940)	0 (0)	27 (540)	38 (760)	41 (820)	66 (1.320)
	Nº indivíduos NP (nº NP/há)	44 (488)	26 (520)	32 (640)	15 (300)	14 (280)	8 (160)	5 (166)	53 (1.060)	3 (60)	0 (0)	23 (460)	48 (960)	38 (760)	15 (300)
	P+NP (nº de indivíduos)	121	81	65	49	38	42	12	59	50	0	50	86	79	81
Altura média dos indivíduos arbóreos (m)	Metros	6,8	2,6±1,0	2,07±1	6,9±1,8	5,0±1,0	5,5±1,6	5,3±1,2	2,1±0,9	7,9±2,5	-	4,9±1,1	1,2±0,5	2,2±1,0	9,5±2,2
Diversidade de funções ecológicas	Nº de funções ecológicas	2	3	3	2	3	3	2	3	0	0	3	3	3	3
Epífitas (presença / ausência)	Abundantes = 3 Regular /presente = 2 Poucas = 1 Ausente = 0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Cipós e lianas (presença / ausência)	Abundantes = 3 Regular /presente = 2 Poucas = 1 Ausente = 0	1	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	1
CONFIABILIDADE															
Controle e Manejo, Proteção do solo e ciclagem de nutrientes.															
Incidência de luz (L)	% incidente na área	4,58	34,9	55,2	4,3	18,2	7,7	15,8	76,7	3,3	100	27,3	73,4	62,2	2,5
Presença de espécies invasoras (gramínea)	% de cobertura	25	0	31,6	15	0	41,6	16,6	100	0	100	0	18,3	75	0
Presença de espécies exóticas superabundantes	Indivíduos/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0
Presença humana	Muito visitado = 3 Pouco visitado = 2 Não visitado = 1	3	3	2	2	3	1	1	2	2	1	2	2	2	1
Fogo	Presença/ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Manejo	Presença/ausência	Ausência	Presença	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Presença	Ausência	Ausência	Ausência	Presença	Ausência	Ausência
Cobertura (herbáceas)	% de cobertura	2,77	8,3	23,3	15	0	0	8,3	0	0	0	0	15	18,3	0
Cobertura serapilheira	% de cobertura	91,6	0	11,6	36,6	3,3	20	21,6	0	91,6	0	8,3	0	0	100
Altura da serapilheira	Centímetros (cm)	3,7	0	2,75	1,28	0	2,5	0,5	0	1,78	0	2	0	0	3,4

Em áreas de Floresta Estacional, levantamentos realizados indicaram a predominância de espécies iniciais (pioneiras e secundárias iniciais) (SILVA et al., 2003). Contudo nas áreas estudadas, apenas 5 (38%) delas apresentaram presença de pioneiras superior a AR classificada como em estágio inicial de sucessão. Esta condição reflete o fato das restaurações estudadas ainda permanecerem em condições de sucessão inicial, mesmo aquelas com mais de 120 meses (Tabela 1) e ainda manterem baixa proporção de não-pioneiras (Tabela 4). A condição das áreas restauradas é confirmada quando se observa a ausência de espécies epífitas e a abundância de lianas e cipós, mesmo nas áreas mais antigas (> 120 meses), o que as caracteriza como em estágio sucessional inicial de acordo com a classificação do CONAMA (1994).

A entrada de novas espécies se dá por processos de dispersão de sementes com a chegada de novos propágulos, principalmente pela ação de animais como aves, morcegos e mamíferos (REIS, et al 1999). Nas áreas, a porcentagem de espécies zoocóricas, esteve de acordo com os parâmetros estabelecidos pela SMA nº 08/2008, contudo não foi constatada a presença de novas espécies, embora espécies zoocóricas como *S. therebinthifolius* e *E. uniflora* sejam abundantes nos plantios (Tabela 4).

Em relação ao desenvolvimento dos indivíduos, até 84 meses o IPA_H foi de $0,96 \pm 0,42$, superior ao obtido nas áreas de 84-184 meses ($0,48 \pm 0,25$), evidenciando a redução na velocidade de crescimento com a idade. A área de estudo localizada na cidade de Botucatu, com 18 meses, teve o maior IPA_H encontrado na bacia (1,57 m/ano), seguido por Tatuí (72 meses, 0,92m/ano), Boituva (65 meses, 0,91m/ano), Itu pref. (65 meses, 0,88m/ano). Já os menores IPA_H foram encontrados nas áreas de Itu cond. (108 meses, 0,14m/ano), Capela (168 meses, 0,38 m/ano) e Jumirim (184 anos, 0,45m/ano).

A maior taxa de IPA_{DAC} foi obtida em Botucatu (18 meses, 5,06 cm/ano) seguida de Ibiúna pref. (48 meses, 1,52 cm/ano), Piedade (49 meses, 1,50 cm/ano). Das sete áreas onde foram amostrados o DAP, a maior taxa de IPA_{DAP} foi encontrada na área de Sorocaba (120 meses, 3,0 cm/ano) seguida por Boituva (65 meses, 2,53 cm/ano), Itu pref. (65 meses, 2,18 cm/ano), Capela (168 meses, 1,87 cm/ano), os menores IPA_{DAP} foram observados nas áreas de Ibiúna cond. (180 meses, 0,87cm/ano) seguidos por Jumirim (184 meses, 1,12 cm/ano) e Tatuí (72 meses, 1,56 cm/ano). Os valores referentes ao IPA_{DAP} apresentaram valores semelhantes a estudo desenvolvido por Chagas (CHAGAS et al, 2004).

Se considerarmos os dados por sub-bacia, a que apresentou melhor desenvolvimento em média foi a sub-bacia 1, com média de IPA_H de 1,06 m/ano e IPA_{DAC} 2,79 cm/ano, seguida pela sub-bacia 2 com 124 meses um IPA_H de 0,6.8 m/ano e IPA_{DAP} 1,80 cm/ano. A pior

situação referente ao IPA_H foi encontrada na sub-bacia 4 apresentando em 100 meses IPA_H de 0,39 m/ano, seguida pela sub-bacia 6 que apresentou com 114 meses um IPA_{DAP} na ordem de 1,19 cm/ano.

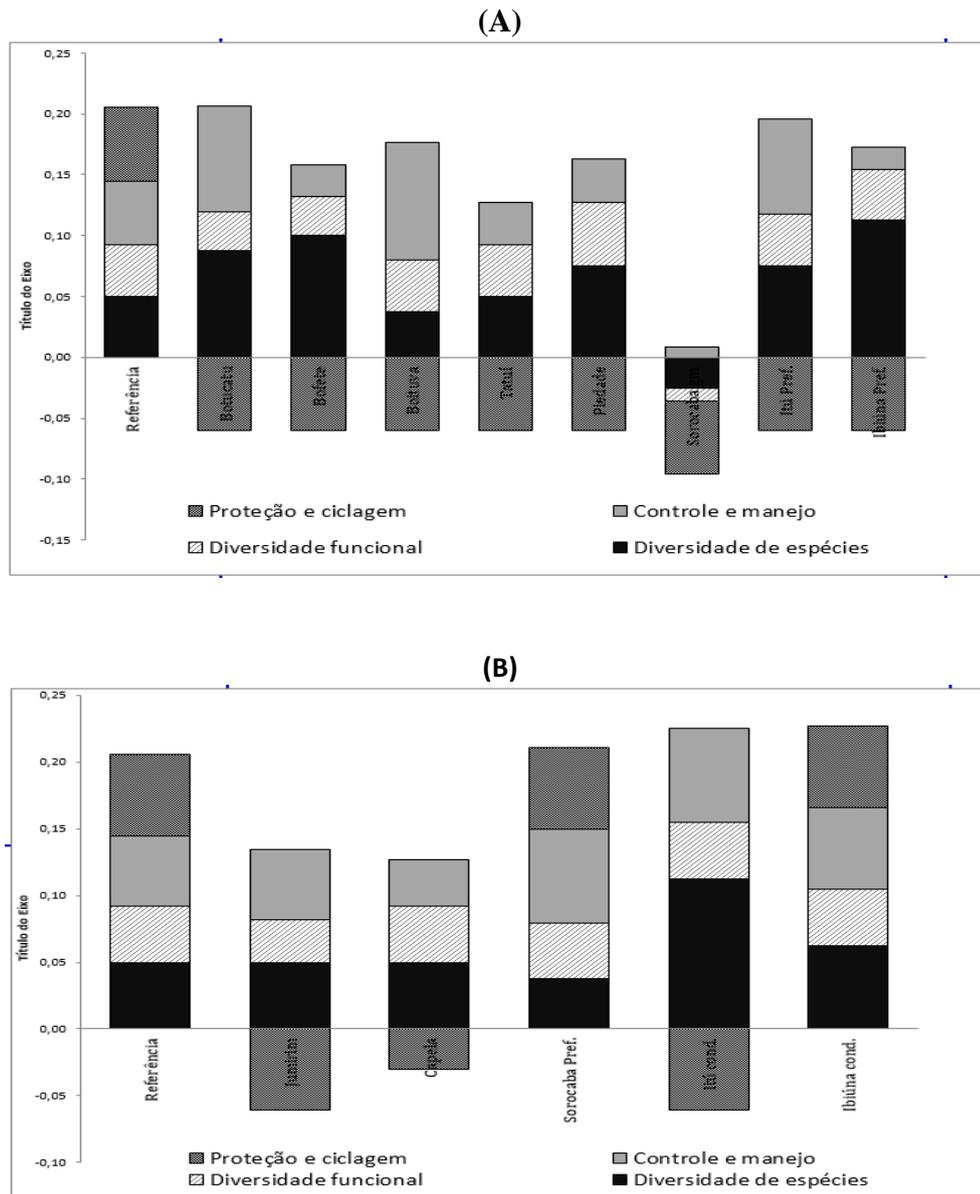
4.2. Processos ecológicos

De maneira geral, a área de Sorocaba-GM foi a que apresentou maiores problemas com a perda total do plantio realizado. Em todas as áreas amostradas com até 84 meses de plantio houve problemas com a proteção do solo e ciclagem de nutrientes (Figura 2A). Este fator pode estar relacionado com a grande incidência luz nas áreas, a qual favorece a presença e o desenvolvimento de gramínea invasora (*Brachiaria decumben*) (Tabela 4). A competição por nutrientes é um dos fatores que pode causar redução no crescimento das espécies tornando-as susceptíveis à presença de espécies invasoras (RIZZARDI et al, 2001). Esta questão é relevante uma vez que as áreas com maiores taxas de mortalidade também foram as que apresentaram maior presença de invasoras, independentemente da idade de plantio (Tabela 4).

Mesmo em plantios de idade superior a 84 meses foi observada que, com exceção das áreas de Sorocaba Prefeitura e Ibiúna-Condomínio, nas demais também não se encontraram presentes os fatores que promovem a proteção do solo e a ciclagem de nutrientes (Figura 2B). Contudo, a presença de gramínea na área não foi o fator que determinou a presença ou não de serapilheira, uma vez que não houve correlação entre os dois fatores ($r = -0,41$; $p < 0,05$).

O conhecimento dos atributos funcionais das espécies arbóreas a serem utilizadas em um projeto de restauração, é fundamental e contribui para restituir o equilíbrio dinâmico da comunidade vegetal. Por isso é necessário identificar as funções de cada indivíduo no ecossistema, sendo que um atributo importante para a restauração do solo é a fixação de nitrogênio atmosférico por meio da associação com bactérias diazotróficas, habilidade que algumas espécies arbóreas possuem, sendo uma opção de baixo custo para adicionar nitrogênio no solo (FARIA & FRANCO, 2002; ENGEL & PARROTA, 2003). Embora tenham sido encontradas nas áreas avaliadas 15 espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico, estas competem com as espécies não nodulíferas (SOUZA et al 1994) e algumas propriedades do ambiente como a alta concentração de nitrato no solo, podem inibir a nodulação das bactérias fixadoras de N_2 atmosférico, trazendo prejuízos ao projeto de restauração (SOUZA et al 1994; NETO et al. 1998). Ainda no que se refere à qualidade do solo e ciclagem de nutrientes, nas áreas houve a presença de espécies aportadoras de biomassa como *Croton urucurana*, *Ceipa speciosa* e *Luehea divaricata*, *Bauhinia forficata*, *Peltophorum dubium*

(LORENZI, 1992). Contudo, não se encontraram presentes os fatores que promovem a proteção do solo e a ciclagem de nutrientes representado pela falta de serapilheira, fator essencial à ciclagem de nutrientes (VITAL et al, 2004). Nesta condição, uma alternativa para essas áreas seria o plantio de mais espécies adubadoras (aportadoras de biomassa) e fixadoras de nitrogênio bem como boas práticas de adubação.



5. CONCLUSÃO

Os resultados dos estudos mostraram que as áreas restauradas estudadas na Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê se encontravam em situação crítica, se comparados com as recomendações das resoluções SMA nº 08/2008 e SMA nº 32/2014. Esta conclusão é evidenciada pelo baixo número de espécies observadas (17 ± 10 espécies) sendo que apenas seis delas foram dominantes (31,7% de todos os indivíduos plantados na bacia).

Além destes problemas, um dos principais fatores que interferiram no desenvolvimento das áreas plantadas foi a baixa densidade de indivíduos (1090 indivíduos/há). As condições nas áreas refletiram o estado crítico em 62% delas, com mortalidade média de 35%. O baixo índice de sobrevivência de indivíduos por área, pode ter permitido a entrada de luz criando condições para o surgimento de gramínea invasora (*Brachiaria decumben*) que, por sua vez, tornaram a dominar as áreas impedindo ou dificultando o aparecimento de herbáceas e regeneração natural de espécies arbóreas.

Em relação aos processos ecológicos, foi possível constatar que as áreas estudadas não restauraram os aspectos estruturais em termos de formação de cobertura florestal com diversidade e estrutura similar a florestas de mesma idade, ou mesmo de outras restaurações. Os projetos implantados não foram eficientes na restauração de processos ecológicos como o reestabelecimento da regeneração natural, a proteção do solo, ciclagem de nutrientes e dispersão de sementes.

6. RECOMENDAÇÕES FINAIS

- As 15 espécies mais encontradas dentro do cenário de restauração da BH-SMT, possuem características específicas, são espécies rústicas, mais adaptadas e com maior desenvolvimento em campo, podem e devem ser utilizadas juntamente com outras espécies em futuros projetos de restauração, visto que apresentam rápido crescimento e cobertura do solo, essas características permitem um aumento no percentual de sobrevivência dessas espécies bem como o sucesso da restauração.

- É comum o uso de mudas de pequeno porte em projetos de restauração com o objetivo de reduzir os custos do plantio, entretanto o uso de mudas pequenas aumenta vertiginosamente o custo de manutenção da área, a brachiária um dos principais problemas em projetos de restauração se desenvolve rapidamente sufocando as mudas no campo e impedindo seu

desenvolvimento, dessa forma, optando-se pelo plantio de mudas de pequeno porte é necessário manutenções mensais para garantir seu desenvolvimento e essas manutenções aumentam substancialmente o custo da restauração.

- Outro grande problema é a mão de obra, é necessário o uso de mão de obra especializada para plantio e manutenção de projetos de restauração. É comum, por exemplo, a supressão de indivíduos plantados no ato da manutenção, principalmente quando se usa mudas de pequeno porte na restauração, uma vez que algumas espécies se desenvolvem mais lentamente que outras, ficam perdidas em meio a brachiária e são suprimidas na roçada da área. O coroamento de todas as mudas antes da roçada da área evita a supressão de indivíduos plantados.

- Pensando na redução dos custos de manutenção dos projetos de restauração, uma alternativa é o uso de herbicidas para controle da brachiária, essa opção pode ser usada pelo restaurador, mas deve ser usada com critérios e também com mão de obra especializada.

- Em relação ao espaçamento tradicional de plantio 3x2 utilizado nos últimos anos, e levando em consideração os novos parâmetros estabelecidos pela Resolução SMA 32/2014, e os níveis mínimos estabelecidos para restauração através de indicadores, o plantio no espaçamento 3x2 fica inviável, visto que a resolução estabelece no mínimo 80% de cobertura do solo, percentual difícil de ser alcançado nesse espaçamento. Uma alternativa seria reduzir o espaçamento adotado para 1x1,5 ou 1x1 ou até plantios mais adensados como a metodologia Miyawaki, que foi desenvolvida pelo professor emérito da Universidade Nacional de Yokohama e diretor do Centro Japonês para Estudos Internacionais de Ecologia, Dr. Akira Miyawaki, essa redução no espaçamento do plantio, aumentaria os custos de implantação do projeto, mas reduziria substancialmente os custos de manutenção, bem como, seria mais fácil atingir os novos parâmetros estabelecidos.

REFERÊNCIAS

LIVRO

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Vol. 1. Nova Odessa, Ed. Plantarum, 384p. 1992.

MAGURRAN, Anne E. Medindo a diversidade biológica. Editora da UFPR, Curitiba, p. 262, 2011.

MASERA, O. Astier; M LÓPEZ RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. Mundi-Prensa: GIRA: Instituto de Ecología, 109p, 1999.

PIÑA-RODRIGUES.; et al. **Sementes florestais tropicais: da ecologia a produção**. Ed. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes - ABRATES, Londrina, PR, 477p. 2014.

CAPÍTULO DE LIVRO

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restoration actions. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (eds.). High diversity forest restoration in degraded áreas. New York: Nova Science Publishers, 2007. Cap. 2.2, p. 77-102

RODRIGUES, R.R.; et al. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV, 1998. p.203-215.

DISSERTAÇÕES/TESES

DIAS, I. F.S. **O uso da biodiversidade na produção de sementes e mudas para restauração florestal**. 2012. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

FONSECA, V. H. **Seleção de indicadores ecológicos para a avaliação de planos de restauração de áreas degradadas**. 2011. 106 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação)-UFSCar, Sorocaba - SP, 86 p.

PIOTROWISKI, I. Aptidão de espécies florestais em plantios de restauração em área de Floresta Estacional. (Dissertação de Mestrado). UFSCar, 45p. 2016.

RODRIGUES, Camila Marques. **Eficiência na Adoção de Medidas Para Recuperação de Áreas Degradadas no Estado de São Paulo**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em “Sustentabilidade na Gestão Ambiental” na UFSCar campus Sorocaba/SP, 2013. 89.

TRABALHO APRESENTADO EM EVENTO

BARBOSA, L. M. & BARBOSA, K.C. Políticas públicas para recuperação de áreas degradadas. **Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas com Ênfase em Matas Ciliares**, p. 1-58, 2006.

BARBOSA, L. M.; MANTOVANI, W. Degradação ambiental: conceituação e bases para o repovoamento vegetal. **Recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações florestais litorâneas. Anais... São Paulo: SMA**, p. 33-40, 2000.

ENGEL, V. L. Abordagem “BEF”: um novo paradigma na restauração de ecossistemas. **Anais do IV Simpósio de Restauração Ecológica: Desafios atuais e futuros, São Paulo, Instituto de Botânica–SMA**, p. 155-165, 2011.

GANDOLFI, S. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. **In Anais do workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares: modelos alternativos para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares no estado de São Paulo, São Paulo, p.44-52. 2006.**

ARTIGO PERIÓDICO

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

BROWN, George G. et al. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, p. 38-43, 2009.

MELO, Antônio Carlos Galvão de; MIRANDA, Dirceu Lúcio Carneiro de; DURIGAN, Giselda. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 2, p. 321, 2007.

MUCHAILH, Mariese Cargnin et al. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Revista Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

NETO, JORGE JACOB; GOI, SILVIA REGINA; SPRENT, JANET IRENE. Efeito de diferentes formas de nitrogênio na nodulação e crescimento de *Acacia mangium*. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 104-110, 1998.

PIOVESAN, Juliana Costa et al. Processos ecológicos e a escala da paisagem como diretrizes para projetos de restauração ecológica. **Revista CAITITU-aproximando pesquisa ecológica e aplicação**, v. 1, n. 1, p. 57-72, 2013.

SUGANUMA, Marcio Seiji et al. Ecosystemas de referência para restauração de matas ciliares: existem padrões de biodiversidade, estrutura florestal e atributos funcionais?. **Revista Árvore**, p. 835-847, 2013.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, Diana; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of tropical ecology**, v. 3, n. 04, p. 359-366, 1987

VITAL, Ana Rosa Tundis et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 793-800, 2004.

LEIS, DECRETOS, PORTARIAS

CONAMA. RESOLUÇÃO nº 1, de 31 de janeiro de 1994. **Define vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo**. Publicada no DOU no 24, de 3 de fevereiro de 1994, Seção 1, páginas 1684-1685.

RESOLUÇÃO CONJUNTA SMA IBAMA/SP nº 1 de 17 de fevereiro de 1994. **Orienta os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo**. Publicada no DOU em 03 de fevereiro de 1994, seção 1, volume 132.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Resolução nº 08/2008, de 31 de janeiro de 2008**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 01/02/2008.

SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Resolução nº 32/2014, de 03 de abril de 2014**. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 05/04/2014.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. **Apoio técnico à elaboração dos planos municipais de saneamento e elaboração do plano regional de saneamento para os municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê – UGRHI 10**. Plano Regional Integrado de Saneamento Básico, Novembro, 2011.

ARTIGO (VIA WEB)

ALTIERI, Miguel A. Sustainable agricultural development in Latin America: exploring the possibilities. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 39, n. 1-2, p. 1-21, 1992. Disponível em: < <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/11/sustagLAC.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

AMADOR, Denise B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. **KAGEYAMA, PY et al. Restauração ecológica de ecossistemas naturais. Botucatu: FEPAF**, p. 333-340, 2003. Disponível em: <<http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/14.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

CHAGAS, Rubens K. et al. Crescimento diametral de espécies arbóreas em Floresta Estacional Semidecidual ao longo de seis anos. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão (O. Vilas Boas & G. Durigan, orgs.)**. Páginas e Letras, São Paulo, p. 265-290, 2004. Disponível em: <<http://iflorestal.sp.gov.br/files/2004/01/IF-c15.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

CHAZDON, Robin L. et al. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 362, n. 1478, p. 273-289, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/6549197_Rates_of_change_in_tree_communities_of_secondary_Neotropical_forests_following_major_disturbances>. Acesso em: Novembro de 2016.

ENGEL, Vera L.; PARROTTA, John A. **Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais**. 2003. Disponível em: <<http://www.treearch.fs.fed.us/pubs/50732>>. Acesso em: Novembro de 2016.

FARIA, SM de; FRANCO, A. A. Identificação de bactérias eficientes na fixação biológica de nitrogênio para espécies leguminosas arbóreas. **Embrapa Agrobiologia. Documentos**, 16p. 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/597328/identificacao-de-bacterias-eficientes-na-fixacao-biologica-de-nitrogenio-para-especies-leguminosas-arboreas>>. Acesso em: Novembro de 2016.

IPT. Instituto de Pesquisa Tecnológica. **Plano de bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10)**. Relatório Técnico N° 91 265-205. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7000/reltec_91-265-205.pdf>. Acesso em: Novembro de 2016.

LINDENMAIER, D. S.; BUDKE, J. C. **Florística, diversidade e distribuição espacial das espécies arbóreas em uma floresta estacional na bacia do rio Jacuí, Sul do Brasil**. 2006. <Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Jean_Budke/publication/255632562_FLORSTICA_DIVERSIDADE_E_DISTRIBUIO_ESPACIAL_DAS_ESPCIES_ARBREAS_EM_UMA_FLOR_ESTA_ESTACIONAL_NA_BACIA_DO_RIO_JACU_SUL_DO_BRASIL/links/00b49531f935c44242000000.pdf> Acesso em 03/02/2016.

MARTINS, R. B. Diagnóstico dos produtores de mudas florestais nativas do Estado de São Paulo. **Programa Mata Ciliar, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo**, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Produtos%20Tecnicos/Produtos_Tecnicos_02_viveiros.pdf>. Acesso em: Novembro de 2016.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; et al. Protocolo de Monitoramento da Funcionalidade Ecológica de Áreas de Restauração. **Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais**. Sorocaba, 2015 disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283355875_PROTOCOLO_DE_MONITORAMENTO_DA_FUNCIONALIDADE_ECOLOGICA_DE_AREAS_DE_RESTAURACAO> acesso em 02/02/2016.

REIS, Ademir.; et al. Recuperação das áreas degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. In: **Cadernos da reserva da biosfera**. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. Disponível em: < http://www.rbma.org.br/rbma/pdf/Caderno_14.pdf>. Acesso em: Novembro de 2016.

RIZZARDI, Mauro Antônio et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001. Disponível em < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/22373>> Acesso em 20/04/2016.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro Rodrigues (Ed.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF; Piracicaba: ESALQ, 2009. Disponível em: < <http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/produzidos/livros/pacto2009.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; GANDOLFI, Sergius. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Ornamental Horticulture**, v. 2, n. 1, 1996. Disponível em: < <http://www.lcb.esalq.usp.br/publications/articles/1996/1996rbhov2n1p4-15.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

SCHIEVENIN, D.F.; et al. Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP - **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal Re.C.E.F** - Ano X - Volume 19 – Número 1 – Fevereiro 2012 - Garça, SP. <Disponível em http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/f07jgTODeYSG26u_2013-4-29-15-13-59.pdf > Acesso em 25/04/2016.

SEEHUSEN, Susan Edda; PREM, Ingrid. Por que Pagamentos Por Serviços Ambientais? In: GUEDES, Fátima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda (org.). Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica. **Lições aprendidas e desafios**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em < http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf> Acesso em 12/02/2016.

SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Disponível em: <<http://www.ser.org>>. Acesso em: 15 de nov. de 2014.

SILVA, Alexandre Francisco da et al. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n3/a06v27n3.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

SOUZA, L.AG de; SILVA, MF da; MOREIRA, Francisco W. Capacidade de nodulação de cem leguminosas da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 24, n. 1-2, p. 9-18, 1994. Disponível e: < <http://www.scielo.br/pdf/aa/v24n1-2/1809-4392-aa-24-1-2-0009.pdf>>. Acesso em: Novembro de 2016.

STOLARSK, O.C.; et al. **Avaliação inicial de plantio de espécies nativas pioneiras para a restauração de áreas degradadas no sudoeste do paraná** - IV congresso florestal paranaense,2012. Disponível em <http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/03-Manejo_Nativas/MFNativas-Artigo_06.pdf>

Acesso em 25/04/2016.

VIANI, R.A.G. O uso da regenerao natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de Eucalyptus) como estratégia de produo de mudas e resgate da diversidade vegetal na restaurao florestal. **Dissertao apresentada ao Instituto de Biologia da UNICAMP**, para a obteno do título de mestre em Biologia Vegetal. 203 Paginas, Campinas 2005. Disponível em:< <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?view=vtls000364298>>. Acesso em: Novembro de 2016.