



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

**FÁBIO JOSÉ MACHADO**

**Araras**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

**FÁBIO JOSÉ MACHADO**

ORIENTADOR: PROF. Dr. RUBISMAR STOLF

CO-ORIENTADORA: PROF. Dra. FÁTIMA C. MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL

Araras

2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M149sa Machado, Fábio José.  
Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas de  
preservação permanente / Fábio José Machado. -- São  
Carlos : UFSCar, 2012.  
89 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São  
Carlos, 2012.

1. Reflorestamento. 2. Recuperação ambiental. 3.  
Agroecossistemas. I. Título.

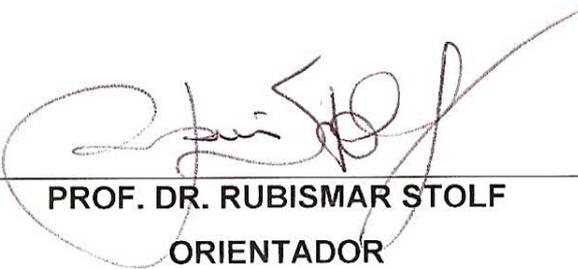
CDD: 634.956 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE

**FÁBIO JOSÉ MACHADO**

APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, **EM 10 DE  
AGOSTO DE 2012.**

BANCA EXAMINADORA:



---

**PROF. DR. RUBISMAR STOLF**

**ORIENTADOR**

**PPGADR/UFSCar**



---

**PROF. DR. JOSÉ MARIA GUZMAN FERRAZ**

**PPGADR/UFSCar**



---

**PROF. DR. OLAVO RAIMUNDO JÚNIOR**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO HERMÍNIO OMETTO**

**UNIARARAS**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à Universidade Federal de São Carlos – Araras, pela oportunidade ao desenvolvimento desse estudo e pela enorme contribuição ao meu crescimento pessoal e profissional.

Ao meu professor orientador, Prof. Dr. Rubismar Stolf, que sempre acreditou neste trabalho e possibilitou grandes momentos de aprendizagem, à minha professora co-orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dra. Fátima C. Márquez Piña-Rodrigues, a qual sem seus ensinamentos este trabalho não seria possível, e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, em especial ao Prof. Dr. José Maria Guzman Ferraz, pela indicação, orientação e encaminhamento à UFSCar, desde os tempos da pós-graduação na Unicamp.

À Cláudia, da Secretaria da Pós-Graduação, pela paciência, atenção e pelo sempre pronto atendimento e disponibilidade nas horas de re-matrícula e durante todos os outros processos formais.

Aos meus colegas de turma, aos meus sempre amigos da antiga republica Talibã, Cláudio, Fernando, Thiago, Túlio, João, Pedro, Eduardo (desculpem se esqueci de alguém), que sempre me acolheram nos momentos em que precisei de hospedagem em Araras.

Ao Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Extrema – MG, ao senhor Paulo e à Thaís, pela indicação das áreas estudadas; ao Sr. Agostinho Luiz Ioris por abrir as porteiças de sua propriedade e permitir o acesso ao SAF e mostrar que é possível a recuperação ambiental é uma realidade.

Aos meus eternos amigos (de adolescência e de sempre) que souberam compreender a importância deste trabalho, e por que vezes não pudemos nos encontrar por causa disso. Em especial a dois amigos, Denis e Sandro (Japa) que me ajudaram e me acompanharam em algumas pesquisas de campo.

À toda minha família que sempre me apoiou durante o andamento deste estudo, especialmente à minha esposa Mariana que me incentivou e sempre esteve comigo em todas as etapas do projeto.

## SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1. FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL .....	11
2.2. ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO .....	14
2.3. SISTEMAS AGROFLORESTAIS .....	20
2.4. A BACIA DO PCJ – PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – E O SISTEMA CANTAREIRA .....	23
2.5. ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – APA's .....	27
2.5.1. APA Piracicaba/Juqueri – Mirim Área II .....	28
2.5.2. APA Sistema Cantareira .....	29
2.5.3. APA Fernão Dias .....	29
2.6. O PROJETO CONSERVADOR DAS ÁGUAS .....	31
2.6.1. A SUB-BACIA DAS POSSES .....	32
2.7. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E MONITORAMENTO AMBIENTAL .....	34
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	36
3.1. SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	36
3.2. METODOLOGIA .....	42
3.2.1. Indicadores de perturbações antrópicas .....	44
3.2.2. Indicadores de composição .....	45
3.2.3. Indicadores de função ecológica .....	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
4.1. Indicadores de perturbação antrópica .....	49
4.2. Indicadores de composição .....	56
4.3. Indicadores de função ecológica .....	60

4.4. Comparação entre as áreas estudadas .....	64
5. CONCLUSÕES .....	72
6. LITERATURA CITADA.....	74
APÊNDICE.....	86

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. <i>Etapas*</i> das atividades propostas durante a implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas. ....	17
Tabela 2. Conjunto de indicadores propostos para a avaliação das áreas em recuperação (RAD1) e (RAD2), fragmento florestal (AT), pastagem e agrofloresta (SAF).....	44
Tabela 3. Indicadores de perturbações antrópicas empregados para avaliação das áreas de estudo. Baseado em Fonseca (2011).....	45
Tabela 4. Indicadores de composição empregados para avaliação das áreas de estudo. Baseado em Fonseca (2011). ....	46
Tabela 5. Indicadores de função ecológica empregados para avaliação das áreas de estudo. Baseado em Fonseca (2011). ....	47
Tabela 6. Valores obtidos na aplicação de indicadores de perturbações antrópicas.....	49
Tabela 7. Valores obtidos na aplicação de indicadores de composição. ....	57
Tabela 8. Relação entre a quantidade de indivíduos e a riqueza de espécies nas subparcelas das áreas estudadas.....	57
Tabela 9. Valores obtidos na aplicação de indicadores de função ecológica. .	60
Tabela 10. Valores adotados para os diferentes indicadores de sustentabilidade.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Duas estratégias de restauração baseadas em aumento da conectividade com a utilização de sistemas agroflorestais. ....	16
Figura 2. Municípios da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, em São Paulo UGRHI-PCJ. ....	25
Figura 3. Bacias hidrográficas formadoras do Sistema Cantareira. ....	26
Figura 4. Localização das APA's Piracicaba/Juqueri-Mirim Área II e APA Sistema Cantareira. ....	29
Figura 5. Mapa do uso atual do solo na sub-bacia das Posses, Extrema - MG. ....	33
Figura 6. Localização do município de Bragança Paulista, São Paulo. ....	37
Figura 7. Imagem de satélite do fragmento florestal (Área Testemunha), Bragança Paulista, SP. ....	37
Figura 8. Localização do município de Pinhalzinho, São Paulo. ....	38
Figura 9. Imagem de satélite do sistema agroflorestal (SAF), Sítio Três Pinheiros, Pinhalzinho, SP. ....	38
Figura 10. Imagem de satélite da área de pastagem, Pinhalzinho, SP. ....	39
Figura 11. Localização do município de Extrema, Minas Gerais. ....	40
Figura 12. Imagem de satélite da área 1 em processo de recuperação (RAD1), Extrema, MG. ....	41
Figura 13. Imagem de satélite da área 2 em processo de recuperação (RAD2), Extrema, MG. ....	41
Figura 14. Cobertura de copas pelo método de linhas. (MELO, 2010). ....	48
Figura 15. Fotografia da vista parcial da área testemunha (AT) – fragmento florestal – Bragança Paulista, SP. ....	50
Figura 16. Fotografia do interior do fragmento florestal (AT). ....	51
Figura 17. Fotografia parcial da área 1 em processo de recuperação – RAD1 – no município de Extrema, MG. 4 anos após plantio. ....	52
Figura 18. Fotografia do interior da área 1 em processo de recuperação – RAD1. ....	52

Figura 19. Fotografia parcial da área 2 em processo de recuperação – RAD2 – localizada às margens de um curso d'água na sub-bacia das Posses, Extrema – MG. ....	53
Figura 20. Índícios de capina química realizado em área em processo de restauração ambiental (RAD2) aos 3 (três) anos após plantio, no município de Extrema – Minas Gerais.....	54
Figura 21. Fotografia do interior do SAF aos 16 anos após o plantio, no município de Pinhalzinho, SP.....	55
Figura 22. Fotografia da área de pastagem ao lado do SAF. ....	55
Figura 23. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e o fragmento florestal (AT).....	65
Figura 24. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e a área 1 em processo de recuperação (RAD1).....	66
Figura 25. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e a área 2 em processo de recuperação (RAD2).....	67
Figura 26. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e a área de pastagem. ....	68
Figura 27. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o fragmento florestal (AT) e a área 1 em processo de recuperação (RAD1). ....	69
Figura 28. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a	

estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o fragmento florestal (AT) e a área 2 em processo de recuperação (RAD2). ..... 70

Figura 29. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o fragmento florestal (AT) e a área de pastagem..... 71

## **SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE**

**Autor: FÁBIO JOSÉ MACHADO**

**Orientador: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF**

**Co-orientadora: Prof. Dra. FÁTIMA C. MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES**

### **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo promover uma avaliação da utilização de modelos alternativos aos modelos convencionais de reflorestamento para a recuperação de áreas degradadas (AD) em áreas de preservação permanente (APP). Foram analisados o potencial efetivo de recuperação em APP por meio do uso de indicadores de sustentabilidade aplicados de acordo com os princípios da ferramenta MESMIS. Foram comparados um fragmento florestal (AT), um sistema agroflorestal manejado (SAF), duas áreas em recuperação (RAD) e uma área de pastagem. Todas as áreas analisadas pertencem a regiões estratégicas tanto para a conservação da biodiversidade como de recursos hídricos, pois estão em diferentes Áreas de Proteção Ambiental (APA's), as quais são fornecedoras de água para o Sistema Cantareira. A análise ocorreu dentro do período recomendado para o monitoramento de projetos de RAD, ou seja, em seus anos iniciais (até 3 anos) para se avaliar a situação atual e intervir na manutenção quando houver necessidade. A escolha dos indicadores de sustentabilidade foi baseada na fácil aplicabilidade e interpretação dos dados, pertencentes a três grupos: perturbações antrópicas, composição e função ecológica. Os indicadores de perturbações antrópicas mostraram que em todas as áreas havia indícios de perturbação. Nos indicadores de composição, o fragmento florestal (AT) apresentou o maior valor para o índice de diversidade, embora sem diferenças significativas em comparação com o SAF manejado. Na aplicação dos indicadores de função ecológica, o SAF apresentou a maior taxa de cobertura de copa. Assim, pode-

se constatar que o sistema agroflorestal quando manejado apresenta bons resultados quanto à diversidade, e grande potencial para a recuperação de áreas degradadas e para enriquecimento de fragmentos florestais, podendo ser manejado por um período maior do que prevê a atual legislação.

**Palavras-chave:** reflorestamento, recuperação ambiental, agroecossistemas.

## **AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE RESTORATION OF PERMANENT PRESERVATION AREAS**

**Author: FÁBIO JOSÉ MACHADO**

**Adviser: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF**

**Co-adviser: Prof. Dra. FÁTIMA C. MÁRQUEZ PIÑA-RODRIGUES**

### **ABSTRACT**

This essay aims at evaluating the use of alternative reforestation models in order to recover degraded areas in permanent preservation areas. The potential of effective recovery was analyzed regarding sustainability indicators which were applied according to the principles of the MESMIS tool. Comparing a forest fragment (AT), a handled agroforestry system (SAF), two recovery areas and a pasture area. All of the analyzed places belong to strategic regions considering the biodiversity conservation as well as water resources, as they are located in different environmentally protected zones (APA's), which provide water for the Cantareira System (Sistema Cantareira). The analysis took place in the recommended period for the monitor in the RAD projects, in the first three years in order to evaluate the current situation and also intervene in the maintenance if necessary. The sustainability indicators choice was based on the easy applicability and facts interpretation, which belongs to three groups: man-induced disturbance, composition and ecological function. The man-induced disturbance revealed that there was evidence of disturbance in all the places. In the composition indicators, the forestry fragment (AT) showed the higher value considering the biodiversity index. However the difference was not really significant if compared to the handled SAF. In the implementation of ecological function indicators, the SAF showed the highest rate of tree canopy. So, it was determined that the agroforestry system shows good results considering the diversity when it is handled. In addition to that, it showed big

potential in recovering degraded areas and in enrichment of forest fragments that can be handled for a longer period than the one estimated by law.

**Keywords:** reforestation, environmental restoration, agroecosystems.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da atualidade e de crucial importância para a garantia de sobrevivência para a humanidade é fazer com que a produção de alimentos esteja em sincronia com a preservação/conservação ambiental. Para tanto, se faz necessária a melhor gestão dos recursos envolvidos na produção agrícola juntamente com o melhor entendimento e uso racional dos recursos naturais devido à sua diversa importância e diferentes funções nos ecossistemas (McNEELY & SCHERR, 2009).

Segundo estudo realizado pela Food and Agriculture Organization (FAO, 2002), a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, espera-se uma projeção de crescimento mundial médio da população humana de 31% até o ano 2025. Com isso, há uma real necessidade de se ajustar o atual modelo de produção de alimentos com outra real necessidade, a de preservação do meio, pois fica evidente o aumento de pressão sob a natureza na busca para sanar tal necessidade caso o atual modelo de produção, o trazido pela Revolução Verde, persista ao longo dos anos.

O produto interno bruto brasileiro (PIB) chegou a alcançar a marca de US\$ 2,4 trilhões (cerca de R\$ 4,9 trilhões<sup>1</sup>) em 2011, fazendo com que a economia do país ocupe a sexta posição no ranking mundial na economia, ficando atrás somente de Estados Unidos, China, Alemanha, Japão e França. A contribuição do setor agrícola, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), foi de R\$ 822,9 bilhões para o PIB do mesmo ano. Porém 70% dos alimentos que abastecem as mesas dos brasileiros são provenientes da agricultura familiar, o que corresponde a cerca de 10% do PIB nacional (MDA, 2011). Com isto fica clara a importância da agricultura para o país, principalmente a familiar.

Porém o que se vê hoje no meio rural são grandes áreas degradadas, florestas fragmentadas, paisagens sem cobertura vegetal, inclusive áreas de preservação permanente (APP's). Toda esta degradação está intimamente

---

<sup>1</sup> Cotação do dólar americano em 06/07/2012. R\$ 2,0353 segundo o Banco Central do Brasil. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/Resultado.asp?idpai=convmoeda>>. Acesso em 06 de julho de 2012.

relacionada com o desenvolvimento econômico de determinadas regiões e pela falta de planejamento para tal crescimento (MARTINS, 2001; GONÇALVES *et al.*, 2003).

Na tentativa de minimizar os efeitos da degradação, melhorar as condições de vida das pessoas no meio rural por intermédio da oportunidade de se preservar o meio e produzir alimentos, são elaborados diversos planos de recuperação de ecossistemas. Inserido neste contexto são adotados cada vez mais os modelos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais (SAF's) (SÃO PAULO, 2008), denominadas por Peneireiro (2003) como florestas de alimento ou de produção.

Assim, os SAF's se constituem em um modelo viável de utilização da terra, pois permite integrar diversas culturas agrícolas com espécies florestais, desde que técnicas adequadas de manejo sejam utilizadas (MACEDO, 2000), esse tipo de sistema de produção também oferece aos atores envolvidos uma opção de geração de renda, além de apresentar grande potencial de recuperação em áreas degradadas ou em processo de recuperação ambiental (RODIGHERI, 1997).

O objetivo deste trabalho foi analisar o potencial de sistemas agroflorestais inseridos na região da bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) para promover a restauração ecológica de áreas de preservação permanente, contribuindo dessa forma, para uma nova perspectiva na aplicação de projetos de reflorestamento nessas áreas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Entre as causas principais de redução de biodiversidade no planeta pode-se destacar a diminuição, modificação ou destruição de habitats, oriundos do desmatamento, ocasionando um fenômeno chamado fragmentação florestal (WILSON, 1997; TONHASCA JR., 2005; PIRES *et al.*, 2006; TOWNSEND *et al.*, 2010).

No Brasil a fragmentação está associada ao processo de ocupação e degradação dos solos, falta de planejamento, exploração e destruição dos recursos naturais. Tudo isto se relaciona com o crescimento socioeconômico da população humana e com a remoção da cobertura vegetal onde originalmente predominavam florestas, que ao longo da história perderam seu espaço para a agricultura, pecuária e urbanização (GONÇALVES *et al.*, 2003).

Neste processo de eliminação das florestas, as áreas de preservação permanente (APP's), que segundo o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965), devem ser preservadas, não escaparam da ação predatória do homem e sofreram todo tipo de degradação (LOUZADA *et al.*, 2001; MARTINS, 2001; RODRIGUES & GANDOLFI, 2001; GONÇALVES *et al.*, 2003).

A fragmentação é o processo no qual ocorre descontinuidade espacial da área florestal causando ruptura dos habitats, interferindo muitas vezes no fluxo gênico de algumas espécies (METZGER, 2003).

O que se deve levar em consideração é que a paisagem conservada é muito diferente da paisagem perturbada, pois envolve pessoas e o uso que elas fizeram da área ao longo do tempo (RODRIGUES *et al.*, 2004). Em muitas áreas o processo de degradação é antigo, iniciando-se com a retirada da vegetação para plantio ou pastagem, com o passar do tempo e dependendo do uso e intensidade, essas áreas perdem sua fertilidade, acarretando na exploração de novas áreas (MARTINS, 2001).

Dentro deste paradigma a natureza é vista muitas vezes como uma fonte de matéria-prima a ser explorada e/ou uma barreira ao desenvolvimento

econômico de uma região, e o que se observa hoje no meio rural são grandes áreas devastadas, florestas fragmentadas e isoladas, que sofrem com os efeitos perturbadores das atividades humanas, áreas ciliares que deveriam estar conservadas, sem vegetação, promovendo o assoreamento dos cursos d'água (MARTINS, 2001).

Embora a degradação ambiental sempre tenha feito parte da história brasileira, principalmente no que se refere aos ciclos econômicos do país como, por exemplo, açúcar, café, pecuária, ouro, industrialização, etc. (DEAN, 1996), ela se intensificou por volta da década de 1970, quando foi trazido à agricultura o pacote tecnológico da revolução verde, que tem como princípio o cultivo de monoculturas em áreas extensas com alto uso de insumos agrícolas poluentes como, por exemplo, fertilizantes químicos, herbicidas, inseticidas, fungicidas, entre outros (AMADOR, 2003).

Entretanto, a opção pela tecnologia na esperança de maior produtividade, a intensificação do uso dos solos aliadas ao desmatamento e a ocupação de áreas impróprias para o cultivo, trazem desequilíbrios ambientais com enormes problemas de conservação dos solos e recursos hídricos, desencadeando processos erosivos acelerados, com perda de insumos, queda da produtividade e fertilidade dos solos, atulhamento das várzeas, assoreamento e poluição dos cursos d'água e reservatórios (NOFFS *et al.*, 2000).

Com todas estas práticas equivocadas de manejo e utilização dos recursos naturais de maneira insustentável, os problemas ambientais são cada dia mais agravados e perceptíveis como, por exemplo, os distúrbios climáticos, a falta de água potável e a escassez de recursos em geral (GÖTSCH, 2002).

Outras consequências imediatas da fragmentação florestal que se pode observar em comunidades naturais são: a subdivisão do habitat e a perda da área, porém essas consequências variam de acordo com a espécie estudada em função das características da paisagem e da própria fragmentação, e intrinsecamente relacionada a isso temos a formação de metapopulações e o chamado efeito de borda (PAGLIA *et al.*, 2006).

Metapopulações são definidas como um conjunto de populações ou de subpopulações que se conectam por meio de indivíduos que se locomovem entre elas, com a possibilidade tanto de se extinguir quanto de reaparecer pela recolonização em determinadas áreas (PAGLIA & FERNANDEZ, 2000; RICKLEFS, 2003; BEGON *et al.*, 2007; TOWNSEND *et al.*, 2010).

Porém essa recolonização nem sempre acontece, uma vez que a fragmentação pode limitar a capacidade de dispersão de algumas espécies. Desta forma, alguns fragmentos isolados não seriam recolonizados pelas espécies nativas que teriam potencial para se estabelecer na área se a mesma não se encontrasse perturbada e, com isso, o número de espécies dos fragmentos ficaria reduzido com o passar do tempo (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

O efeito de borda faz referência a várias mudanças biológicas, físicas e químicas, que ocorrem num fragmento, principalmente nos seus limites, e está relacionado ao tamanho, forma e ambiente (matriz) que circunda esses fragmentos. A forma e o tamanho do fragmento estão relacionados com a amplitude do efeito de borda, pois quanto menor ou mais irregular o fragmento, maior é o efeito de borda sobre o mesmo (OLIFIERS & SERQUEIRA, 2006).

Isto pôde ser observado por Bettoni *et al.* (2007) em fragmentos isolados de matas ciliares na Mata Atlântica; por Mendes e da Silva (2008) em bioma de cerrado na Chapada dos Guimarães; por Lima-Ribeiro (2007) em fragmentos de cerrado no sudoeste goiano; por Laurance & Vasconcelos (2009) na Amazônia, entre outros.

Portanto, uma paisagem fragmentada pode manter diversas populações de forma sustentável em função de sua configuração espacial, mas a partir de certo grau de fragmentação, seus efeitos tornam-se muito intensos e a restauração é necessária para manter a diversidade biológica e o fluxo gênico entre as populações (METZGER, 2003).

## 2.2. ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO

O Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965) contém regras que determinam áreas a serem preservadas para que cumpram prioritariamente algumas funções ambientais como, por exemplo: a preservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos, a formação de corredores ecológicos entre fragmentos florestais que permitem o fluxo gênico entre as espécies, proteção do solo e do bem-estar da população humana.

A área de remanescentes de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais e de São Paulo, atualmente, é de 10,04% e 15,78%, respectivamente (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2011). Caso as citadas regras fossem cumpridas, só nestes estados 20% das áreas de Mata Atlântica já estariam preservadas, incluindo as áreas de Reserva Legal (RL), onde as propriedades agrícolas deveriam manter suas matas, neste caso, com possibilidade de exploração dos produtos florestais não madeireiros.

Já nas Áreas de Preservação Permanente (APP), que são as áreas próximas de cursos d'água e nascentes, topos de morros e áreas com declividade acima de 45 graus, onde o uso da terra é mais restrito, é permitida a exploração por meio de sistemas agroflorestais por um período de até três anos, com o intuito de se recuperar as áreas degradadas (SÃO PAULO, 2008).

A alta diversidade de espécies nos ecossistemas, sem dúvida, é mais uma das principais características das florestas tropicais, podendo-se encontrar até cerca de 400 espécies em um só hectare de mata (SOS MATA ATLÂNTICA, 1996), mas essa diversidade não é igualmente distribuída entre os diferentes tipos de espécies.

Existem grupos que ocorrem em mais alta densidade, tais como as pioneiras, comuns nas grandes clareiras; e algumas climácicas que ocorrem sob o dossel fechado da floresta; além das que são raras e que têm ocorrência normal no grupo das espécies secundárias (KAGEYAMA & GANDARA, 2001). Sendo a diversidade e a raridade da maioria das espécies, características marcantes e determinantes das florestas tropicais, elas não podem ficar fora das pesquisas em modelos de reflorestamento. Assim, as associações entre

suas características e a sucessão, a reprodução, a regeneração, a distribuição espacial dos indivíduos e a interação planta x animal devem ser envolvidas nos modelos propostos de reflorestamento.

A restauração de ecossistemas degradados deve seguir o princípio de que as espécies nativas do local são as que têm maior probabilidade de se desenvolverem plenamente, mantendo suas características de reprodução e de regeneração natural em equilíbrio com seus organismos predadores (KAGEYAMA & GANDARA, 2004).

A recuperação de ecossistemas degradados é uma atividade muito antiga, podendo encontrar exemplos de sua existência na história de diferentes povos, épocas e regiões. No entanto, até recentemente, ela se caracterizava como atividade sem vínculos estreitos com concepções teóricas, sendo executada como prática de plantio de mudas com objetivos muito específicos. Apenas recentemente a recuperação ambiental conseguiu um caráter como área de conhecimento, seguindo princípios de diversidade de espécies, interações e sucessões ecológicas (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001; KAGEYAMA & GANDARA, 2004) e dispõe de uma legislação específica para sua realização em áreas rurais ou urbanas com uso rural (SÃO PAULO, 2007).

Além das áreas restauradas, fragmentos podem ainda conectar áreas e ecossistemas isolados, atuando como pontos intermediários para a migração e colonização de plantas e animais. Assim, os fragmentos florestais são prioritários em planos de conservação ambiental por serem biologicamente pobres e descaracterizados ecologicamente, sendo incapazes e, muitas vezes impróprios para a manutenção de populações de grandes animais, mas apesar disso não deixam de ser importantes, pois são considerados refúgios para espécies endêmicas.

A severidade dos efeitos da fragmentação também depende da matriz em que os fragmentos estão inseridos, pois uma vegetação adjacente em estágio avançado de sucessão cria um efeito tampão que atenua os efeitos microclimáticos (TONHASCA JR., 2005) viabilizando o trânsito das espécies entre os remanescentes florestais e dessa forma, o fluxo gênico entre os indivíduos pode ser restabelecido.

Segundo Metzger (2003), algumas maneiras podem ser adotadas para se evitar o risco de extinções locais nos fragmentos, como melhorar a permeabilidade da matriz e restaurar a conectividade entre os fragmentos isolados, através da implantação e/ou melhoramento de corredores de biodiversidade ou dos chamados “trampolins ecológicos”, os *stepping stones* (pontos de ligação).

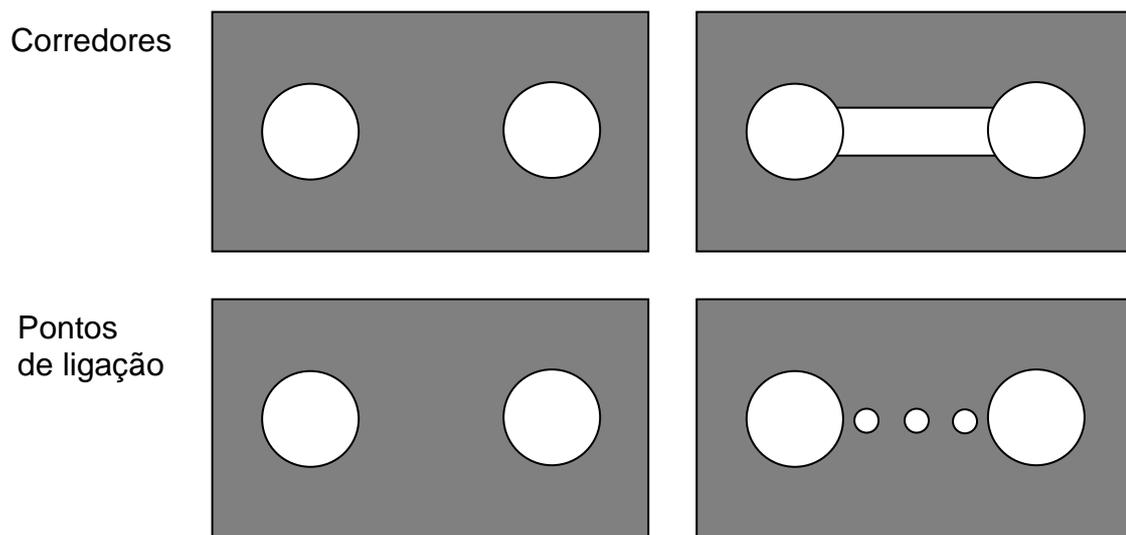


Figura 1. Duas estratégias de restauração baseadas em aumento da conectividade com a utilização de sistemas agroflorestais. (Adaptado de METZGER, 2003, p. 55).

Durante o planejamento dos projetos de recuperação, é imprescindível que se faça profundo estudo avaliativo das áreas a serem recuperadas, pois será somente a partir desse estudo, que as estratégias de implantação do projeto podem ser definidas e empregadas na recuperação. As informações obtidas com isso devem ser suficientes para determinar o tipo de recuperação que se pretende utilizar (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001).

Rodrigues & Gandolfi (1996; 1998; 2001) sugerem algumas atividades propostas para a implantação de projetos de recuperação em áreas ciliares, porém essas atividades podem ser aplicadas e estendidas a qualquer situação de recuperação de áreas degradadas.

Tabela 1. *Etapas\** das atividades propostas durante a implantação de projetos de recuperação de áreas degradadas.

<b>Atividades propostas</b>
Isolamento da área;
Retirada dos fatores de degradação;
Eliminação ou desbaste de espécies competidoras;
Adensamento e enriquecimento de espécies através de mudas e/ou sementes;
Implantação de consórcios de espécies;
Indução e propagação de propágulos autóctones;
Transferência e/ou transplante de propágulos alóctones;
Implantação de espécies pioneiras e <i>secundárias**</i> atrativas à fauna;
Enriquecimento com espécies de interesse econômico.

Fonte: Adaptado de RODRIGUES & GANDOLFI (2001), p. 241.

\*Etapas **grifo nosso**; \*\* secundárias, **grifo nosso**.

Abaixo, segue descrição breve dos efeitos das atividades propostas por Rodrigues & Gandolfi (2001), para a implantação de projetos de recuperação em áreas degradadas:

- O isolamento da área é a maneira mais simples para que ocorra a recuperação desde que a capacidade de resiliência tenha sido mantida, caso contrário, se faz necessária a complementação dessa estratégia através de outras séries de medidas;
- A não retirada dos identificáveis processos de degradação têm sido um dos responsáveis pelo não estabelecimento, total ou parcial, dos modelos de reflorestamento aplicados nessas áreas;

- O desbaste ou a eliminação das espécies competidoras favorece o estabelecimento e o crescimento das espécies plantadas, auxiliando no futuro sucesso da recuperação;
- O adensamento e o enriquecimento das espécies através da implantação de mudas e/ou sementes tem por finalidade aumentar a densidade populacional de algumas espécies, preferencialmente a escolha de espécies deve ser baseada no levantamento das espécies locais ou regionais, pois estas têm maiores chances de sobrevivência e crescimento, devido às suas adaptações ao local a ser recuperado;
- A implantação de consórcios nos modelos de recuperação têm se baseado no uso de mudas e sementes visando à aceleração do estabelecimento das espécies; geralmente essa prática é mais utilizada em locais onde a vegetação foi em grande parte ou totalmente removida da área; os modelos podem ser implantados através de blocos de espécies ou do plantio em linhas, obedecendo às normas da legislação vigente (SÃO PAULO, 2007);
- Em algumas situações como, por exemplo, em clareiras degradadas circundadas pela matriz florestal, a implantação e/ou condução de propágulos autóctones apresenta bons resultados na recuperação; em alguns casos, a condução é suficiente para o sucesso da atividade quando há o banco de sementes no local a ser recuperado, porém, medidas de amenização de fatores adversos, como excesso de ressecamento, luz (para algumas espécies), falta de nutrientes, etc., devem ser tomadas para que desenvolvimento dos propágulos possa acontecer de maneira satisfatória;

- A transferência de propágulos alóctones se restringe a situações muito específicas, por exemplo, em áreas de mineração ou abertura de estradas, onde a camada superficial do solo das florestas é retirada e espalhada na área que se pretende recuperar; essa medida se mostra muito eficiente, pois há a possibilidade efetiva do aumento da diversidade florística e genética das espécies locais, mas há ressalvas quanto à escolha do local para a retirada da camada de solo, pois essa prática pode ocasionar impactos negativos ao ecossistema remanescente, fornecedor desse material;
- O uso de espécies pioneiras e/ou secundárias iniciais atrativas à fauna facilita o processo de sucessão ecológica, pois quando os animais as visitam, podem trazer consigo uma diversidade muito grande de propágulos e sementes, que podem se estabelecer e se implantarem na área, fazendo com que a biodiversidade aumente consideravelmente;
- O enriquecimento das áreas com espécies de interesse econômico é um grande atrativo aos pequenos produtores que necessitam recuperar áreas degradadas em suas propriedades, pois há uma real possibilidade de fontes alternativas de renda na escolha dessa prática.

Considerando que as práticas de recuperação de fragmentos e de áreas degradadas têm como objetivo facilitar o processo de regeneração através da sucessão natural, restabelecendo a composição e a estrutura da floresta, nesse contexto, os sistemas agroflorestais (SAF's) apresentam grande potencial de utilização, possibilitam a utilização de grande número de espécies combinadas, entre agrícolas e arbóreas na mesma unidade de manejo da terra, de forma complementar e sinérgica (AMADOR & VIANA, 1998).

### 2.3. SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Na tentativa de minimizar os efeitos da degradação e possibilitar melhora na qualidade de vida das pessoas são elaborados e colocados em prática planos de recuperação de ecossistemas degradados, e inserida nesse contexto surge a nova proposta de recuperação, com o uso de sistemas agroflorestais (SÃO PAULO, 2008).

Os SAF's utilizados em áreas de APP estão regulamentados no estado de São Paulo (Resolução SMA nº 44 de 30/06/2008), e cumprem papel inovador no processo de recuperação, pois conciliam recuperação, conservação e produção, uma vez que esse tipo de sistema é similar ao ecossistema regional, pois utilizam alta biodiversidade e sempre buscam acelerar o processo sucessional de recuperação (AMADOR, 2003).

Neste modelo procura-se imitar o que acontece em uma floresta equilibrada, que apresenta como uma de suas principais características a raridade associada à alta diversidade de espécies, e por serem determinantes nesses ecossistemas é imprescindível levá-las em consideração nos projetos de reflorestamento.

Sistemas multiespecíficos tradicionais têm sido propostos como modelos por diversos autores para o desenho ou redesenho de sistemas de cultivo sustentáveis (GLIESSMAN, 2001; ALTIERI, 2002).

Neste contexto de degradação, a utilização de sistemas agroflorestais tem sido uma alternativa à recuperação destas áreas, uma vez que se pode conciliar recuperação ambiental com produção, visto que esse tipo de modelo requer diversidade de espécies atuando de maneira sucessional – temporal/espacial – na formação das áreas a serem recuperadas/conservadas, conduzindo as propriedades que fazem uso desse sistema a uma adequação ambiental e legal, quando implantadas nas áreas prioritárias como as de preservação permanente e de reserva legal.

Segundo Macedo (2000), os SAF's têm sido classificados de diversas maneiras, baseado na sua estrutura no espaço, seu desenho ao longo do tempo, importância relativa e função dos diferentes componentes, assim como

os objetivos da produção e suas características sociais, ambientais e econômicas. A classificação dos SAF's mais difundida é aquela que considera os aspectos funcionais e estruturais como base para agrupar esses sistemas em categorias:

- I - Sistemas silviagrícolas;
- II - Sistemas silvipastoris;
- III - Sistemas agrossilvipastoris.

Por se tratar da utilização de sistemas agroflorestais com função de recuperação de APP's, os sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris não são permitidos neste contexto, segundo a atual legislação (SÃO PAULO, 2008).

Melhoria na fertilidade do solo com a disponibilidade de biomassa devido ao acúmulo de serrapilheira, formação de microclimas para outras culturas e animais, controle biológico de plantas espontâneas, pragas e doenças e melhor aproveitamento dos recursos de capital com menor uso de insumos, são algumas das vantagens quando se integra árvores em sistemas agrícolas (ROCHA, 2006).

Por apresentarem espécies com os mais diversos fins, como: frutíferas, melíferas, hortaliças, culturas anuais, forrageiras, etc., dentro de uma mesma área, os SAF's permitem ao agricultor a obtenção de renda ao longo do ano.

A implantação desse tipo de reflorestamento é planejada com o intuito de se colher os diversos produtos de maneira escalonada, uma vez que as culturas de ciclo curto podem ser colhidas, enquanto se espera a maturação das espécies de ciclos mais longos. Assim, é possível obter rendimentos em diferentes épocas do ano com os produtos oriundos da agrofloresta (ARMANDO *et al.*, 2002).

Este tipo de sistema, segundo Peneireiro (2003), também pode ser chamado de floresta de alimento ou de produção, pois busca produzir alimentos e outras matérias-primas a partir de um tipo de formação que se assemelha a uma floresta biodiversa em estrutura e função, além de

apresentar melhorias na qualidade dos solos o que possibilita a ação de sinergias entre seus elementos.

Isto pode ser demonstrado em trabalhos realizados por Carvalho *et al.* (2004), onde foram comparadas as qualidades físicas entre os solos de um sistema agroflorestal e monocultura, no qual o solo sob sistema agroflorestal apresentou qualidade superior quando comparado ao mesmo solo cultivado em sistema convencional, apresentando menor densidade, maior porosidade, menor resistência à penetração e maior agregação. O mesmo foi observado por Menezes *et al.* (2008), onde a comparação do solo de sistemas agroflorestais com o solo de florestas remanescentes não apresentou diferenças significativas.

Desta forma, os SAF's se constituem um modelo viável de uso da terra que permite aumentar a produção, por meio da integração de florestas com culturas agrícolas, desde que aplicadas práticas de manejo compatíveis com os padrões culturais da população local (MACEDO, 2000). Portanto, a utilização de sistemas agroflorestais surge como alternativa de geração de renda para o agricultor familiar com diversos fatores favoráveis a sua implantação além de apresentarem grande potencial de recuperação de áreas degradadas em APP's (RODIGHERI, 1997).

#### **2.4. A BACIA DO PCJ – PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – E O SISTEMA CANTAREIRA**

Nesse contexto de recuperação de áreas degradadas, as áreas estudadas estão inseridas na Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – Bacia do PCJ – sendo importantes na produção e no fornecimento de água para a região onde se encontram e para o abastecimento do Sistema Cantareira, fornecedor de água para cerca de metade da população da região metropolitana de São Paulo.

As bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) abrangem uma área de 15.303,67 km<sup>2</sup>, tendo 92,6% de sua extensão localizada no Estado de São Paulo, e 7,4% no Estado de Minas Gerais, apresentando extensão aproximada de 300 km no sentido leste-oeste e 100 km no sentido norte-sul.

No Estado de São Paulo, a bacia conjunta dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, todas afluentes do rio Tietê, estende-se por 14.177,77 km<sup>2</sup>, sendo 11.442,82 km<sup>2</sup> correspondentes à bacia do rio Piracicaba, 1.620,92 km<sup>2</sup> à bacia do rio Capivari e 1.114,03 km<sup>2</sup> à bacia do rio Jundiaí; no Estado de Minas Gerais, a bacia do rio Piracicaba estende-se por 1.165,88 Km<sup>2</sup>, onde se localizam as cabeceiras dos rios Jaguari, Camanducaia e Atibaia (CBH-PCJ, 2011).

As bacias do PCJ e do Alto Tietê são responsáveis pelo abastecimento de água do Sistema Cantareira (Figura 3), localizado ao norte da grande São Paulo e com uma área de aproximadamente 227.950 hectares, sendo que 55,2% se encontram no Estado de São Paulo, e 44,8% no Estado de Minas Gerais; o sistema produz 33 mil litros de água por segundo e fornece água para cerca de metade da população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), isso equivale a quase 9 milhões de pessoas (WHATELY & CUNHA, 2007).

Embora duas áreas de estudo localizadas na cidade de Pinhalzinho – SP (SAF e pastagem) não se encontrem dentro do Sistema Cantareira, como as demais áreas localizadas na cidade de Extrema – MG (RAD1 e RAD2) com 99,8% do seu território dentro do Sistema Cantareira, e de Bragança Paulista – SP, - (AT: fragmento) com 3,5% (WHATELY & CUNHA, 2007), elas estão

inseridas na Bacia do PCJ (Figura 2), importante no abastecimento e fornecimento de água para tal sistema.

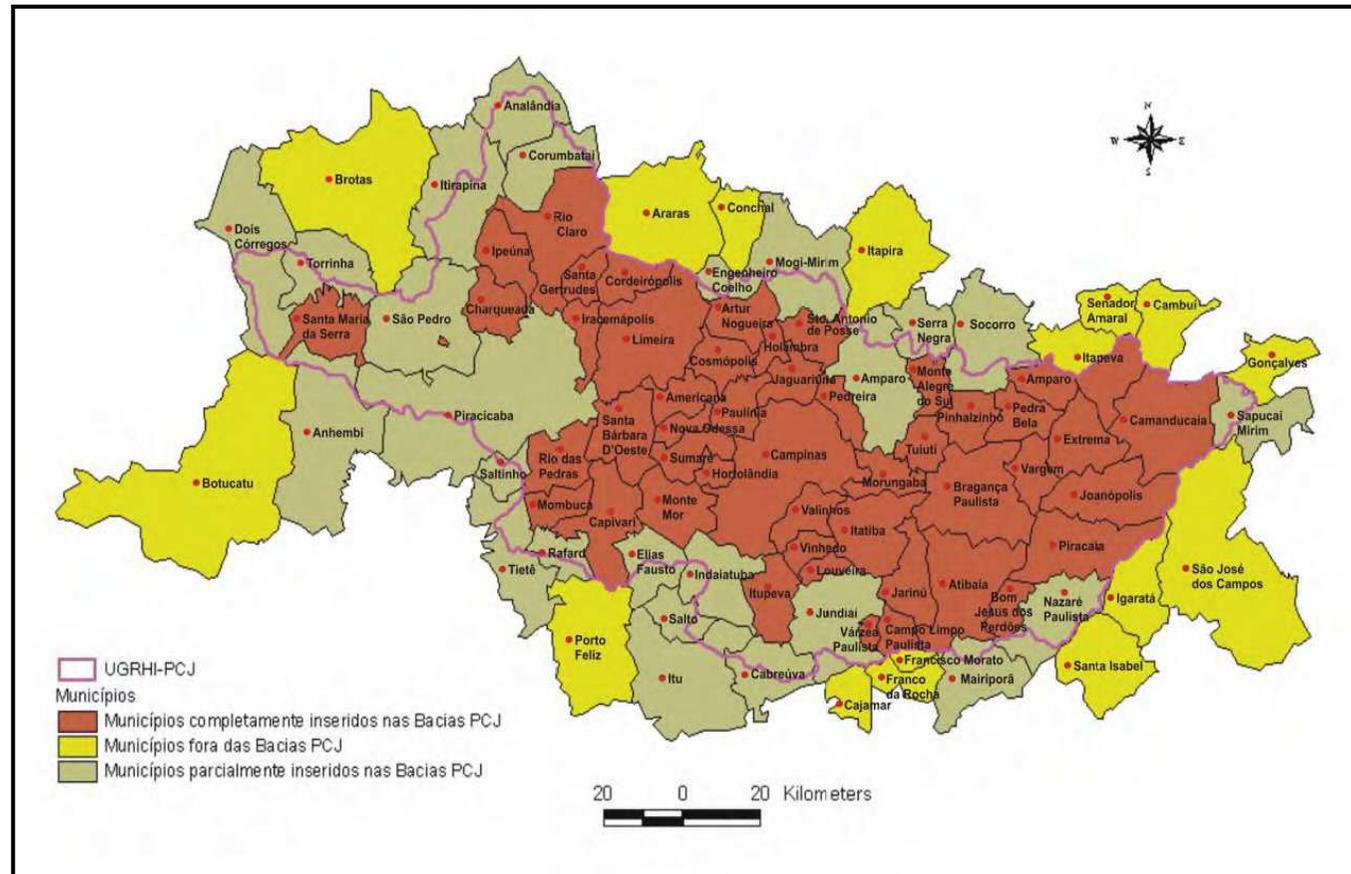


Figura 2. Municípios da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, em São Paulo UGRHI-PCJ.  
 Fonte: IRRIGART, 2005.

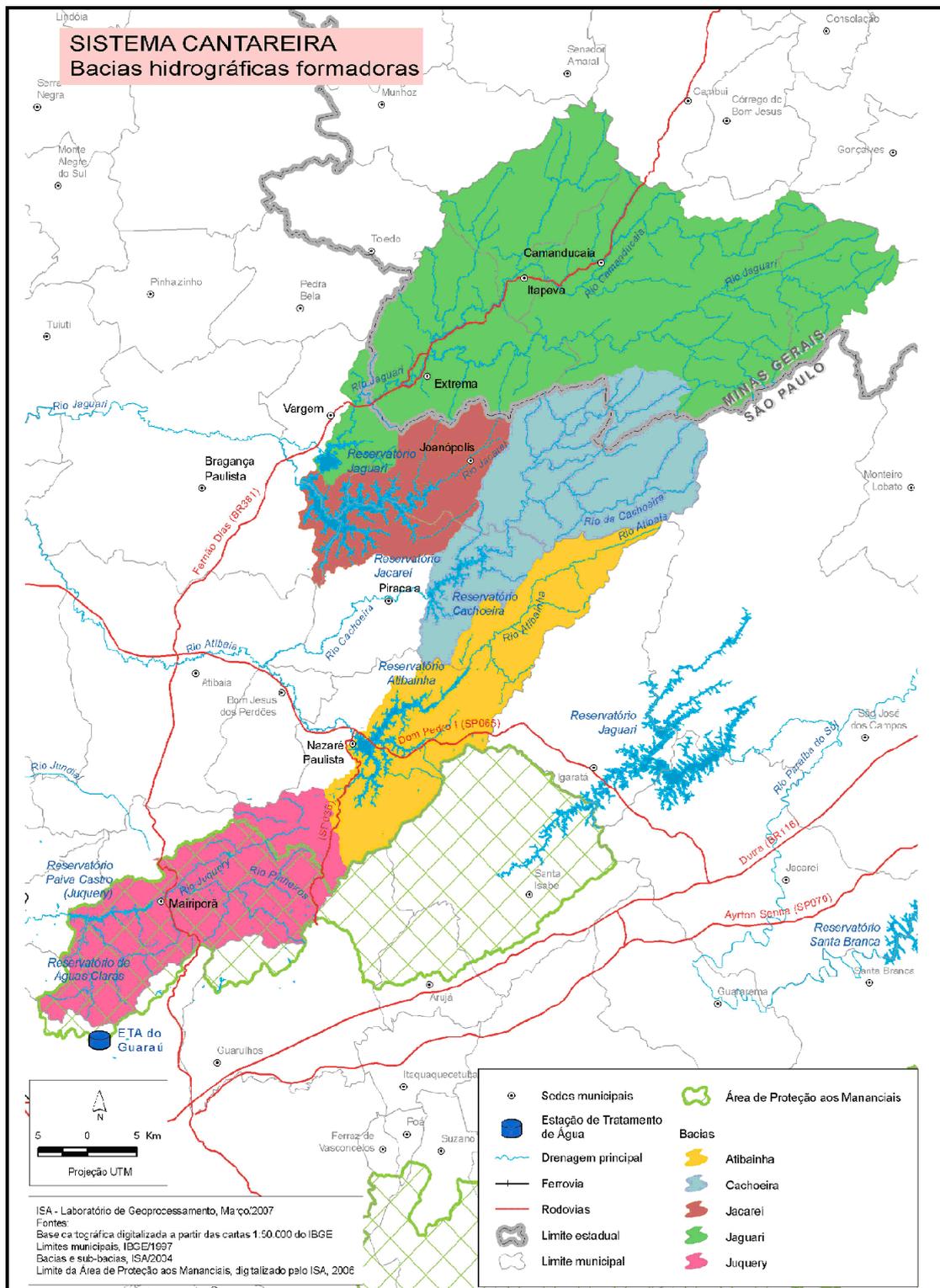


Figura 3. Bacias hidrográficas formadoras do Sistema Cantareira.  
Fonte: WHATELY & CUNHA (2007).

## 2.5. ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL – APA's

Além da importância na produção e abastecimento de água, o sul de Minas Gerais e a Região Bragantina apresentam 3 (três) diferentes Áreas de Proteção Ambiental (APA):

- Bragança Paulista está nas APA Piracicaba/Juqueri - Mirim – Área II e APA Sistema Cantareira;
- Extrema está na APA Fernão Dias, e;
- Pinhalzinho está na APA Piracicaba/Juqueri - Mirim – Área II.

As Áreas de Proteção Ambiental, cuja implementação se iniciou por volta da década de 1980 baseada na Lei Federal nº 6.902/81 (BRASIL, 1981), que concede em seu artigo 8 o poder às esferas Federal, Estadual ou Municipal em determinar áreas para a proteção ambiental em seus territórios, com o propósito de assegurar o bem-estar da populações humanas, a proteção, a recuperação e a conservação dos recursos naturais, desde que haja relevante interesse público, são consideradas espaços de planejamento e gestão ambiental de áreas extensas com ecossistemas importantes na região, pois abrangem um ou mais atributos ambientais e precisam de um ordenamento territorial orientado para o uso sustentável dos recursos, esse ordenamento é elaborado por meio de processos participativos da sociedade, com vistas para a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais envolvidas direta ou indiretamente (WHATELY & CUNHA, 2007).

Segundo a Resolução CONAMA nº 10 de 14 de dezembro de 1988, “as APA's terão sempre um zoneamento ecológico-econômico, o qual estabelecerá normas de uso, de acordo com suas condições”, então todas as APA's devem possuir em seu perímetro, uma Zona de Vida Silvestre (ZVS), que são áreas com remanescentes da flora original e áreas de preservação permanente definidas pelo Código Florestal.

Com a criação da Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a APA fica

classificada como uma área de uso direto dos recursos naturais, assim como as Florestas Nacionais, as Reservas Extrativistas e as Reservas de Fauna, que conforme normas específicas de proteção são permitidas a ocupação e a exploração de seus recursos (BRASIL, 2000).

Nas APA's busca-se integrar a prática do desenvolvimento sustentável através da harmonização da conservação e recuperação ambiental com as necessidades das populações humanas locais, pois em seus territórios (urbano ou rural) são permitidas atividades socioeconômicas e culturais sem a necessidade de desapropriação das terras privadas.

### **2.5.1. APA Piracicaba/Juqueri – Mirim Área II**

A APA Piracicaba/Juqueri-Mirim – Área II (Figura 4), possui área de cerca de 280.330 ha, abrangendo 18 municípios – *Campinas, Nazaré Paulista, Piracaia, Amparo, Bragança Paulista, Holambra, Jaguariúna, Joanópolis, Monte Alegre do Sul, Morungaba, Pedra Bela, Pedreira, Pinhalzinho, Serra Negra, Socorro, Santo Antônio de Posse, Tuiuti e Vargem* – e está localizada na Depressão Periférica e no Planalto Atlântico da Serra da Mantiqueira (CBH-PCJ, 2007).

Sua extensão abrange a sub-bacia do rio Jaguari e Camanducaia, rios formadores dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, além de incluir as cabeceiras do rio Juqueri-Mirim, formador do Reservatório Paiva Castro, todos responsáveis pelo abastecimento do Sistema Cantareira (CBH-PCJ, 2011).

O principal objetivo desta APA é a proteção dos recursos hídricos ameaçados pela ocupação desordenada ao redor dos reservatórios – chácaras de veraneio e atividades agropecuárias sem planejamento – o que tem reduzido muito as áreas de matas ciliares, provocando erosões e poluição dos corpos d'água. A região é caracterizada pela existência de um pólo industrial em sua região oeste – Bragança Paulista, Atibaia e Jaguariúna – contrastando com o restante de sua ocupação que é baseada em atividades agrícolas, geralmente, em pequenas propriedades (CBH-PCJ, 2011).

### 2.5.2. APA Sistema Cantareira

A APA Sistema Cantareira (Figura 4) tem sua área sobreposta às áreas de outras duas APA's: Piracicaba/Juqueri – Mirim Área II e Represa Bairro da Usina, em Atibaia. A área desta APA corresponde a 249.000 ha abrangendo 7 municípios – *Mairiporã, Atibaia, Nazaré Paulista, Piracaia, Joanópolis, Vargem e Bragança Paulista* – cujo objetivo é a proteção aos recursos hídricos da região, principalmente das bacias que formam o Sistema Cantareira (WHATELY & CUNHA, 2007).



Figura 4. Localização das APA's Piracicaba/Juqueri-Mirim Área II e APA Sistema Cantareira.

Fonte: Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/apa.htm>>. Acessado em: 10 de dezembro de 2011.

### 2.5.3. APA Fernão Dias

A APA Fernão Dias foi criada em 1997, pelo Decreto nº 38.925 em 17 de julho do mesmo ano, mas somente foi regulamentada em outubro de 2009. Sua origem se deu através do licenciamento ambiental para a duplicação da BR –

381 (Rodovia Fernão Dias) como medida compensatória dos efeitos do impacto das referentes obras (JARDIM, 2010).

A localização da APA Fernão Dias abrange 8 municípios - *Camanducaia, Extrema, Gonçalves, Itapeva, Sapucaí-Mirim, Toledo, Brasópolis e Paraisópolis* – com uma área de 180.373 ha caracterizada por montanhas que compõem o relevo típico da Serra da Mantiqueira com vegetação de floresta ombrófila densa e ombrófila mista, onde se destaca a presença do pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) (CBH-PCJ, 2007).

Entre os principais objetivos dessa APA estão: a produção de água e a conservação dos recursos hídricos da bacia do rio Jaguari e das cabeceiras do rio Sapucaí-Mirim, além da preservação de importantes áreas de remanescentes florestais de Mata Atlântica (CBH-PCJ, 2007).

## 2.6. O PROJETO CONSERVADOR DAS ÁGUAS

Com base nas diretrizes gerais da ação da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/97), que visa entre outras prioridades, a gestão sistemática dos recursos hídricos, a adequação e a articulação dessa gestão às diversidades e peculiaridades regionais de cada local, juntamente com a gestão ambiental dos recursos aos mais diferentes usos dos solos, a Agência Nacional das Águas (ANA) criou o projeto “Produtor de Água”, cujo objetivo é o desenvolvimento de projetos de conservação que visam a melhoria da qualidade e da vazão dos mananciais, pela adequação ambiental sustentável das propriedades inseridas nas bacias hidrográficas (JARDIM, 2010). Com o desdobramento do Projeto Produtor de Água, surge no município de Extrema em Minas Gerais, o projeto Conservador das Águas.

Extrema é considerada a primeira cidade brasileira a integrar e implantar em seu orçamento o pagamento por serviços ambientais relacionados à produção de água e proteção e conservação das florestas (JARDIM, 2010). Iniciado em 2005, através da lei municipal 2100/05, que regulamenta o pagamento por serviços ambientais (PSA) relacionados à água, o Projeto Conservador das Águas começa suas atividades com quatro principais objetivos:

- Aumento da cobertura vegetal nas sub-bacias hidrográficas da região e implantação de corredores de biodiversidade;
- Redução da poluição difusa no meio rural;
- Difusão do conceito de manejo integrado da vegetação, solo e água na bacia do Rio Jaguari; e
- Garantia, por meio de incentivos financeiros aos proprietários que aderiram ao programa, da sustentabilidade dos manejos e das práticas implantadas (PEREIRA *et al.*, 2010.).

Para atingir tais objetivos, a Prefeitura de Extrema, juntamente com seus parceiros neste projeto – *The Nature Conservancy* (TNC), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF) e o Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), oferece apoio financeiro e assistência técnica aos proprietários rurais que aderem ao projeto, para que os mesmos possam recuperar, conservar ou preservar suas respectivas áreas de proteção permanente e áreas de reserva legal (JARDIM, 2010).

### **2.6.1. A SUB-BACIA DAS POSSES**

A escolha da sub-bacia do Ribeirão das Posses, em Extrema - MG, foi realizada em relação ao critério de cobertura vegetal, sendo esta, a sub-bacia mais impactada do município, justificando a escolha para o início das atividades (PEREIRA *et al.*, 2010).

A potencialidade de produção é outra característica da sub-bacia, sendo que as principais atividades desenvolvidas são: a produção de batata, gado de leite e corte e a silvicultura para a produção de carvão (eucalipto e pinus), além de pequenas áreas para a produção de milho e cana-de-açúcar (JARDIM, 2010).

Como uma das metas do projeto é a implantação e manutenção da cobertura vegetal em APP's, uma série de estudos realizados por uma equipe da Universidade Federal de Lavras (UFLA) foi desenvolvida na região. Neles foram levantados os dados referentes, ao uso e ocupação do solo, estado atual de degradação, classes e tipos de solo, capacidade de uso, potencial para uso agrícola e conservação, além da capacidade de recarga de água em função do uso (DA SILVA *et al.*, 2008; JARDIM, 2010).

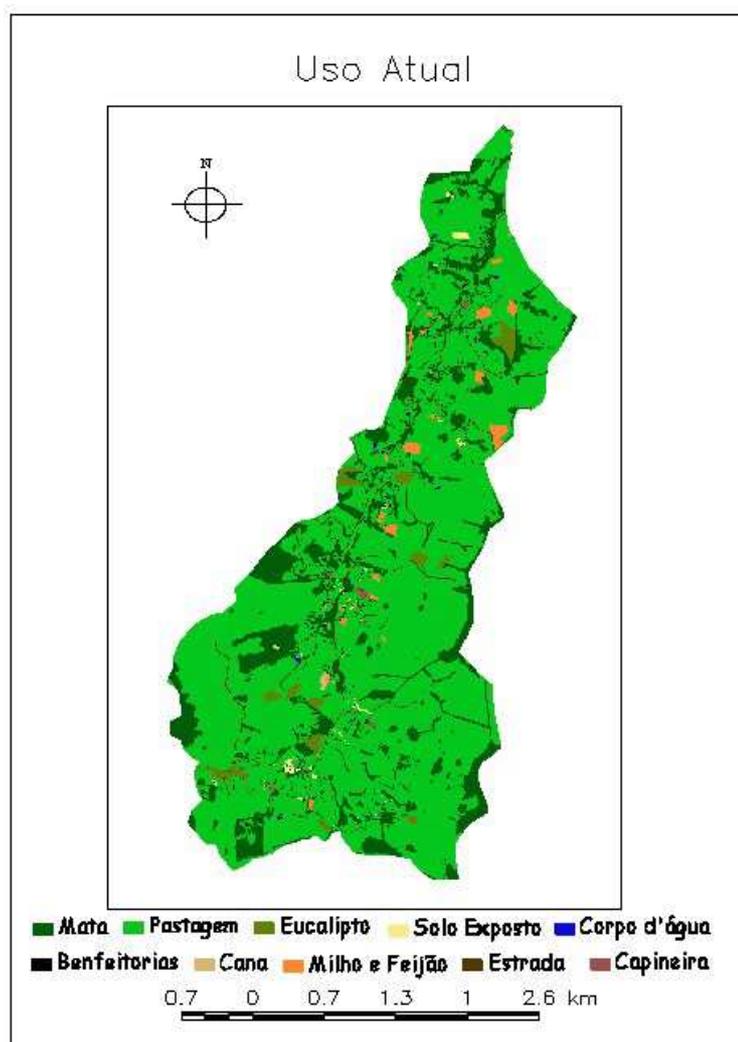


Figura 5. Mapa do uso atual do solo na sub-bacia das Posses, Extrema - MG.  
 Fonte: DA SILVA, 2008.

De acordo com os dados desses estudos, constatou-se que a maioria da área está ocupada por pastagens, cerca de 76%, e que estas encontram-se, segundo Da Silva (2008), degradadas devido ao número de animais que estão acima da capacidade de suporte do meio.

Em outro estudo realizado por Oliveira *et al.* (2008), foram detectadas áreas que apresentavam as mais diferentes formas de erosão: laminar severa e muito severa, sulcos rasos e profundos, e erosão em túnel.

Após esses diagnósticos foram iniciadas as práticas de conservação e recuperação dessas áreas.

## 2.7. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E MONITORAMENTO AMBIENTAL

Na intenção e necessidade de se acompanhar e avaliar o andamento de projetos de reflorestamento, em especial em áreas degradadas, e diagnosticar o sucesso ou não desses projetos para que se possa interferir de maneira positiva no processo de recuperação, são utilizados indicadores de sustentabilidade.

Indicadores são instrumentos que permitem medir modificações nas mais diversas características de um sistema (DEPONTI *et al.*, 2002), são fenômenos observáveis que se repetem dentro de um padrão, auxiliando o entendimento de algumas mudanças qualitativas e quantitativas, sendo estas naturais ou antrópicas (VIVAN & FLORIANI, 2010).

Segundo Paulista *et al.* (2008), indicadores são fatos ou manifestações de fenômenos expressos em números e que orientam a explicação desses fenômenos; são “*sinais vitais*” que revelam a situação do meio e orientam as tomadas de decisão para possíveis intervenções que garantam a sustentabilidade do sistema.

Daniel (2000) propõe um número mínimo de indicadores para sistemas agroflorestais, divididos em duas categorias: sustentabilidade biofísica (57) e sustentabilidade socioeconômica (48), totalizando 105 indicadores, porém esse número se mostra elevado e de difícil aplicabilidade para a população em geral.

Um dos atributos dos indicadores é sua capacidade de sinalizar alterações no ambiente e alertar para possíveis degradações. Suas características principais são a facilidade de aplicação dentro dos mais diferentes sistemas ecológicos, sociais e econômicos, medição e mensurabilidade e, principalmente, feitos para que a população local possa participar de suas medições, sendo de fácil obtenção e baixo custo, permitindo assim o cruzamento com outras fontes de indicadores (FERRAZ, 2003).

Segundo a *Society of Ecological Restoration* (SER, 2004), são determinados nove atributos que uma área em processo de restauração/recuperação deve apresentar:

1. Conjunto característico de espécies que ocorrem no ecossistema de referência, e que forneçam uma estrutura adequada da comunidade;
2. Presença de espécies invasoras;
3. Presença de grupos funcionais que possibilitem a estabilidade dos projetos de reflorestamento;
4. Capacidade de suporte da área em manter, em longo prazo, as populações reprodutivas das espécies utilizadas;
5. Funcionamento normal do ecossistema implantado;
6. Integração da área recuperada/restaurada com a paisagem local;
7. Eliminação dos fatores de degradação;
8. Resiliência da área restaurada perante fatores naturais de estresse;
9. Auto-sustentabilidade muito semelhante ao ecossistema de referência.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. SELEÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Os estudos foram conduzidos nos municípios de Bragança Paulista e Pinhalzinho, ambos localizados no estado de São Paulo e no município de Extrema no Estado de Minas Gerais. O clima dos municípios estudados é classificado como sendo tropical de altitude, Cwa, segundo Köppen, caracterizado por chuvas no verão e seca no inverno (CEPAGRI, 2011).

A cidade de Bragança Paulista apresenta altitude de 840 m e temperaturas médias variando entre 28° C no mês mais quente e 9,1° C no mês mais frio, com pluviosidade de 1509,4 mm anuais (CEPAGRI, 2011); o município possui extensão territorial de 512,622 km<sup>2</sup> (IBGE, 2011) e conta com 2382 ha de remanescentes florestais (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2011).

A cidade de Pinhalzinho tem altitude de 900 m e temperaturas médias variando entre 27,6° C no mês mais quente e 8,9° C no mês mais frio, com pluviosidade acima de 1563,9 mm anuais (CEPAGRI, 2011); o município possui 154,531 Km<sup>2</sup> de extensão territorial (IBGE, 2011) e 606 ha de remanescentes florestais (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2011).

A cidade de Extrema tem 244,575 Km<sup>2</sup> de área territorial (IBGE, 2011), sendo que o município tem 2308 ha de remanescentes florestais (SOS MATA ATLÂNTICA & INPE, 2011); está localizado a 935 m de altitude com temperaturas médias variando de 28° C no mais quente e 0° C no mês mais frio (IBGE, 2011).

Nestes locais foram selecionadas diferentes áreas de estudo, porém a seleção foi feita obedecendo-se certa semelhança entre as áreas como, por exemplo, o tamanho, a localização em áreas de preservação permanente e a matriz circundante constituída por pastagem (gramíneas). Para a análise do potencial dos SAF's foram comparados cinco locais a saber: (a) um fragmento florestal considerado como área testemunha, (b) um sistema agroflorestal, (c) duas áreas em processo de restauração e (d) uma área de pastagem, com as seguintes características:

- Fragmento florestal (área testemunha) com área aproximada de 2,14 ha, isolado e cercado por pastagem, localizado em Bragança Paulista (22° 57' 07" S e 46° 32' 31" W).



| Figura 6. Localização do município de Bragança Paulista, São Paulo.



Figura 7. Imagem de satélite do fragmento florestal (Área Testemunha), Bragança Paulista, SP.  
Fonte: Google Earth Pro.

- Sistema agroflorestal com cerca de 3 ha de área e idade aproximada de 16 anos e uma área de pastagem, vizinha ao SAF, ambas localizadas no município de Pinhalzinho (22° 46' 44" S e 46° 35' 27" W), no km 2,2 da rodovia que liga a cidade à sua vizinha Monte Alegre do Sul.

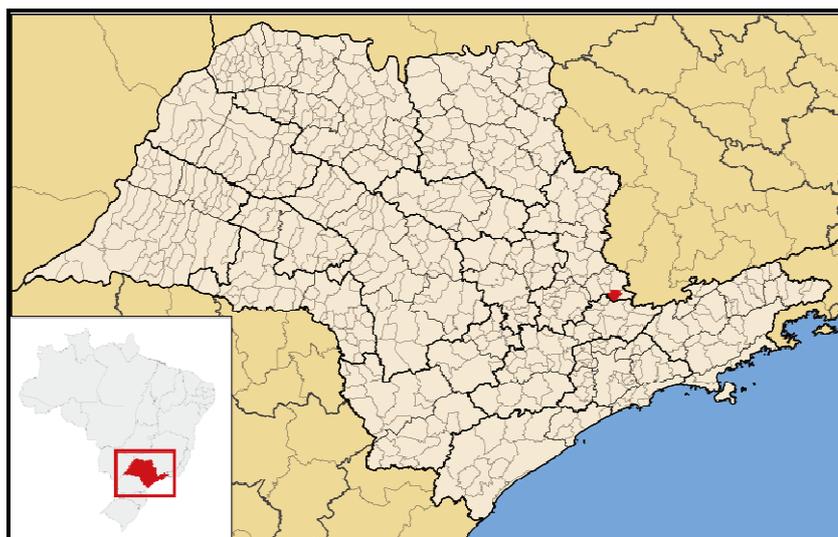


Figura 8. Localização do município de Pinhalzinho, São Paulo.



Figura 9. Imagem de satélite do sistema agroflorestal (SAF), Sítio Três Pinheiros, Pinhalzinho, SP.  
Fonte: Google Earth Pro.

- Área de pastagem, vizinha ao SAF, ocupada com braquiária e em bom estado de conservação, não apresentando sinais de superpastoreio nem presença de cupins, possui aproximadamente 2,0 ha de área;



Figura 10. Imagem de satélite da área de pastagem, Pinhalzinho, SP.  
Fonte: Google Earth Pro.

- Duas áreas degradadas em processo de recuperação (RAD1 e RAD2) que estão inseridas no projeto Conservador das Águas do município de Extrema (22° 51' 18" S, 46° 19' 4" W) em Minas Gerais. A RAD 1 tem área de 4,77 ha e 4 anos de idade, a RAD 2 tem 3,45 ha e 3 anos de idade, ambas localizadas na sub-bacia das Posses (PEREIRA *et al.*, 2010).

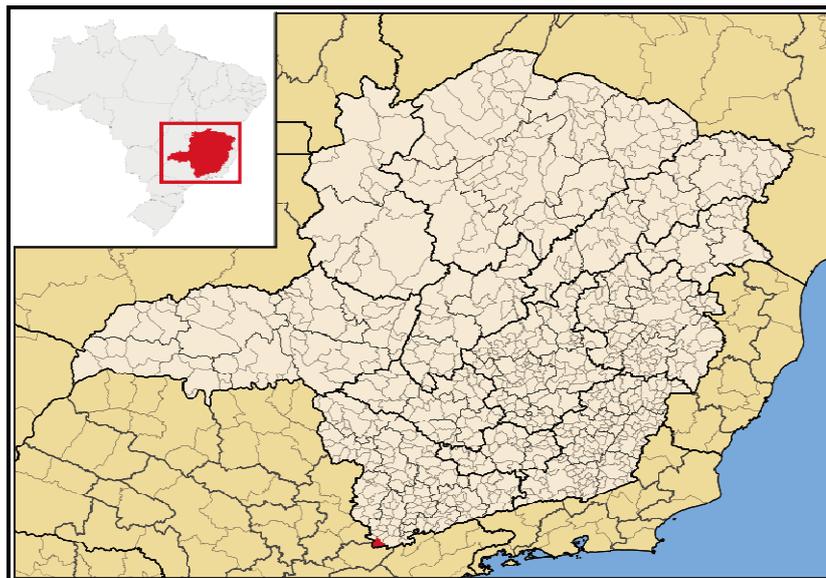


Figura 11. Localização do município de Extrema, Minas Gerais.



Figura 12. Imagem de satélite da área 1 em processo de recuperação (RAD1), Extrema, MG.

Fonte: Google Earth Pro.



Figura 13. Imagem de satélite da área 2 em processo de recuperação (RAD2), Extrema, MG.

Fonte: Google Earth Pro.

### 3.2. METODOLOGIA

A pesquisa nas áreas selecionadas foi conduzida seguindo um protocolo de uso de indicadores de sustentabilidade de acordo com os princípios aplicados à metodologia da ferramenta MESMIS<sup>2</sup> - Marco para Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade - (MASERA *et al.*, 1999), onde se pode levar em consideração uma escala espacial utilizando parcelas e subparcelas e tendo-se a liberdade de escolhas de indicadores específicos para cada situação (NOGUEIRA & SILVA, 2010).

Embora para a seleção dos indicadores, sejam aplicados pelo menos dois de estrutura, dois de função e dois de composição (FONSECA, 2011), foram enfatizados os indicadores ligados à presença de perturbações antrópicas e que expressem as alterações de composição e de função ecológica nas áreas estudadas. Neste contexto foi utilizado um conjunto de indicadores ecológicos e de práticas culturais, sendo que a maioria foi aplicado através de metodologia simples, para que os agricultores possam reproduzi-los com facilidade se assim o desejarem, além de se manter o intuito de avaliação do potencial de recuperação de áreas degradadas utilizando sistemas agroflorestais.

Os indicadores empregados (Tabela 2) foram classificados e agrupados em:

1. Perturbações Antrópicas:
  1. Fogo;
  2. Pastejo de animais;
  3. Presença de lixo;
  4. Artefatos religiosos;
  5. Estradas, trilhas e caminhos;
  6. Vestígios de perturbação humana;
  7. Práticas culturais (capina, poda, coroamento, adubação);

---

<sup>2</sup> Optou-se por não utilizar indicadores voltados para a avaliação econômica e social das áreas.

## 2. Composição:

1. Índice de diversidade de Shannon (H');
2. Presença de epífitas;
3. Índice de equitabilidade de Pielou – (J');
4. Presença de gramíneas, cipós e lianas;

## 3. Função ecológica:

1. Cobertura e proteção do solo;
2. Aporte de biomassa (serrapilheira) e sucessão.

Em cada área de estudo (n= 5) foi estabelecida uma parcela de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) para aplicação do protocolo de indicadores. A localização de cada parcela dentro das áreas estudadas foi cuidadosamente escolhida em locais próximos ao centro de cada local, evitando-se localizações mais próximas às bordas. Posteriormente os indicadores utilizados (perturbações antrópicas, composição e função ecológica) foram agregados para melhor visualização sobre a estabilidade dos locais.

1. Diversidade de espécies = Índice de diversidade de Shannon (H');
2. Equitabilidade = Índice de Pielou (J');
3. Presença humana negativa = perturbações antrópicas de 1 a 6<sup>3</sup>;
4. Práticas sustentáveis = práticas culturais (capina mecânica, poda, coroamento);
5. Superfície coberta por espécies = presença de gramíneas, herbáceas e competição;
6. Cobertura do solo = cobertura e proteção do solo, cobertura morta, e competição;
7. Serrapilheira = aporte de biomassa.

A metodologia foi aplicada de acordo com Fonseca (2011), atribuindo-se valores de referência aos indicadores para manter a mesma unidade de

---

<sup>3</sup> Inclui-se aqui a prática de capina química.

avaliação para as diferentes áreas (RICARTE *et al.*, 2006), sendo estes: 1 = grau crítico, 2 = grau aceitável, e 3 = grau desejável de sustentabilidade.

Os dados foram coletados por meio de registros das atividades de campo, fotos das áreas estudadas e posterior tabulação dos dados em planilha Excel e comparados com o uso de gráfico de radar (LÓPEZ-RIDADURA *et al.*, 2003).

Tabela 2. Conjunto de indicadores propostos para a avaliação das áreas em recuperação (RAD1) e (RAD2), fragmento florestal (AT), pastagem e agrofloresta (SAF).

<b><i>Perturbações Antrópicas</i></b>	<b><i>Composição</i></b>	<b><i>Função ecológica</i></b>
Fogo	Índice de diversidade de Shannon (H')	Cobertura e proteção do solo
Pastejo ou animais domésticos	Índice de equitabilidade de Pielou (J')	Aporte de biomassa (serrapilheira)
Presença de lixo	Presença de epífitas	Competição
Artefatos religiosos	Presença de cipós e lianas	
Estradas, trilhas e caminhos		
Vestígios de perturbação humana		
Práticas culturais		

### **3.2.1. Indicadores de perturbações antrópicas**

As perturbações antrópicas constituem um grande empecilho para o sucesso nos planos de recuperação e/ou conservação de áreas degradadas e sua eliminação se faz necessária em qualquer modelo de reflorestamento (SER, 2004), inclusive nos SAF's. Por essa razão um grupo de indicadores desta natureza foi adotado.

Nas áreas estudadas foram avaliadas, em cada parcela, a presença ou indícios da ocorrência de: fogo, pastejo ou presença de animais domésticos,

presença de lixo, artefatos religiosos, estradas, trilhas e caminhos, vestígios de práticas culturais, religiosas, ou de uso da área em lazer. Para cada um desses indicadores foi observado o grau de perturbação e lhes atribuído valores conforme presença ou ausência dos mesmos (Tabela 3).

Tabela 3. Indicadores de perturbações antrópicas empregados para avaliação das áreas de estudo. Baseado em Fonseca (2011).

<b>Perturbações Antrópicas</b>	
<i>Atributos</i>	<i>Crítérios</i>
Fogo	3 = alto 2 = médio 1 = pouco 0 = nenhum
Pastejo de animais	
Lixo	
Artefatos religiosos	
Estradas, trilhas ou caminhos	
Vestígios de uso em lazer	
Vestígios de práticas culturais	

### 3.2.2. Indicadores de composição

A semelhança com ecossistemas naturais, a alta diversidade e a heterogeneidade nos modelos de reflorestamentos devem ser qualidades bem representativas em qualquer situação de recuperação em áreas degradadas, pois possibilitam avaliar e monitorar melhor tais atributos (SER, 2004) e interferir de maneira positiva quando necessário.

As medidas de diversidade utilizadas foram calculadas adotando-se o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e o índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), incluindo todos os indivíduos presentes nas diferentes parcelas estudadas de 100 m<sup>2</sup> nas diferentes áreas. Os dados foram coletados para posterior comparação entre as áreas de estudo.

A presença de epífitas, cipós e lianas, indicam o aumento na complexidade dos ecossistemas, caracterizando-se como potenciais indicadores (POGGIANI *et al.*, 1998). Em relação a estes indicadores também se buscou determinar sua localização em relação ao solo (Tabela 4).

Tabela 4. Indicadores de composição empregados para avaliação das áreas de estudo. Baseado em Fonseca (2011).

<b>Composição</b>	
Atributos	Critérios
Índice de diversidade de Shannon (H')	H' > 2,0 = (alto) 1,0 < H' < 1,9 = (médio) H' < 0,9 = (baixo)
Índice de equitabilidade de Pielou (J')	Comparação entre as áreas estudadas
Epífitas	0 = ausente; 1 = presente Posição: TI = terço inferior; TM = terço médio; TS = terço superior
Cipós e lianas	0 = ausente; 1 = presente

### 3.2.3. Indicadores de função ecológica

Os indicadores de função ecológica, baseados na proposta do SER (2004), foram estabelecidos para analisar o funcionamento das áreas, sua capacidade de se autosustentar e sua resiliência. Foram analisadas as funções relativas à proteção do solo (cobertura morta e cobertura da serrapilheira), aporte de biomassa (altura da serrapilheira) e, competição interespecífica (cobertura de copa, de gramíneas, de herbáceas e luminosidade) (Tabela 5).

Tabela 5. Indicadores de função ecológica empregados para avaliação das áreas de estudo. Baseado em Fonseca (2011).

<b>Função ecológica</b>			
<b>Atributos</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Critérios</b>	
Cobertura e proteção do solo	Cobertura morta	1 = pouco	(0 - 25%)
		2 = alguma	(25 - 50%)
		3 = presente	(50 - 75%)
		4 = recoberto	(75 -100%)
	Cobertura da serrapilheira	1 = pouco	(0 - 25%)
		2 = alguma	(25 - 50%)
		3 = presente	(50 - 75%)
		4 = recoberto	(75 -100%)
Aporte de biomassa	Altura da serrapilheira	1 = ruim	(0 - 1 cm)
		2 = regular	(1 - 2 cm)
		3 = bom	(2 - 3 cm)
		4 = ótimo	(3 - 4 cm)
Competição	Cobertura de copa	1 = pouco	(0 - 25%)
		2 = alguma	(25 - 50%)
		3 = presente	(50 - 75%)
		4 = recoberto	(75 -100%)
	Cobertura de gramíneas	1 = pouco	(0 - 25%)
		2 = alguma	(25 - 50%)
		3 = presente	(50 - 75%)
		4 = recoberto	(75 -100%)
	Cobertura de herbáceas	1 = pouco	(0 - 25%)
		2 = alguma	(25 - 50%)
		3 = presente	(50 - 75%)
		4 = recoberto	(75 -100%)
	Luminosidade	% de sombra	

Os atributos cobertura e proteção do solo foram determinados pela presença de cobertura morta – material oriundo de capina – e a cobertura de serrapilheira – folhas, galhos, ramos, sementes, restos vegetais – foram estimados empregando-se uma subparcela constituída de um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m) subdividido em quatro quadrículos de 0,25 m x 0,25 m. Para cada parcela de 100 m<sup>2</sup> nas diferentes áreas de estudo foram realizadas duas

avaliações lançando-se o quadro de modo aleatório dentro da parcela. O resultado foi expresso percentualmente variando de 0% (nenhum quadrículo coberto apresentando qualquer tipo de cobertura) a 100% (todos os quadrículos cobertos com qualquer tipo de cobertura acima citada). No quadro lançado ao solo foi contabilizado o número de quadrículos com mais de 50% de sua área coberta com qualquer tipo de cobertura.

Para analisar a competição foram avaliados quatro atributos: a cobertura da copa, de gramíneas, de herbáceas e a luminosidade na superfície do solo e à altura de 1 m do solo. A medição de luz foi realizada com espelho de 0,14 x 0,10 m com malha quadriculada de 0,02 x 0,02 m e calculadas as percentagens referentes à luminosidade nessas diferentes alturas. As quadrículas nas quais mais de 50% de sua área se encontravam cobertas pela projeção das copas da vegetação foram contabilizadas como sombreadas.

Os atributos de cobertura do solo com gramíneas e herbáceas também foram avaliados pelo mesmo método empregando o quadro de 0,25 m<sup>2</sup>.

A análise da cobertura de copa foi realizada pelo método de intersecção de linhas (MELO *et al.*, 2007), correspondente ao somatório das projeções das copas das espécies arbóreas e arbustivas sobre uma linha localizada diagonalmente dentro das parcelas de 10 x 10 m em todas as áreas estudadas, dividido pelo comprimento total da linha e expresso percentualmente (Figura 14).

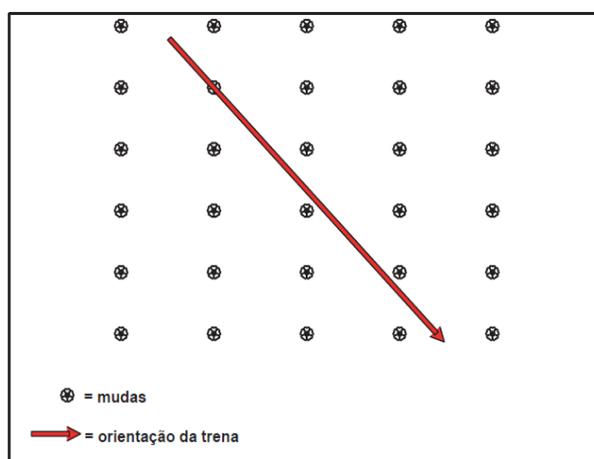


Figura 14. Cobertura de copas pelo método de linhas. (MELO, 2010).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Indicadores de perturbação antrópica

Os resultados obtidos nas cinco áreas de estudo quanto aos indicadores de perturbações antrópicas são apresentados na tabela 8, enquanto que as figuras de 15 a 22 ilustram o estado da superfície das áreas através de imagens fotográficas.

Quanto aos sistemas em estudo, a AT é a área tomada como testemunha e corresponde a uma área de mata natural, dentro de uma área de pastagem. No extremo oposto tem-se a própria pastagem, área voltada totalmente à agropecuária. RAD1 e RAD2 correspondem às áreas em processo de recuperação com modelos convencionais de reflorestamento (diversidade e preenchimento) e a SAF é a área em recuperação pelo processo de implantação de um sistema agroflorestal.

Tabela 6. Valores obtidos na aplicação de indicadores de perturbações antrópicas.

<i><b>Perturbações antrópicas</b></i>							
	Fogo	Pastejo/animais domésticos	Lixo	Artefatos religiosos	Estradas, trilhas ou caminhos	Vestígios de uso em lazer	Vestígios de praticas culturais
Fragmento (AT)	0	0	0	0	0	0	0
SAF	0	0	0	0	1	0	1
RAD1	0	0	0	0	1	0	1
RAD2	0	0	0	0	1	0	1
Pastagem	0	1	0	0	1	0	1

0 = ausente; 1 = presente

A única área que não apresentou indícios de perturbações antrópicas foi a área testemunha de fragmento florestal (AT) (Tabela 8), pois ela se encontra isolada numa área de pastagem e cercada com arame, dessa maneira o gado não tem acesso ao fragmento (Figura 15).

Porém, verificaram-se algumas pequenas clareiras e a presença de poucos regenerantes dentro do mesmo (Figura 16), prevendo-se dessa forma a extinção dessa área com o passar do tempo caso não se façam intervenções no intuito de melhoramento e enriquecimento do fragmento.



Figura 15. Fotografia da vista parcial da área testemunha (AT) – fragmento florestal – Bragança Paulista, SP.

Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).



Figura 16. Fotografia do interior do fragmento florestal (AT).  
Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).

Nas demais áreas estudadas: tanto nas as áreas em processo de recuperação - RAD1 e RAD2 – quanto na pastagem vizinha ao SAF e no próprio sistema agroflorestal, verificou-se a presença de indícios de perturbação antrópica sob a forma de trilhas, caminhos e práticas culturais nos RAD's e no SAF.

Na área 1 em processo de recuperação – RAD1 – (Figura 17) embora ela esteja com idade aproximada de cerca de 4 anos, ainda precisa ser manejada com a finalidade de se combater a braquiária, espécie de gramínea invasora que dificulta o sucesso no modelo de reflorestamento adotado (Figura 16).

Segundo levantamento realizado em maio de 2011 pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Extrema, MG, a quantidade de mudas plantadas na área é de cerca de 1300 unidades com 72 espécies diferentes. Mesmo com essa quantidade de mudas plantadas o controle à braquiária não tem sido eficiente, sendo que muitas das vezes algumas mudas são completamente tomadas pela gramínea competidora, comprometendo assim o desenvolvimento das espécies plantadas.



Figura 17. Fotografia parcial da área 1 em processo de recuperação – RAD1 – no município de Extrema, MG. 4 anos após plantio.  
Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).



Figura 18. Fotografia do interior da área 1 em processo de recuperação – RAD1.  
Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).

Na área 2 em processo de recuperação – RAD2 com idade de 3 anos após o plantio – (Figura 19) o problema da invasão de espécies competidoras (novamente a braquiária) também se faz presente nessa área, sendo

necessária a prática de manejo no seu controle. Porém o que se observou neste caso é uma prática equivocada de manejo com o uso de capina química (Figura 20), mesmo se tratando de uma área de mata ciliar. O total de mudas plantadas nessa área, segundo o Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Extrema, MG, é de aproximadamente 1367 unidades (infelizmente não se tem informações até o momento da diversidade de espécies plantadas neste local).



Figura 19. Fotografia parcial da área 2 em processo de recuperação – RAD2 – localizada às margens de um curso d'água na sub-bacia das Posses, Extrema – MG.

Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).



Figura 20. Indícios de capina química realizado em área em processo de restauração ambiental (RAD2) aos 3 (três) anos após plantio, no município de Extrema – Minas Gerais.

Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).

No SAF (Figura 21) há presença de trilhas e caminhos devido à necessidade de locomoção dentro da área, uma vez que são cultivadas e manejadas espécies para a coleta de frutos e produtos medicinais. Segundo dados do proprietário, foram catalogadas na área cerca de 113 espécies medicinais (Anexo III).

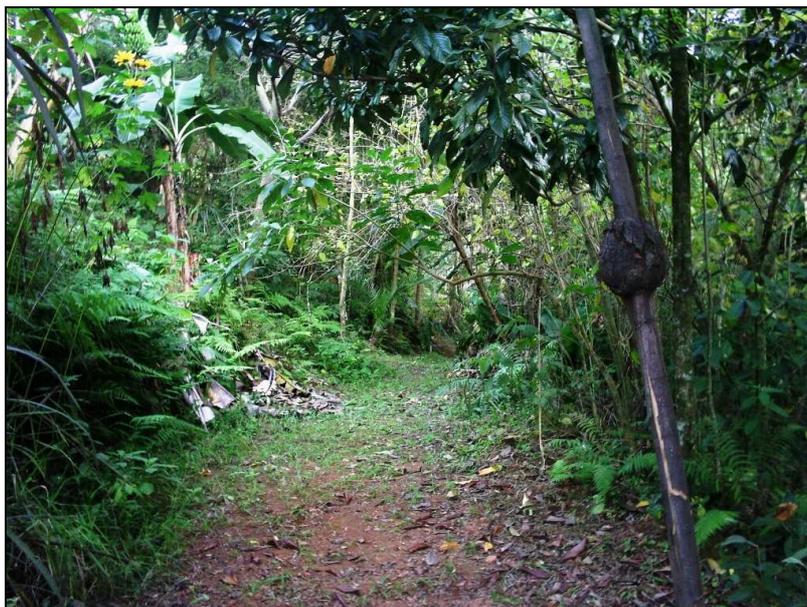


Figura 21. Fotografia do interior do SAF aos 16 anos após o plantio, no município de Pinhalzinho, SP.  
Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).

Já na área de pastagem, vizinha ao SAF, verificou-se apenas pequenos indícios de pastoreio, não havendo indicações de grandes fatores degradantes (Figura 20), portanto a área encontra-se em bom estado de conservação devido à sua real finalidade, a alimentação de animais.



Figura 22. Fotografia da área de pastagem ao lado do SAF.  
Fonte: MACHADO, 2011. (Foto do autor).

A presença e/ou frequência das perturbações provocadas pelo homem faz com que o sucesso das atividades de recuperação em áreas degradadas, dentro do contexto da conservação ou restauração, seja muito prejudicado. Havendo a necessidade imediata da supressão dessas atividades em áreas onde o processo de recuperação nos projetos de reflorestamento é relativamente recente.

Embora a área de RAD1 esteja numa região de difícil acesso, cercada por pastagem e praticamente isolada, a presença de trilhas e caminhos foi levemente percebida devido à necessidade de práticas culturais, como por exemplo, roçada para o controle das gramíneas invasoras.

Já a área de RAD2, embora esteja localizada numa área de vegetação ciliar, a presença de trilhas e caminhos também foi percebida, pelo mesmo motivo, a necessidade de manutenção do reflorestamento e o controle de gramíneas, porém, com a utilização de capina química, o que acaba se tornando um sério agravante, pois além de estar localizada em área de mata ciliar, cuja possibilidade de contaminação da área e do curso d'água é iminente, o uso desta prática pode causar sérios danos às espécies plantadas e/ou aos regenerantes e propágulos, causando suas mortes caso tenham contato com o herbicida.

#### **4.2. Indicadores de composição**

Os resultados obtidos em relação aos indicadores de composição utilizados em todas as cinco áreas estudadas são apresentados na tabela 7, já os resultados referentes à relação da quantidade de indivíduos e o número de espécies diferentes observadas em cada uma das áreas estudadas são apresentados na tabela 8.

Tabela 7. Valores obtidos na aplicação de indicadores de composição.

<b>Composição</b>				
	Epífitas	Cipós e lianas	Índice de equitabilidade de Pielou (J')	Índice de diversidade de Shannon (H')
Fragmento (AT)	1	1	0,8414	1,2044
SAF	1	1	0,8602	1,2025
RAD1	0	1	0,7802	1,1743
RAD2	0	1	0,8310	1,0225
Pastagem	0	0	0,9528	0,5736

Epífitas e cipós e lianas, 0 = ausente; 1= presente.

Tabela 8. Relação entre a quantidade de indivíduos e a riqueza de espécies nas subparcelas das áreas estudadas.

	<b>Quantidade de indivíduos</b>	<b>Riqueza</b>
Fragmento (AT)	86	36
SAF	220	29
RAD1	202	40
RAD2	91	24
Pastagem*	8*	4

\* quantidade de indivíduos é referente às espécies herbáceas.

Em relação aos indicadores de composição nas áreas estudadas, como esperado, a área de pastagem vizinha ao SAF não apresentou presença de epífitas, de lianas ou de cipós, porém nas demais, pelo menos um desses dois indicadores esteve presente (Tabela 7).

Em relação aos índices de diversidade de Shannon (H') e de equitabilidade de Pielou (J') encontrados nas áreas estudadas e apresentados na tabela 7, excetuando-se a área de pastagem, todas apresentaram valores semelhantes, embora a quantidade de indivíduos presentes nas parcelas seja muito diferente entre elas, como apresentado na tabela 8.

Na área testemunha – AT – (fragmento florestal isolado) foram observadas dentro das subparcelas 36 espécies vegetais diferentes, totalizando 86 indivíduos (Tabela 8), o que resultou num valor para o índice de

diversidade de Shannon de ( $H'$ ) = 1,2044 e para o índice de equitabilidade de Pielou de ( $J'$ ) = 0,8414 (Tabela 7).

Fragmentos florestais mais conservados de floresta estacional e semidecidual apresentam valores de diversidade de Shannon ( $H'$ ) entre 3,2 e 4,02 e equitabilidade inferior a 0,74 (MEIRA-NETO & MARTINS, 2000; SEVILHA *et al.*, 2001, SILVA *et al.*, 2004). Desta forma, os dados de diversidade mostram que o fragmento testemunha se caracteriza como degradado, o que é expresso pelo valor baixo de ( $H'$ ) e com uma alta concentração de indivíduos de mesma espécie (valor de  $J'$  próximo a 1,0), gerando pouca heterogeneidade.

Confirmando isto, nos levantamentos de campo foi constatado que o número de regenerantes e plântulas foi baixo com cerca de 40 plântulas sendo que, deste total, 24 foram de uma única espécie, *Myrciaria cauliflora* Berg. e 14 de palmeiras.

No sistema agroflorestal manejado constatou-se o segundo maior valor para o índice de diversidade, com a presença de 29 espécies vegetais dentro das subparcelas, totalizando 220 indivíduos, o que fez com que o índice de Shannon alcançasse valores de diversidade ( $H' = 1,2025$ ) e de equitabilidade de Pielou de ( $J' = 0,8602$ ) similares aos obtidos para o fragmento (Tabela 7).

Já nas áreas em processo de recuperação – RAD1 e RAD2 – foram encontrados, respectivamente, um total 202 indivíduos de 40 espécies e 91 indivíduos de 24 espécies, o que resultou nos valores para o índice de Shannon de  $H' = 1,1743$  e de equitabilidade de Pielou de  $J' = 0,7803$  para RAD1, e valores para o índice de Shannon de  $H' = 1,0225$  e de equitabilidade de Pielou de  $J' = 0,8310$  para RAD2 (Tabela 7).

A área de pastagem foi a que apresentou o menor valor para o índice de diversidade de Shannon ( $H' = 0,5736$ ) e o maior para o de equitabilidade de Pielou ( $J' = 0,9528$ ).

Em relação aos índices de diversidade e de equitabilidade entre as áreas estudadas, excetuando-se a área de pastagem, todas apresentaram valores semelhantes, embora a riqueza de espécies e a quantidade de indivíduos presentes nas parcelas (100 m<sup>2</sup>) seja diferente entre elas (Tabela 8).

Isto indica que a distribuição de indivíduos (nº de plantas) por espécie não foi similar. Pelos valores de equitabilidade, em especial nas áreas de restauração, houve presença de muitos indivíduos da mesma espécie, o que pode significar/refletir uma relativa falta de cuidado ou de conhecimento por parte de quem realizou o plantio, agrupando indivíduos de uma mesma espécie em locais (covas) relativamente próximos.

Estudos de florística em área de floresta estacional semidecidual apresentaram valores de índice de diversidade de Shannon de  $H' = 3,35$  (FERREIRA JUNIOR, 2008) e  $H' = 3,48$  para mata secundária em bioma de Mata Atlântica (SIMINISK *et al.*, 2004). Em quintais agroflorestais no Pará, por exemplo, os valores dos índices de diversidade de Shannon encontrados nos SAF's variam de  $H' = 1,14$  a  $H' = 1,92$  (SANTOS *et al.*, 2004).

Desta forma percebe-se que há baixa diversidade e riqueza em todas as áreas estudadas, inclusive no SAF e no fragmento, o que indica a necessidade de se realizar intervenções nesses ecossistemas a fim de se obter uma melhora das áreas e proporcionar o enriquecimento da vegetação.

### 4.3. Indicadores de função ecológica

Os valores encontrados para os sete diferentes indicadores de função ecológica, utilizados nas cinco áreas estudadas, são apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Valores obtidos na aplicação de indicadores de função ecológica.

<b>Função ecológica</b>							
Atributos	Proteção do solo		Aporte de biomassa	Competição			
Parâmetros	Cobertura morta	Cobertura da serrapilheira	Altura da serrapilheira (cm)	Cobertura de gramíneas	Cobertura de copa (%)	Cobertura de herbáceas	Luminosidade (%) de sombreamento
Fragmento (AT)	1	3	3,0	1	86,6	1	99,46
SAF	1	3	3,5	1	223,3	3	98,21
RAD1	1	2	2,0	4	106,6	2	33,92
RAD2	2	3	3,0	2	123,3	1	96,07
Pastagem	1	1	1,0	4	0,0	1	0,00

Os valores obtidos para a luminosidade são referentes à média da somatória das subparcelas nas duas diferentes alturas: solo e 1m. Os valores da altura da serrapilheira também são referentes à média das parcelas. Os valores para os tipos de cobertura correspondem a uma percentagem da área, sendo: 1=pouco (0-25%); 2=alguma (25-50%); 3=presente (50-75%); 4=recoberto (75-100%).

A área testemunha – fragmento florestal – foi a que apresentou a maior porcentagem de sombreamento (99,46%), pois há vários indivíduos arbóreos de grande porte nessa área que preenchem bem o espaço aéreo no estrato superior, fazendo com que outros indicadores de função ecológica (cobertura do solo por gramíneas, cobertura do solo por herbáceas e cobertura morta) alcançassem valores baixos (1 = pouco: entre 0 e 25% de solo coberto), pois

espécies competidoras, especialmente gramíneas, necessitam de maiores quantidades de luz para se desenvolverem plenamente.

Devido à presença de pequenas clareiras existentes no interior do fragmento, a porcentagem de cobertura de copa foi a que alcançou o menor valor para as áreas estudadas com presença de espécies arbóreas (86,6%), o que demonstra a necessidade de enriquecimento e preenchimento da área no interior do fragmento.

Por se tratar de uma área isolada e cercada com arame, a quantidade de matéria orgânica presente no solo é considerada boa e seus índices alcançaram valores esperados para a área, estando entre os maiores valores para cobertura (3 = presente: entre 50 e 75% de solo coberto) e altura da serrapilheira (3,5 cm).

Em relação à proteção do solo, não houve diferença entre o fragmento testemunha e o SAF, contudo o sistema agroflorestal propiciou maior aporte de biomassa, de regeneração natural e de cobertura de copa (223,3%) e o segundo melhor valor para a porcentagem de sombreamento (98,6%) do que a área natural de fragmento florestal (99,46%), porém sem diferença significativa (Tabela 9).

Isso se deve, muito provavelmente, pela influência da idade da área do sistema agroflorestal (aproximadamente 16 anos), pela presença de indivíduos arbóreos remanescentes e pelo adensamento entre as espécies encontradas nas parcelas. Devido a isso, uma área maior de solo pode ser coberta e protegida pelos galhos, pois as árvores fazem com que menos luz atravesse os diferentes estratos e consiga chegar ao solo.

Neste sistema o maior acúmulo de matéria orgânica (biomassa) é percebido pelos valores apresentados nos indicadores de altura da serrapilheira (3,5 cm) e de cobertura do solo pela serrapilheira (3 = presente: entre 50 e 75% do solo coberto). Isso melhora as condições do solo e a sua fertilidade, e a presença de matéria orgânica também favorece a rápida liberação e o reaproveitamento dos nutrientes (ARATO *et al.*, 2003).

A eficiência do indicador altura da serrapilheira para expressar a maior funcionalidade ecológica do sistema é referendada pela sua alta correlação ( $r >$

0,80) com a diversidade de espécies ( $r= 0,81$ ) e com a cobertura de copa ( $r= 0,86$ ), sendo pouco influenciada pelo número de indivíduos ( $r= 0,55$ ) e pela riqueza de espécies ( $r= 0,59$ ).

A área 1 em processo de recuperação – RAD1 – foi a que apresentou o menor índice de porcentagem de sombreamento (33,92%), isso provavelmente se deve ao fato de que as espécies arbóreas utilizadas na área ainda não conseguiram se estabelecer completamente, e mesmo devido à sua idade aproximada de 4 anos (o que pela legislação não requer mais manutenção) também influencia no acúmulo de serrapilheira, se faz necessária a intervenção antrópica para o combater às espécies invasoras competidoras (braquiária, por exemplo).

A baixa taxa de sombreamento nessa área, associada com a relativa baixa cobertura de copa (106,6%), faz com que uma quantidade considerável de luz consiga chegar ao solo do reflorestamento, e com isso, em determinadas épocas do ano o que acontece é uma explosão no crescimento e na invasão da área por gramíneas, o que explica o alto valor alcançado por esse indicador – área coberta por gramíneas – (4 = recoberto: entre 75 e 100% do solo coberto), com isso a cobertura do solo por herbáceas também diminui devido a esta competição.

A área 2 em processo de recuperação – RAD2 – apresentou o terceiro melhor valor para o índice de porcentagem de sombreamento (96,07%), sem grande diferença em relação ao SAF (98,21%), e o segundo melhor valor para a cobertura de copa (123,3%), o que justifica os valores encontrados para outros indicadores como, por exemplo, a altura da serrapilheira (3,0 cm) e a cobertura do solo pela serrapilheira (3 = presente: entre 50 e 75% do solo coberto). Porém, mesmo com bons valores alcançados por esses dois indicadores, a presença de gramíneas invasoras é notável em alguns pontos do reflorestamento, principalmente nas bordas, o que pode ser percebido também dentro do reflorestamento, pois o a área é relativamente estreita. Mesmo se tratando de uma área de preservação permanente o uso de capina química é evidente (Figura 20), o que faz com que o índice de cobertura morta seja maior quando comparado com as outras áreas em estudo (Tabela 9).

Por se tratar de uma área de pastagem, cuja finalidade principal é a alimentação animal, os valores mais baixos para alguns indicadores aplicados eram esperados para essa área como, por exemplo, (0%) para cobertura de copa e porcentagem de sombreamento do solo, (1 = pouco: entre 0 e 25%) para cobertura por herbáceas, cobertura e altura da serrapilheira e cobertura morta, porém, o indicador de cobertura do solo por gramíneas também atingiu o valor esperado (4 = recoberto: entre 75 e 100% do solo coberto).

Dessa forma, comparando-se as áreas estudadas, percebemos que o SAF manejado apresentou, de modo geral, alguns dos maiores valores para os indicadores aplicados, alcançando números superiores quando comparados com o fragmento isolado, com as áreas em processo de recuperação – RAD1 e RAD2 – e com a matriz de pastagem que o cerca.

#### 4.4. Comparação entre as áreas estudadas

Valores adotados para melhor visualização dos resultados obtidos dos diferentes indicadores de sustentabilidade utilizados nas cinco distintas áreas de estudo são apresentados na tabela 10, enquanto que as figuras de 23 a 29 ilustram a comparação destes valores sob a forma de gráficos de radar.

Tabela 10. Valores adotados para os diferentes indicadores de sustentabilidade.

<b>Valores adotados para os indicadores</b>							
Parâmetros	Diversidade de espécies	Equitabilidade	Presença humana negativa	Práticas Agroecológicas	Superfície coberta por espécies	Cobertura do solo	Serrapilheira
Fragmento (AT)	2	2	1	1	3	3	3
SAF	2	2	1	3	3	3	3
RAD1	2	2	2	1	3	3	2
RAD2	2	2	3	1	2	2	3
Pastagem	1	1	1	1	3	3	1

1 = grau crítico; 2 = grau aceitável; e 3 = grau desejável de sustentabilidade.

Os indicadores foram agrupados e comparados com o uso de gráficos de radar (LÓPEZ-RICADURA *et al.*, 2003) para que se possa visualizar de outra forma os resultados obtidos segundo a metodologia aplicada por Fonseca (2011), para isso foram atribuídos valores de referência para manter a mesma unidade de avaliação (RICARTE *et al.*, 2006).

Para o indicador Diversidade de espécies e de Equitabilidade foram utilizados, respectivamente, os valores encontrados para os indicadores de

composição, que são o Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e o Índice de equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) presentes na tabela 7.

Para o indicador Presença humana negativa foram utilizados os valores encontrados na tabela 6 para seis indicadores relativos às perturbações antrópicas, que são: fogo; pastejo/animais domésticos; lixo; artefatos religiosos; estradas, trilhas e caminhos; e vestígios do uso da área para lazer. Adotou-se o valor 1 para a ausência e o valor 3 para a presença destes indicadores.

Para o indicador sobre Práticas sustentáveis foram utilizados os valores encontrados para um indicador relativo aos indicadores de perturbações antrópicas (Tabela 6): o indicador sobre práticas culturais, que abrange aqui a capina mecânica ou química, a poda e o coroamento das espécies plantadas.

Já para os indicadores referentes à Superfície coberta por espécies; cobertura do solo; e serrapilheira, foram utilizados os valores encontrados para os indicadores de função ecológica presentes na tabela 9.

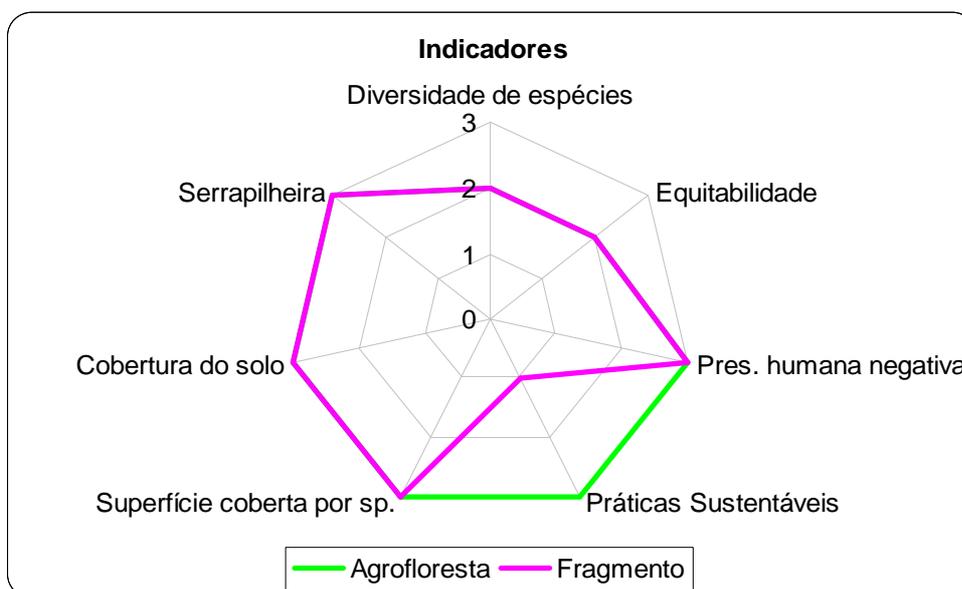


Figura 23. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e o fragmento florestal (AT).

Comparando-se a área de agrofloresta manejada com a área referência de fragmento florestal isolado, pode-se perceber que 3 (três) indicadores em comum à essas áreas alcançaram os mesmos valores máximos (*superfície*

*coberta por espécies, cobertura do solo e serrapilheira*), sendo que 6 (seis) dos sete indicadores utilizados obtiveram os mesmos resultados. A agrofloresta apresentou somente 1 (um) outro indicador que atingiu a mesma nota máxima (*práticas sustentáveis*), o qual não obteve bons resultados na área de referência de fragmento florestal isolado.

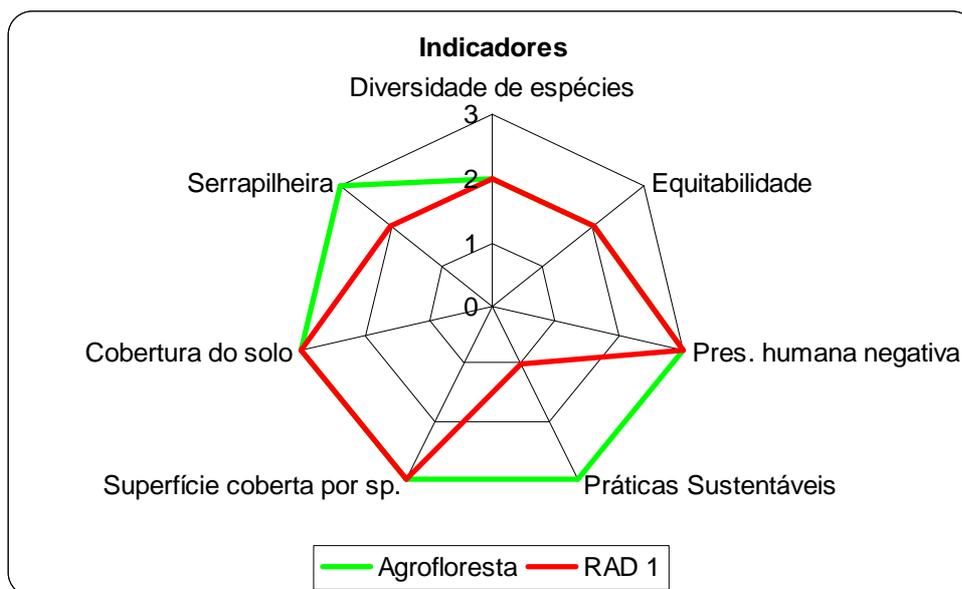


Figura 24. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e a área 1 em processo de recuperação (RAD1).

Na visualização dos valores obtidos para os indicadores entre as áreas de agrofloresta e a área 1 em processo de recuperação (RAD1), percebe-se que 2 (dois) indicadores a mais (*serrapilheira e práticas sustentáveis*) atingiram a pontuação máxima quando comparados com a RAD1, a qual apresentou somente outros 2 (dois) indicadores com tal pontuação (*superfície coberta por espécies e cobertura do solo*) sendo que os mesmos coincidem com os valores obtidos pela agrofloresta, além de outros 3 (três) indicadores que também obtiveram os mesmos valores (*diversidade de espécies, equitabilidade e presença humana negativa*).

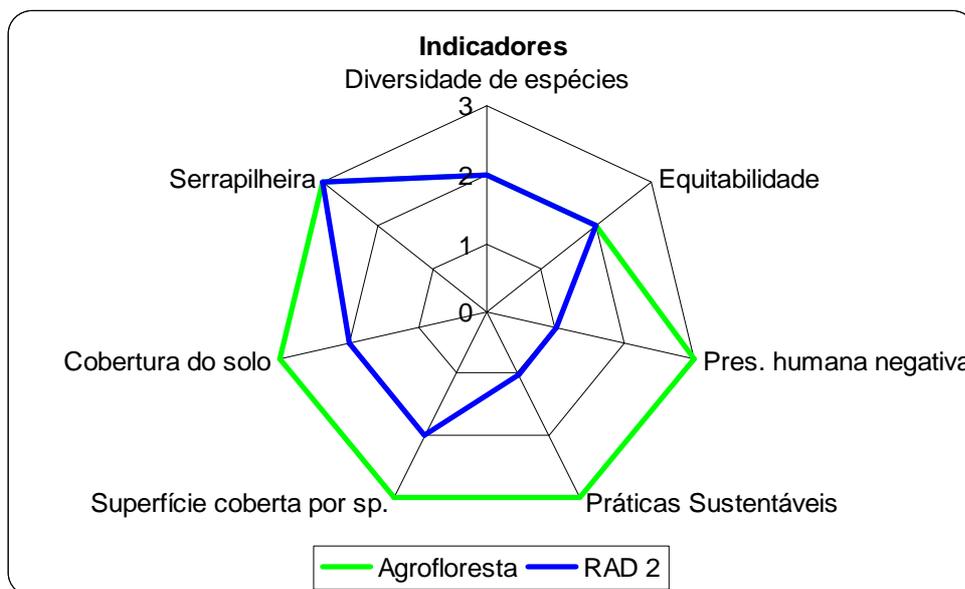


Figura 25. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e a área 2 em processo de recuperação (RAD2).

Na análise desta comparação, entre o SAF e RAD2, percebe-se que somente 1 (um) indicador (*serrapilheira*) atingiu a pontuação máxima na área 2 em processo de recuperação (RAD2), e que 2 (dois) indicadores obtiveram a pontuação mais baixa (*práticas sustentáveis* e *presença humana negativa*) devido à utilização de capina química no local na tentativa de combater espécies invasoras competidoras como, por exemplo, a braquiária.

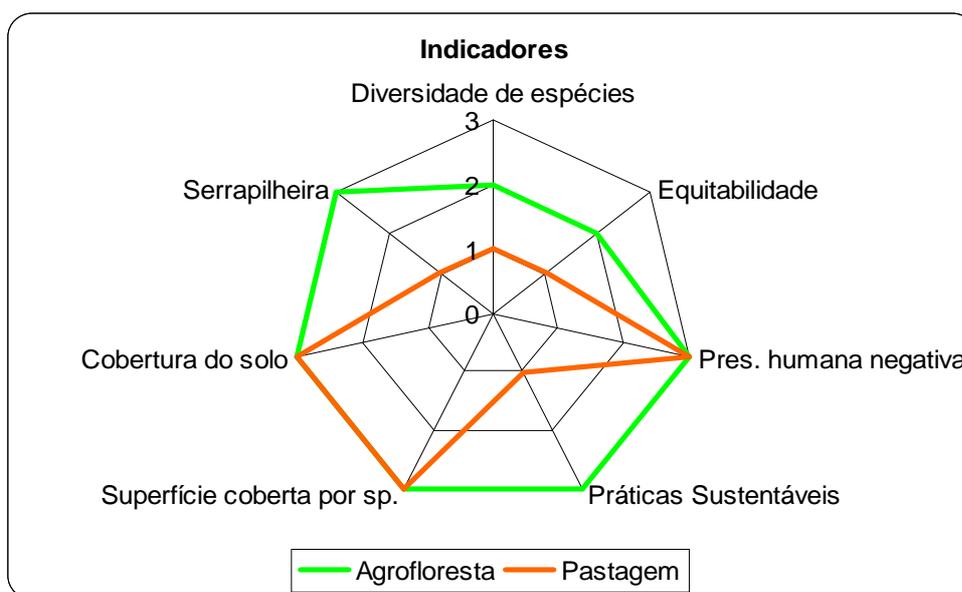


Figura 26. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o SAF e a área de pastagem.

Quando comparados os valores obtidos pelos indicadores nestas duas áreas vizinhas percebe-se que somente 3 (três) indicadores utilizados na pastagem atingiram a pontuação máxima (*superfície coberta por espécies e cobertura do solo e presença humana negativa*), porém esses indicadores coincidem com valores encontrados para a área de agrofloresta, que apresentou outros 2 (dois) indicadores a mais com os valores máximos (*práticas sustentáveis e serrapilheira*), porém outros 2 (dois) indicadores (*diversidade de espécies e equitabilidade*) mesmo não atingindo a nota máxima, obtiveram, como esperado, resultados superiores à área de pastagem.

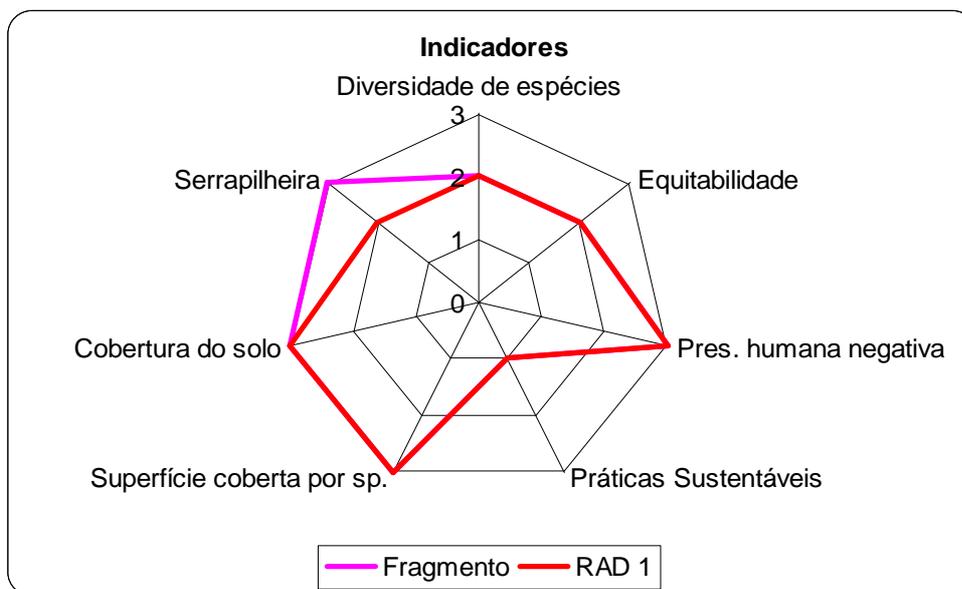


Figura 27. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o fragmento florestal (AT) e a área 1 em processo de recuperação (RAD1).

Na análise e comparação entre os indicadores utilizados nestas áreas percebe-se que 3 (três) indicadores coincidem seus valores máximos (*superfície coberta por espécies, cobertura do solo e presença humana negativa*) e que apenas 1 (um) indicador a mais (*serrapilheira*) obtém tal valor para a área de fragmento florestal isolado, porém todos os outros indicadores restantes têm valores coincidentes. O que se pode perceber que mesmo o fragmento florestal isolado e sem apresentar nenhuma prática de manejo, quando comparado com a RAD1, possui praticamente as mesmas condições.

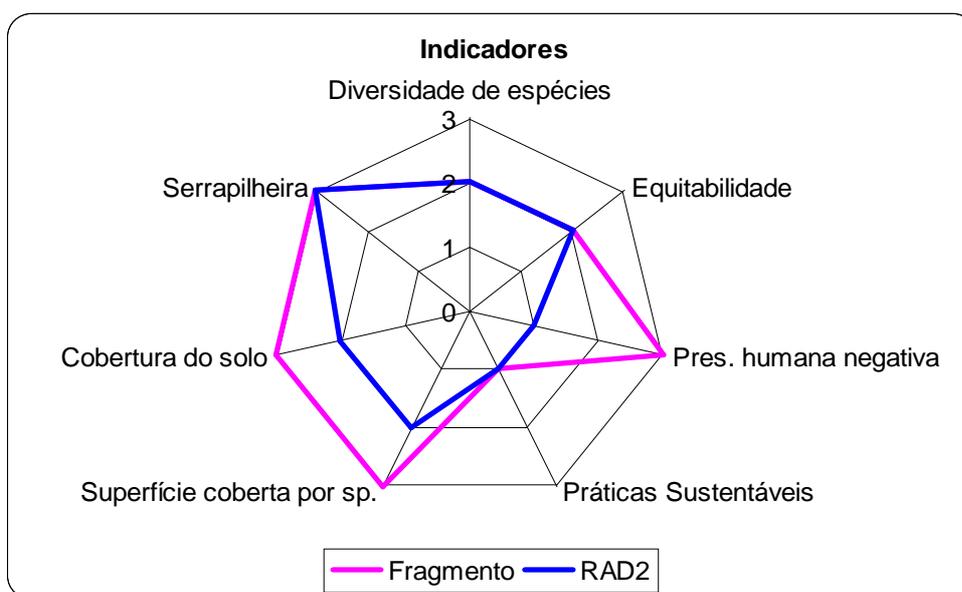


Figura 28. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o fragmento florestal (AT) e a área 2 em processo de recuperação (RAD2).

Comparando-se essas duas áreas percebe-se que 3 (três) indicadores diferentes atingem a pontuação máxima no fragmento, sendo que somente 1 (um) consegue tal pontuação no RAD2 (*serrapilheira*), porém os indicadores referentes à *presença humana negativa* e *práticas sustentáveis* (este indicador com valor coincidente entre as áreas) apresentam os menores valores para a área em processo de recuperação mesmo se tratando de uma área de mata ciliar.

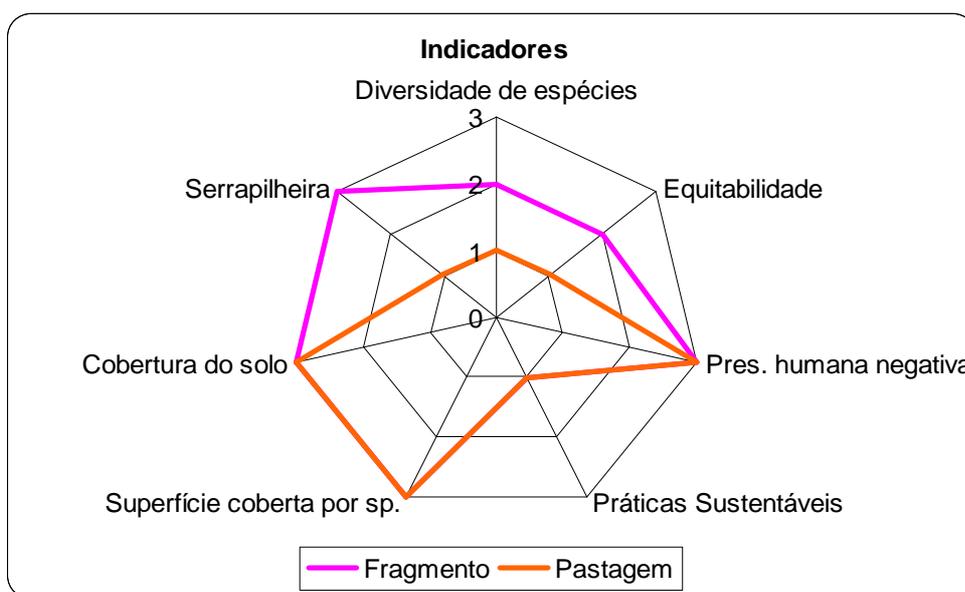


Figura 29. Valores atribuídos ao conjunto de indicadores de perturbações antrópicas, composição e função ecológica, agrupados para avaliar a estabilidade das áreas e empregados na avaliação e comparação entre o fragmento florestal (AT) e a área de pastagem.

A área de fragmento florestal apresentou 4 (quatro) indicadores com os valores máximos atingidos (*superfície coberta por espécies, cobertura do solo e serrapilheira e presença humana negativa*) sendo que dois destes indicadores obtiveram valores coincidentes para as duas áreas.

Em relação aos fragmentos florestais, Amador e Viana (1998), destacam as potencialidades dos SAF's na recuperação de fragmentos e restauração de áreas degradadas, podendo ser utilizados na formação de corredores ecológicos e recuperação de matas ciliares, pois apresentam bons resultados quanto à manutenção e conservação da biodiversidade no ecossistema, com uma ressalva importante para a escolha das espécies a serem utilizadas devido à heterogeneidade ecológica dos fragmentos e a demanda alimentar de cada região.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que os sistemas agroflorestais, quando manejados adequadamente, têm grande potencial para conservação e recuperação de áreas degradadas localizadas em APP's, além de possibilitarem um enriquecimento da vegetação presente em fragmentos florestais empobrecidos e descaracterizados, pois possibilitam uma aceleração dos processos sucessionais na recuperação destas áreas.

Embora a função das áreas em processo de recuperação (RAD1 e RAD2) seja, entre outras, a manutenção na produção de água para o abastecimento da população humana e a conservação das margens dos corpos d'água onde estão inseridas, pois se localizam em áreas de preservação permanente (matas ciliares), pode-se perceber que projetos de reflorestamento, quando não são bem conduzidos, demoram mais tempo para se desenvolverem plenamente e necessitam de manutenção relativamente constante, por vezes, por mais tempo do que prevê a legislação vigente.

Um dos grandes problemas evidenciados nestas áreas é a presença de espécies competidoras (principalmente a braquiária), extremamente agressiva em seu crescimento, o que impede o bom desenvolvimento das espécies plantadas nas áreas a serem recuperadas o que dificulta o processo de recuperação. Uma medida que poderia ser tomada na tentativa de controle desta gramínea é o plantio de espécies de interesse econômico ou forrageiras, algumas leguminosas cumprem bem este papel como, por exemplo, o feijão-guandu (*Cajanus cajan*), a crotalária (*Crotalaria sp.*), a mucuna-preta (*Mucuna aferrima*) entre outras.

Quando comparados com sistemas de reflorestamento convencionais os SAF's apresentam condições favoráveis ao seu estabelecimento, pois proporcionam aumento e enriquecimento da biodiversidade, dentro do contexto da conservação e recuperação de áreas degradadas e seu manejo em APP's, a utilização dos SAF's pode ser prolongada por muito mais tempo do que preveem os três anos da atual legislação, além de possibilitar a obtenção de

renda ao longo do ano, caso sejam adotadas e/ou implantadas espécies de interesse comercial na aplicação deste modelo de reflorestamento.

## 6. LITERATURA CITADA

ALTIERI, M. **Agroecologia: as bases científicas para uma agricultura sustentável**. Bento Gonçalves: Editora Agropecuária, 2002.

AMADOR, D. B. **Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais**. IN: KAGEYAMA, P.Y. *et al.* **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. 340p. cap. 15, p. 331 – 340.

AMADOR, D. B., VIANA, V. M. **Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais**. Série técnica IPEF v. 12, n. 32, p. 105-110, dez. 1998.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. **Produção e decomposição de serrapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG**. Revista *Árvore*, Viçosa, MG, v.27, n.5, p.715-721, 2003.

ARMANDO, M. S., BUENO, Y.M., ALVES, E. R. S., CAVALCANTI, C. H. **Circular técnica nº. 16. Agrofloresta para agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa. 2002. 11p.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**; tradução Adriano Sanches Melo...[*et al.*] - 4ª Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2007. 752 p.

BETTONI, S. G.; NAGY, M. B. R.; BERTOLDI, E. R. M.; FLYNN, M. N. **Efeito de borda em fragmento de mata ciliar na microbacia do Rio do Peixe, Socorro, SP**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 2007.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº. 05, de 08 de setembro de 2009**. Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das

Áreas de Preservação Permanentes e da Reserva Legal instituídas pela Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2009.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2000.

BRASIL, **Lei nº 9.433/97, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 1997.

BRASIL, 1981. **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981.** Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 1981.

BRASIL, **Lei nº. 4.771/65, de 15 de Setembro de 1965.** Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 1965.

CARVALHO R., GOEDERT, W. J. ARMANDO, M. S. **Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal.** Revista Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.39, n.11, p.1153-1155, nov. 2004.

CBH-PCJ. Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. **Plano das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010 – 2020; relatório síntese.** São Paulo: Cobrape: Neoband Soluções Gráficas, 2011. 128p.

CBH-PCJ. Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Plano de bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá para o quadriênio 2008-2011**. São Paulo: Cobrape: Neoband Soluções Gráficas, 2007. 662p.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <(http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html)>. Acesso em: 06 de jun. de 2011.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 10 de 14 de dezembro de 1988**. Dispõe sobre a regulamentação das Áreas de Proteção Ambiental. Diário Oficial da União, DF. 11 de agosto de 1989.

DANIEL, O. (2000). **“Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais”**. *Tese de Doutorado em Ciência Florestal*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.

DA SILVA, M; LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; DE FREITAS, D. A. F.; OLIVEIRA, A. H.; DOS SANTOS, W. R.; PEREIRA, P. H.; DOS SANTOS, D. G.; VEIGA, F. **Levantamento de solos e diagnóstico da degradação do solo e da água em função do uso**. XVII Congresso de pós-graduação da UFLA, outubro de 2008. 6p.

DEAN, W. **A ferro e fogo – a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. Tradução Cid Knipel. São Paulo, Companhia das Letras, 1996. 484 p.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. **Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas**. Agroecologia. e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World Population Projections by Region. New York, 2002.** IN: McNEELY, J. A.; SCHERR, S. J. **Ecoagricultura: alimentação do mundo e biodiversidade.** São Paulo: Ed. SENAC, 2009. 459p. p.77.

FERRAZ, J. M. G. **As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores.** IN: **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas.** Editores técnicos: MARQUES, J. F., SKORUPA, L. A., FERRAZ, J. M. G., Jaguariúna, SP. EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2003. 281p.

FERREIRA JÚNIOR, E. V.; SOARES, T. S.; DA COSTA, M. F. F.; SILVA, V. S. M. **Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia – MT.** Acta Amazônica, Vol. 8, 2008: 673 – 680. Disponível em: <<http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/38-4/PDF/v38n4a10.pdf>>. Acesso em: 27 de set. de 2011.

FONSECA, V. H. **Seleção de indicadores ecológicos para a avaliação de planos de restauração de áreas degradadas.** Sorocaba: Universidade Federal de São Carlos, 2011. 123p.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 2001. 653p

GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA JR., L. R.; DUCATTI, F. **Recuperação de solos degradados.** IN: KAGEYAMA, P.Y. *et al.* **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. 340p. cap. 6, p. 111 – 163.

GÖTSCH, E. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais.** Ilhéus, Bahia, Outubro de 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acessado em 19 de agosto de 2011.

IRRIGART – Engenharia e Consultoria em Recursos Hídricos e Meio Ambiente Ltda. **Relatório da situação dos recursos hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2002-2003**. Piracicaba, 2005.

JARDIM, M. H. (2010). **Pagamentos por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: O caso do município de Extrema – MG**. *Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília*. 195p.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. **Recuperação de áreas ciliares**. IN: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. D. F.. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - FAPESP. 2001. 320p.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. **Restauração e conservação de ecossistemas tropicais**. IN: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (organizadores); SANTOS, A. J....[*et al.*]. **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. Reimpressão 2004. 667p.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. **Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia**. *Oecologia brasiliensis*, 2009. v. 13, nº 3, p.434-451. 18p.

LIMA-RIBEIRO, M. S. **Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil**. *Acta Botanica Brasílica*, v. 22, nº 2, p. 535-545, 2008.

LÓPEZ-RIDADURA, S.; MASERA, O.; ASTIER, M. **Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework.** Ecological Indicators, v.2, n. 1, p. 135-148. 2002.

LOUZADA, J. N. C.; VAN DEN BERG, E. **Ecologia e manejo de fragmentos florestais.** Curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) à distância. Gestão e manejo ambiental em sistemas florestais. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 42p.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais.** Curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) à distância. Gestão e manejo ambiental em sistemas florestais. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 157p.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares.** Viçosa: Aprenda fácil, 2001. 146p.

MASERA, O. R.; ASTIER, M.; LÓPEZ, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS.** México: Mundiprensa, Gira, UNAM, 1999. 109p.

McNEELY, J. A.; SCHERR, S. J. **Ecoagricultura: alimentação do mundo e biodiversidade.** São Paulo: Ed. SENAC, 2009. 459p.

MDA. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Safra da Agricultura Familiar 2011/2012. A Agricultura Familiar Alimenta o Brasil que Cresce.** Publicação Especial do Ministério do Desenvolvimento Agrário, junho de 2011. Disponível em: <[http://www.seagri.ba.gov.br/cartilha\\_plano\\_safra\\_2011.2012.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/cartilha_plano_safra_2011.2012.pdf)>. Acesso em 02 de maio de 2012.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. **Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio Vale do Paranapanema, SP, Brasil.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 228-294, 2007.

MENDES, J. D.; DA SILVA, N. M. **Avaliação do efeito de borda em fragmentos de cerrado por meio de métricas de paisagem no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil.** IX Simpósio Nacional Cerrado, Brasília, 2008. 6p.

MEIRA-NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. **Estrutura da Mata da Silvicultura, uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa, MG.** *Revista Árvore*, v. 21, n. 2, p. 151-160, 2000.

MENEZES, J. M. T., VAN LEEUWEN, J., VALERI, S. V., CRUZ, M. C. P., LEANDRO, R. C. **Comparação entre solos sob uso agroflorestal e em florestas remanescentes adjacentes, no norte de Rondônia.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:893-898, 2008.

METZGER, J. P. **Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas?** IN: KAGEYAMA, P. Y. *et al.* **Restauração ecológica de ecossistemas naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. 340p. cap. 3, p. 51 – 76.

NOGUEIRA, A. C. N., SILVA, L. M. S. **O MESMIS como ferramenta para avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas familiares amazônicos inseridos no território sudeste paraense, Pará - Brasil.** 1º Congreso en Co-Innovación de Sistemas Sostenibles de Sustento Rural, Minas, Urugai, 2009. 4p.

NOFFS, P. S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. **Recuperação de áreas degradadas da mata atlântica.** Caderno nº. 21. 2. ed. São Paulo: Conselho

Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Fundação SOS Mata Atlântica, 2000. 48p.

OLIFIERS, N.; CERQUEIRA, R. **Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos**. IN: ROCHA, C. F. D.; BERGALHO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. **Biologia da conservação. Essências**. São Carlos: RiMA, 2006. 582p. cap. 11, p. 261 – 279.

OLIVEIRA, A. H.; LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; DE FREITAS, D. A. F.; DA SILVA, M. A.; PEREIRA, P. H.; DOS SANTOS, D. G.; VEIGA, F. **Implantação de práticas conservacionistas em áreas agrícolas e estradas, objetivando a recarga de água na sub-bacia das Posses, município de Extrema, MG**. XVII CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, outubro de 2008. 6p.

PAGLIA, A. P.; FERNADEZ, F. A.; MARCO JR., P. D.; **Efeito da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes?** IN: ROCHA, C. F. D.; BERGALHO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. **Biologia da conservação. Essências**. São Carlos: RiMA, 2006. 582p. cap. 12, p. 281 – 316.

PAGLIA, A. P.; FERNADEZ, F. A. **Metapopulações**. IN: PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 252 p. cap. 4, 49 – 54.

PAULISTA, G.; VARVAKIS, G.; MONTIBELLER-FILHO, G. **Espaço emocional e indicadores de sustentabilidade**. Revista Ambiente & Sociedade. Campinas, v. XI, nº 1, p. 185-200. Jan-Jun. 2008.

PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional**. Segundo Simpósio de Sistemas Agroflorestais. Sergipe. 2003.

PEREIRA, P. H., CORTEZ, B. A., TRINDADE, T., MAZOCHI, M. N. **Conservadores das Águas, 5 anos**. Extrema, MG: Prefeitura Municipal de Extrema, 2010, 68p.

PIRES, A. S.; FERNADEZ, F. A. S.; BARROS, C. S. **Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidade e populações animais**. IN: ROCHA, C. F. D.; BERGALHO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. **Biologia da conservação. Essências**. São Carlos: RiMA, 2006. 582p. cap. 10 p. 231 – 260.

POGGIANI, F.; STAPE, J. L.; GONÇALVES, J. L. M. **Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais**. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v. 12, n. 31, p. 33-44, 1998.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 503p.

RICARTE, J. D.; RIBEIRO, M. T.; FAGUNDES, G. G.; FERRAZ, M. G.; HABIB, M. **Avaliação de agroecossistemas em propriedades de produção orgânica no município de Jaguariúna, SP, através de indicadores de sustentabilidade**. *Interagir Pensando a Extensão*. Rio de Janeiro, n. 9, p. 173-184. 2006.

ROCHA, E. J. P. L. (2006). **“Agroflorestas sucessionais no assentamento Fruta D'Anta/MG: potenciais e limitações para a transição agroecológica”**. *Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável*. Brasília: Universidade de Brasília.

RODIGHERÍ, H. R. **Circular técnica nº. 26. Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo.** Colombo, PR: Embrapa. 1997. 35p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares.** IN: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2ª Ed. São Paulo: EDUSP: FAPESP, 2001. 320 p.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento.** IN: DIAS, L. E. & MELO, J. W. V. (ed.). **Recuperação de áreas degradadas.** Universidade Federal de Viçosa. Sociedade de recuperação de áreas degradadas. p. 203-215. 1998.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica.** Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. p. 4–15. 1996.

RODRIGUES, E.; CAINZOS, R. L. P.; QUEIROGA, J.; HERRMANN, B. C. **Conservação em paisagens fragmentadas.** IN: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (organizadores); SANTOS, A. J. D...[et al.]. **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre.** Curitiba: Editora da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. Reimpressão 2004. 667p. cap. 18, p. 481 – 511.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. **Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará.** Acta Amazonica, Vol. 34(2) 2004: 251 – 263. Disponível em: (<http://www.scielo.br/pdf/aa/v34n2/v34n2a12.pdf>). Acesso em: 27 de set. de 2011.

SÃO PAULO. **Resolução SMA 8, de 7 de abril de 2007.** Altera e amplia as resoluções SMA 21 de 21-11-2001 e SMA 47 de 26-11-2003. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. Diário Oficial Poder Executivo. São Paulo, 2007.

SÃO PAULO. **RESOLUÇÃO SMA 44, de 30 de junho de 2008.** Define critérios e procedimentos para a implantação de sistemas agroflorestais. Diário Oficial Poder Executivo. São Paulo, 2008.

SER (*Society for Ecological Restoration International*). **Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.** www.ser.org y Tucson: *Society for Ecological Restoration International*, 2004. 15p. Disponível em: <[http://www.ser.org/content/ecological\\_restoration\\_primer.asp](http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp)>. Acessado em 10 de dezembro de 2011.

SEVILHA, A. C.; PAULA, A.; LOPES, W. P.; SILVA, A. F. **Fitossociologia do estrato arbóreo de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (Face Sudoeste), Viçosa, Minas Gerais.** Revista Árvore, v. 25, n. 4, p. 431-443, 2001.

SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA-NETO, J. A. A.; DE SOUZA, A. L. **Composição florística e estrutura de uma floresta estacional semidecidual montana em viçosa, MG.** Revista Árvore, Viçosa - MG, v.28, n.3, p. 397-405, 2004.

SIMINSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S.; FANTINI, A. C. **Sucessão florestal secundária no município de São Pedro de Alcântara, litoral de Santa Catarina: estrutura e diversidade.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 21-33. Disponível em:

(<http://www.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v14n1/A4V14N1.pdf>). Acesso em: 27 de set. de 2011.

SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica. Período de 2008-2010.** São Paulo, 2011. 122p.

SOS MATA ATLÂNTICA, FUNDAÇÃO. **Mata Atlântica tem maior biodiversidade de árvores.** São Paulo, ano IX, nº. 11: SOS Mata Atlântica. 1996.

TONHASCA JR, A. **Ecologia e história da Mata Atlântica.** Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 197p.

TOWSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia;** tradução: Leandro da Silva Duarte – 3ª Ed – Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

VIVAN, J. V.; FLORIANI, G. S. **Construção participativa de indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais em rede na Mata Atlântica.** Disponível em: <http://www.rebraf.org.br/media/indicadores%20de%20sustentabilidade.pdf>. Acessado em 15 de dezembro de 2011.

WHATELY, M.; CUNHA, P. **Cantareira 2006: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo. Resultados do Diagnóstico Socioambiental Participativo do Sistema Cantareira.** São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007. 68p.

WILSON, E. O. **Biodiversidade;** tradução: Marcos Santos; Ricardo Silveira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1997. 670 p.

## APÊNDICE

**Lista de espécies encontradas no SAF da propriedade do  
Sr. Luis Agostinho Ioris, Sítio Três Pinheiros, Pinhalzinho – SP.  
(dados não publicados e fornecidos pelo proprietário)**

<b><i>Nome popular</i></b>	<b><i>Nome científico</i></b>
Abacateiro	<i>Persea americana</i>
Açafrão	<i>Curcuma longa</i>
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>
Alfavaca	<i>Ocimum basilicum</i>
Alfazema	<i>Lavandula</i>
Aluman (boldo baiano)	<i>Vernonis condensata Baker</i>
Amora	<i>Morus nigra.</i>
Angico branco	<i>Anadenanthera peregrina</i>
Anil	<i>Indigofera suffruticosa</i>
Araçá	<i>Psidium araca Raddi</i>
Araticum	<i>Annona glabra</i>
Arnica brasileira	<i>Solidago microgrossa</i>
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>
Arruda	<i>Ruta graveolens</i>
Assa peixe	<i>Vernonia polyanthes</i>
Agave	<i>Agave americana</i>
Avelos	<i>Euphorbia tirucalli L.</i>
Avenca	<i>Adiantum capillus-veneris.</i>
Babosa	<i>Aloe vera</i>
Balsamo alemão	<i>Kalanchoe tubiflora</i>
Bardana	<i>Arctium lappa</i>
Banana	<i>Musa sapientum</i>
Benção de Deus	<i>Talinum patens</i>
Boldo brasileiro	<i>Plectrathus barbatus</i>

Boldo rasteiro	<i>Plectrathus ornatus</i>
Camomila	<i>Matricaria chamomila</i>
Cana do brejo	<i>Costus spicatus</i>
Capim limão	<i>Cymbopogon citratus</i>
Capuchinha	<i>Tropaeolum majus</i>
Cará	<i>Dioscorea trifida</i>
Carqueja	<i>Baccharis genistelloides</i>
Cavalinha	<i>Equisetum hyemalle</i>
Centella	<i>Centella asiática</i>
Chapeu de couro	<i>Echinodorus macrophyllus</i>
Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>
Confrey	<i>Symphitum officinalis.</i>
Copaíba	<i>Copaifera langsdorffi</i>
Cordão de frade	<i>Leonotis nepetaefolia</i>
Dente de leão	<i>Taraxacum officinalles</i>
Doril	<i>Alternanthera brasiliana</i>
Embaúba	<i>Cecropya pachystachya</i>
Erva cidreira	<i>Melissa officinalis</i>
Erva cidreira de arbusto	<i>Lippia alba (Mill) N.E. Brown</i>
Erva de bicho	<i>Polygonum acre</i>
Erva doce	<i>Foeniculum vulgare.</i>
Erva mate	<i>Ilex paraguayensis.</i>
Erva de Santa Maria	<i>Chenopodium ambrosioides</i>
Espinheira santa	<i>Maytenus ilicifolia</i>
Eucalipto	<i>Eucaliptus globulos</i>
Feijão guandu	<i>Cajanus cajan</i>
Folha da fortuna	<i>Bryophyllum pinnatum</i>
Fruta do conde	<i>Annona squamosa L..</i>
Fumo	<i>Nicotiana tabacum L.</i>
Funcho	<i>Foeniculum vulgare Mill.</i>
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>

Goiabeira	<i>Psidium guayava</i>
Grandiúva	<i>Trema micrantha</i>
Graviola	<i>Annona muricata</i>
Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>
Guaçatonga	<i>Casearia sylvestris</i>
Guaco	<i>Mikania glometara</i>
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>
Hortelã	<i>Mentha spicata</i>
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia chysotricha</i>
Ipê-roxo	<i>Tabebuia avellanedae</i>
Jaborandi	<i>Piper gaudichaudiana</i>
Jabuticabeira	<i>Myrtus cauliflora</i>
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>
Jequitibá	<i>Cariniana legalis</i>
Jurubeba	<i>Solanum paniculatum</i>
Licopódio	<i>Lycopodium clavatum</i>
Losna	<i>Artemisia vulgaris</i>
Lou	<i>Laurus nobilis</i>
Macela do campo	<i>Achyrocline satureioides</i>
Mamoeiro	<i>Carica papaya</i>
Magnólia	<i>Magnólia officinalis</i>
Maracujá	<i>Passiflora incarnata</i>
Maria pretinha	<i>Solanum americanum Mill.</i>
Menta	<i>Mentha piperita</i>
Milifolio	<i>Achillea millefolium</i>
Mirra	<i>Tetradenia riparia</i>
Mulungu	<i>Erythrina mulungu</i>
Palmito juçara	<i>Euterpe edulis</i>
Pariparoba	<i>Pothomorphe umbellata</i>
Pata de vaca	<i>Bauhinia sp.</i>
Patchuli	<i>Pogostemon patchouly</i>

Pera	<i>Pyrus communis</i>
Peixinho	<i>Stachys lanata L.</i>
Picão preto	<i>Bidens pilosus</i>
Pinheiro	<i>Araucaria angustifolia</i>
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
Poejo	<i>Mentha pulegium</i>
Quebra pedra	<i>Phyllanthus niruri</i>
Romãzeira	<i>Punica granatum</i>
Rosário	<i>Coix lacryma-jobi L.</i>
Rosa branca	<i>Rosa alba</i>
Rubim	<i>Leonurus sibiricus</i>
Saião	<i>Kalonchoe gastonis-bonieri</i>
Sabugueiro	<i>Sambucus nigra</i>
Sálvia	<i>Salvia officinallis</i>
Sangra d'água	<i>Croton urucurana</i>
Serralha	<i>Sonchus oleraceus</i>
Sete sangrias	<i>Cuphea sp.</i>
Sisal	<i>Agave sisalana</i>
Taboa	<i>Typha domingensis Pers.</i>
Tanchagem	<i>Plantago major</i>
Tomilho	<i>Thymus vulgaris</i>
Trombeta	<i>Datura candida</i>
Tuia	<i>Thuja occidentalis</i>
Urucum	<i>Bixa orellana</i>
Verbasco	<i>Buddleia brasiliensis</i>
Yakon	<i>Polymnia sonchifolia</i>
Zedoária	<i>Curcuma zedoaria</i>