

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ENGENHARIA AMBIENTAL

TATIANA PARREIRAS MARTINS

**Sistemas agroflorestais como alternativa para
recomposição e uso sustentável das reservas legais**

São Carlos
2013

TATIANA PARREIRAS MARTINS

**Sistemas agroflorestais como alternativa para
recomposição e uso sustentável das reservas legais**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri

São Carlos
2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

M379s Martins, Tatiana Parreiras
Sistemas agroflorestais como alternativa para
recomposição e uso sustentável das reservas legais /
Tatiana Parreiras Martins; orientador Victor Eduardo
Lima Ranieri. São Carlos, 2013.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de
Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2013.

1. Reserva Legal. 2. Sistemas Agroflorestais. 3.
Sustentabilidade. 4. Indicadores. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Licenciada e Bacharel **TATIANA PARREIRAS MARTINS**.

Título da dissertação: "Sistemas agroflorestais como alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais".

Data da defesa: 30/08/2013

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. **Victor Eduardo Lima Ranieri (orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Profa. Dra. **Renata Evangelista de Oliveira**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Dra. **Maria José Brito Zakia**
(Zakia e Almeida Assessoria Socioambiental)

Resultado:

APROVADA

Aprovada

Aprovada.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental:
Prof. Dr. **Frederico Fabio Mauad**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

Àqueles que lutam para que todos
os seres tenham seus direitos
reconhecidos e respeitados.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo e à Escola de Engenharia de São Carlos pela oportunidade de realização do mestrado e de desenvolvimento deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa concedida. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo auxílio financeiro à pesquisa.

Ao Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri, pela solicitude, compreensão, orientação e aprendizados.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e dedicação dispensada à avaliação e aprimoramento deste trabalho.

Aos professores e funcionários da Universidade de São Paulo, em São Carlos e em Piracicaba, e da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", em Botucatu, que contribuíram no percurso do mestrado.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, pelo convívio, ajuda e amizade.

Aos profissionais consultados ao longo da pesquisa, pela atenção, disposição em colaborar e contribuições.

Aos integrantes do Instituto de Pesquisas Ecológicas, especialmente Laurry Cullen Jr. e Tiago Pavan Beltrame, pela atenção e contribuições à pesquisa.

Aos proprietários da Fazenda São Luiz, Denise Bittencourt Amador e Rodrigo Barbosa Junqueira, e aos integrantes do Mutirão Agroflorestal, especialmente Patrícia Vaz da Silva, Lena Ferreira, Fabiana Peneireiro e Sérgio Olaya, pelas contribuições à pesquisa e pelo acolhimento, generosidade, ensinamentos e amizade.

Aos participantes dos cursos de 2012 da Fazenda São Luiz, pela convivência, empatia, lições e amizade.

Ao Ernst Götsch, fonte de inspiração, aprendizados e esperança.

Ao Fernando Sordi Taveira, pelo incentivo, apoio e companheirismo.

Aos meus familiares pelo amor e apoio incondicionais. Em especial, meu pai, Ivanilson José Martins, e minha mãe, Solange Parreiras Martins.

Mencionados ou não aqui, minha imensa gratidão a todos que participaram, direta ou indiretamente, deste trabalho e, para além dele, compuseram os dois melhores anos que já vivi.

Muito obrigada!

“A maior utilidade da vida é usá-la em prol
de algo que sobreviva a ela.”

William James

RESUMO

As reservas legais (RL) são uma categoria de área protegida brasileira que visa o uso econômico sustentável concomitante à proteção ambiental da biodiversidade e dos processos ecológicos. Entre as alternativas para concretização dessas funções, seja na restauração e/ou uso desses espaços, estão os sistemas agroflorestais (SAF). Tais sistemas são frequentemente apontados como sustentáveis, por proporcionarem simultaneamente benefícios biológicos e socioeconômicos. Este trabalho tem como objetivo abordar, nos aspectos teórico e prático, a possibilidade de uso de SAF para recomposição e uso sustentável das RL. Os dois primeiros capítulos, baseados em revisão bibliográfica, discutem: a adequação, os potenciais, as limitações e as características de SAF para cumprimento de objetivos de conservação e para constituição das RL (capítulo 1); a viabilidade, os meios e as metas para conciliação da proteção ambiental ao desenvolvimento socioeconômico preconizado para as RL (capítulo 2). O capítulo 3 estabelece um conjunto de indicadores para avaliar e monitorar a sustentabilidade, na dimensão ecológica/ambiental, de SAF no contexto da restauração e uso das RL, em áreas de fisionomia florestal tropical. A metodologia adotada para o capítulo consistiu em pesquisas bibliográficas e consultas a especialistas. Do capítulo 1, destacam-se as seguintes conclusões: SAF podem constituir ótimas opções para reorientar os sistemas produtivos humanos, mas seu emprego em áreas protegidas é questionável e deve ser criterioso; os SAF complexos são a opção mais próxima de cumprir com objetivos de conservação e princípios da sustentabilidade; SAF são pobres substitutos para ecossistemas naturais, portanto, não devem ser promovidos em detrimento da vegetação natural remanescente, mas como ferramenta complementar aos esforços de conservação, restaurando ecossistemas e compondo uma matriz de melhor qualidade fora das áreas protegidas. Do capítulo 2, as principais conclusões são: a conciliação da proteção ambiental ao desenvolvimento socioeconômico permanece um desafio; a busca e aprimoramento de práticas sustentáveis de uso direto dos recursos naturais deveriam ocorrer predominantemente fora das áreas protegidas, que devem priorizar a proteção da biodiversidade; a legislação, que propõe diversas funções para as RL, não orienta como concretizá-las; é necessário definir critérios e metas para restauração e uso sustentável das RL, nas distintas dimensões da sustentabilidade, mantendo a flexibilidade para adequação aos distintos contextos. O capítulo 3 evidenciou a diversidade, e divergência, de visões e posicionamentos dos profissionais que trabalham com SAF e propôs o seguinte conjunto de indicadores, subdivididos em três categorias: (a) estrutura – estrato (avaliação atemporal), distribuição em classes diamétricas, densidade e exposição do solo; (b) composição – riqueza, abundância, ciclos de vida, função das exóticas; (c) função – regenerantes e mudas, horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa). São recomendadas adaptações em função do contexto de restauração ou uso sustentável e do diagnóstico da área. No caso da restauração sugere-se a adicional observação do nível de complexificação do ambiente demandado pelas espécies a serem implantadas. São também apresentadas considerações e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação realizada por meio dos indicadores propostos. Espera-se que este trabalho contribua para futuras discussões em âmbito acadêmico e para aplicação prática subsidiando as ações do Estado na orientação da implantação e manejo, na fiscalização e monitoramento dos SAF que compõem as RL.

Palavras-chave: Reserva Legal. Sistemas Agroflorestais. Sustentabilidade. Indicadores.

ABSTRACT

Legal Reserve (RL) is a Brazilian category of protected area that aims to provide sustainable economic uses in agreement to environmental protection of biodiversity and ecological processes. Among the alternatives to achieve these functions, either in the restoration or use of these areas, there are the agroforestry systems (SAF). These systems are considered sustainable by offering biological and socioeconomic benefits. This research addresses the theoretical and practical aspects of the possibility of using SAF for restoration and sustainable use of RL. The first two chapters, based on literature review, discuss: the suitability, the potential, the limitations and the characteristics of SAF for achieving conservation objectives and for constitution of RL (chapter 1); the viability, means and targets to conciliate environmental protection to the socioeconomic development advocated for RL (chapter 2). Chapter 3 provides a set of indicators to assess and monitor the ecological/environmental sustainability of SAF in the context of restoration and use of RL in tropical forest areas. The chapter was constructed based on literature review and consultations to specialists. From chapter 1, some important conclusions are: SAF can be a great option to refocusing the human productive systems, but its use in protected areas is questionable and must be careful; complex SAF are the best option to meet conservation objectives and principles of sustainability; SAF are poor substitutes for natural ecosystems, therefore, they should not be promoted at the expense of the remaining natural vegetation, but as a complementary tool to conservation efforts by restoring ecosystems and composing a best quality matrix outside protected areas. From chapter 2, the main conclusions are: reconciling environmental protection to socioeconomic development remains as a challenge; the research and improvement of sustainable development practices should occur outside protected areas, which should primarily be dedicated to the protection of biodiversity; the legislation proposes various functions to the RL but does not guide how to achieve them, it is necessary to define clear criteria and goals for restoration and sustainable use of the RL in the different sustainability dimensions, while maintaining the flexibility of adapting them to the different contexts. Chapter 3 highlighted the diverse and divergent viewpoints and attitudes of SAF professionals workers and proposed the following set of indicators, divided into three categories: (a) structure – vertical structure (timeless evaluation), diameter classes distribution, density and soil exposure, (b) composition – species richness and relative abundance, life cycles, exotic species function (c) function – natural regeneration, organic horizon (litter or peat). Adaptations are recommended regarding the context of restoration and sustainable use, and the diagnosis of the area. For the restoration context, the environmental complexity level demanded by the species to be implanted should be observed. Suggestions about the parameters for evaluation carried out by the proposed indicators are presented. It is hoped that this study contribute to future scientific discussions and to support the government in guiding the implementation and management, supervision and monitoring of the SAF that will compose RL.

Keywords: Legal Reserve. Agroforestry. Sustainability. Indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Representação simplificada da problemática do capítulo 1.....	30
Ilustração 2 - Etapas metodológicas da pesquisa (capítulo 3).....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores e respectivas descrições	76
Quadro 2 – Quadro para avaliação dos indicadores	81
Quadro 3 – Avaliação dos indicadores, quanto à viabilidade e importância, e soma dos valores atribuídos a esses atributos.....	87
Quadro 4 - Classificação da relevância de inclusão dos indicadores segundo a avaliação do Instituto de Pesquisas Ecológicas	88
Quadro 5 - Classificação da relevância de inclusão dos indicadores segundo a avaliação da Fazenda São Luiz.....	89
Quadro 6 – Análise das avaliações feitas acerca da viabilidade dos indicadores.....	90
Quadro 7 – Análise das avaliações feitas acerca da importância dos indicadores	91
Quadro 8 – Classificação da prioridade de inclusão dos indicadores de acordo com a viabilidade	93
Quadro 9 – Classificação da prioridade de inclusão dos indicadores de acordo com a importância.....	94
Quadro 10 – Classificação da prioridade de inclusão dos indicadores de acordo com a viabilidade e a importância.....	95
Quadro 11 - Classificação dos indicadores nas categorias estrutura, composição e função; seleção do conjunto final e justificativas	108
Quadro 12 – Conjunto final de indicadores e respectivas descrições.....	110
Quadro 13 - Densidade verificada em ecossistemas em restauração.....	116
Quadro 14 - Densidade verificada nas agroflorestas da Cooperafloresta	117
Quadro 15 - Valores esperados para riqueza segundo Suganuma (2013) e riqueza verificada em SAF complexos	119
Quadro 16 – Valores para o Índice de Pielou verificados em ecossistemas em restauração .	120
Quadro 17 - Valores esperados segundo Suganuma (2013) e encontrados em ecossistemas em restauração para riqueza e densidade de regenerantes	123
Quadro 18 - Produção de serrapilheira verificada em ecossistemas em restauração.....	124

LISTA DE SIGLAS

ABA	Associação Brasileira de Agroecologia
ANA	Articulação Nacional de Agroecologia
APP	Área de Preservação Permanente
CAP	Circunferência a altura do peito
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CONSAF	Consórcio de Desenvolvimento Agroflorestal na Mata Atlântica
DAP	Diâmetro a altura do peito
FES	Floresta Estacional Semidecidual
ICRAF	<i>World Agroforestry Centre</i> (Centro Mundial Agroflorestal)
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPÊ	Instituto de Pesquisas Ecológicas
IPEF	Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i> (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais)
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONG	Organizações Não Governamentais
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
REBRAF	Rede Brasileira Agroflorestal
RL	Reserva Legal
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAF	Sistemas Agroflorestais
SER	<i>Society for Ecological Restoration</i> (Sociedade Internacional para Restauração Ecológica)
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo
TAPIS	<i>Traditional Agroforestry Performance Indicators System</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	15
CAPÍTULO I - SISTEMAS AGROFLORESTAIS: POTENCIAIS E LIMITAÇÕES PARA CONSERVAÇÃO E CONSTITUIÇÃO DAS RESERVAS LEGAIS	17
1. RESUMO	17
2. INTRODUÇÃO	17
3. CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS EM TERRAS PRIVADAS	18
3.1. <i>O instrumento dos espaços territoriais protegidos privados</i>	18
3.2. <i>A reserva legal e seu regime de uso</i>	20
4. SUSTENTABILIDADE	21
5. AGROECOLOGIA E AGROECOSSISTEMAS SUSTENTÁVEIS	23
6. SISTEMAS AGROFLORESTAIS	26
6.1. <i>Sistemas agroflorestais complexos</i>	28
7. POTENCIAIS E FRAGILIDADES DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA CONSERVAÇÃO....	30
8. SISTEMAS AGROFLORESTAIS COMO ALTERNATIVA PARA AS RESERVAS LEGAIS	33
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
CAPITULO II – FUNÇÕES DA RESERVA LEGAL E METAS PARA RESTAURAÇÃO E USO SUSTENTÁVEL DA ÁREA PROTEGIDA	37
1. RESUMO	37
2. INTRODUÇÃO	37
3. BREVE HISTÓRICO DO INSTRUMENTO DAS RESERVAS LEGAIS.....	38
4. CARACTERÍSTICAS ATUAIS DO INSTRUMENTO DAS RESERVAS LEGAIS	40
5. RESERVAS LEGAIS: PERSPECTIVA HISTÓRICA E ATUAL	44
6. CRITÉRIOS E METAS PARA CUMPRIMENTO DAS FUNÇÕES DAS RESERVAS LEGAIS	46
7. ÁREAS PROTEGIDAS DE USO SUSTENTÁVEL: EFETIVIDADE DA ESTRATÉGIA DE CONSERVAÇÃO	48
8. USO SUSTENTÁVEL DAS RESERVAS LEGAIS	51
9. RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DAS RESERVAS LEGAIS.....	54
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
CAPÍTULO III - SISTEMAS AGROFLORESTAIS EM RESERVAS LEGAIS: INDICADORES PARA MONITORAMENTO DA SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA/AMBIENTAL.....	59
1. RESUMO	59
2. INTRODUÇÃO	59
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	60
3.1. <i>Monitoramento</i>	60
3.2. <i>Indicadores</i>	61
3.3. <i>Ecossistemas de referência</i>	68
3.4. <i>Fisionomia florestal tropical brasileira</i>	69

4.	OBJETIVOS	70
4.1.	<i>Objetivo geral</i>	70
4.2.	<i>Objetivos específicos</i>	70
5.	METODOLOGIA.....	71
5.1.	<i>Considerações gerais</i>	71
5.2.	<i>Levantamento dos critérios e indicadores</i>	72
5.3.	<i>Identificação dos requisitos gerais para avaliação e monitoramento</i>	72
5.4.	<i>Seleção e adaptação dos critérios e indicadores</i>	73
5.5.	<i>Complementações e descrição dos indicadores</i>	75
5.6.	<i>Definição do conjunto final de indicadores</i>	78
5.7.	<i>Definição dos parâmetros para avaliação</i>	83
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
6.1.	<i>Abordagem 1</i>	83
6.2.	<i>Abordagem 2</i>	97
6.3.	<i>Apontamentos e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação</i>	112
7.	RECOMENDAÇÕES GERAIS PARA USO DOS INDICADORES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
	CONCLUSÃO GERAL	126
	REFERÊNCIAS.....	129
	APÊNDICES	143
	APÊNDICE A – QUESTÃO ENVIADA A ESPECIALISTAS PARA DETERMINAÇÃO DOS CASOS A SEREM CONSULTADOS.....	143
	APÊNDICE B - ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE OS INDICADORES	145
	ANEXO	151
	ANEXO A – CRITÉRIOS E INDICADORES IDENTIFICADOS EM ORSI ET AL. (2011).....	151

INTRODUÇÃO GERAL

O presente trabalho aborda a possibilidade de uso de sistemas agroflorestais (SAF) para recomposição e uso sustentável das reservas legais (RL), áreas protegidas brasileiras que visam o uso econômico sustentável concomitante às funções de proteção da biodiversidade, reabilitação e conservação de processos ecológicos. Nos primórdios, esta pesquisa centrava-se no estabelecimento do conjunto de indicadores para avaliação e monitoramento da sustentabilidade ecológica/ambiental dos SAF no contexto das RL. Entretanto, o percurso rumo a esse intento revelou questões de cunho teórico que não poderiam ser deixadas de lado. Assim, optou-se pela construção deste trabalho em três capítulos: nos dois primeiros, teóricos, são postas reflexões e discussões relacionadas ao tema que intitula este trabalho; o terceiro trata do estabelecimento do conjunto de indicadores.

O primeiro capítulo apresenta elementos e considerações pertinentes à discussão de duas questões centrais: Os sistemas agroflorestais constituem alternativa adequada para comporem as reservas legais? Quais SAF possibilitam o cumprimento das funções dessas áreas protegidas? Para tanto, partiu-se da apresentação dos conceitos e fundamentação, acerca de “reserva legal”, “sustentabilidade” e “sistemas agroflorestais”, que subsidiam a conseguinte abordagem das perguntas destacadas.

O segundo capítulo lida com questões decorrentes do objetivo preconizado para as RL, de conciliação da proteção do meio ambiente com o desenvolvimento socioeconômico: É possível concretizar o cumprimento simultâneo das funções da reserva legal? Como? Quais são as metas para restauração e uso sustentável dessa área protegida? O capítulo apresenta noções e elementos para discussão dessas questões, desde relacionados à legislação pertinente, à literatura que discute a efetividade das estratégias de conservação em áreas protegidas de uso sustentável, ao conhecimento atual acerca da restauração e uso sustentável das RL.

Sendo os SAF uma opção para recomposição e uso sustentável das RL, é fundamental estabelecer critérios e limites para que a sustentabilidade preconizada pela legislação ambiental se concretize. Assim, o terceiro capítulo teve como objetivo estabelecer um conjunto adequado de indicadores para avaliar e monitorar a sustentabilidade, na dimensão ecológica/ambiental, de SAF enquanto alternativa para recomposição e uso sustentável das RL, em áreas cuja fisionomia é florestal (tropical).

Capítulo I - Sistemas agroflorestais: potenciais e limitações para conservação e constituição das reservas legais

1. Resumo

De acordo com a legislação ambiental brasileira, os sistemas agroflorestais (SAF) constituem uma alternativa para recomposição e uso das Reservas Legais (RL). Todavia, uma vez que SAF compreende práticas muito heterogêneas, é pertinente discutir se, e quais, sistemas são adequados para cumprir as funções dessas áreas protegidas. Nesse sentido, o presente capítulo apresenta, com base em revisão bibliográfica, elementos e considerações pertinentes à questão. A bibliografia aponta que o valor e potencial dos SAF para conservação são limitados e controversos; a sustentabilidade, os benefícios e o potencial desses sistemas dependem de sua tipologia (estrutura e diversidade), da paisagem do entorno e da condução do manejo. Dentre os SAF, os complexos são aqueles que apresentam potencial para cumprir com objetivos de conservação; tais sistemas atualmente adéquam-se e são conduzidos por pequenos produtores. Apesar disso, SAF são pobres substitutos para os ecossistemas naturais e, então, não devem ser promovidos em detrimento da vegetação natural remanescente; mas como alternativa promissora para restauração de ecossistemas. Por fim, é imprescindível estabelecer critérios e limites para o uso dos SAF na recuperação e exploração das RL; tais parâmetros devem ser baseados em estudos sobre a viabilidade, ecológica/ambiental e socioeconômica, a longo prazo desses sistemas.

2. Introdução

O recente debate a respeito das mudanças na legislação ambiental brasileira, em especial no Código Florestal, despertou a atenção de muitos setores da sociedade sobre o modelo de produção agropecuária adotado no país e as responsabilidades dos proprietários rurais em relação à conservação e recuperação das florestas e demais formas de vegetação nativa, dos solos e da água.

Por um lado, setores capitaneados por grandes proprietários de terras defenderam a redução das responsabilidades dos proprietários, alegando que o Código vigente desde 1965 e atualizado ao longo de quatro décadas e meia impunha severas limitações ao desenvolvimento

do setor agropecuário (CNA, 2011). Em oposição a essa visão, cientistas apontaram de forma convergente para os possíveis prejuízos decorrentes das alterações propostas e para a existência de área suficiente para conciliação da preservação do patrimônio biológico à crescente produção agropecuária para consumo interno e exportações (BACHA, 2004; BRANCALION *et al.*, 2012; MARTINELLI *et al.*, 2010; METZGER, 2010; SBPC; ABC, 2011a; SPAROVEK *et al.*, 2010, 2011, 2012; VIANA *et al.*, 2002). Apesar dos esforços e evidências científicas, em 25 de maio de 2012 foi aprovada a Lei nº 12.651, ainda repleta de pontos polêmicos, como as funções das reservas legais e a aplicação desse instrumento.

Enquanto no Código Florestal de 1965 essas áreas protegidas assumiam um papel nítido de conservação (BACHA, 2005; METZGER, 2002, 2010; RANIERI; MORETTO, 2012), na Lei nº 12.651/2012 tal objetivo é secundário diante das prioritárias funções de produção e uso econômico da RL. A própria existência das reservas legais passa de obrigatória em todas as propriedades rurais à condicionada por fatores como uso e ocupação anteriores do solo. Nos casos em que a obrigatoriedade das RL é mantida, a Lei nº 12.651/2012 estabelece como uma alternativa para recomposição e uso dessas áreas, o consórcio de espécies nativas e exóticas em sistema agroflorestal (BRASIL, 2012a).

Porém, a qualificação “sistemas agroflorestais” (SAF) abrange uma ampla gama de sistemas, desde muito simplificados, compostos por duas ou poucas espécies, até os mais complexos e biodiversos. Diante disso, ficam as seguintes perguntas: Os sistemas agroflorestais constituem alternativa adequada para comporem as reservas legais? Quais SAF possibilitam o cumprimento das funções dessas áreas protegidas?

Este capítulo tem como objetivo apresentar elementos e considerações pertinentes à discussão dessas questões. Para tanto, primeiramente, apresentar-se-ão os conceitos e a fundamentação necessária à conseguinte abordagem e discussão das perguntas destacadas.

3. Conservação dos recursos naturais em terras privadas

3.1. O instrumento dos espaços territoriais protegidos privados

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 apresenta claramente, no Capítulo VI, artigo 225, a preocupação com um meio ambiente ecologicamente equilibrado para todos, incluindo presentes e futuras gerações. De acordo com a Constituição, incumbe à coletividade e ao Poder Público o dever de defesa e preservação do meio ambiente; sendo que

ao último compete, entre outros, a preservação e restauração de processos ecológicos essenciais, o provimento do manejo ecológico das espécies e ecossistemas, a definição, em todas as unidades da Federação, de espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos (BRASIL, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981) também apresenta essa preocupação com a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, estabelecendo entre seus objetivos: a definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias orientadas para o uso racional de recursos ambientais, a difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, a formação de consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico, preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente (BRASIL, 1981). Para tanto, institui como um de seus instrumentos a criação de espaços territoriais especialmente protegidos, instrumento que é detalhado nas leis nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza), e nº 12.651/2012, de 25 de maio de 2012. Ambas reconhecem a importância do uso sustentável dos recursos naturais como uma estratégia importante para a conservação da natureza e reabilitação de processos ecológicos (BRASIL, 2000, 2012a).

As áreas protegidas são reconhecidas, a nível global, como essenciais para a preservação de uma gama de bens e serviços fundamentais para a vida na Terra (CHAPE *et al.*, 2008; ELI, 2003; MULONGOY; CHAPE, 2004), e, se efetivamente geridas, propiciam benefícios ecológicos, sociais e econômicos (HOCKINGS; PHILLIPS, 1999). Sendo assim, a rede de áreas protegidas está amplamente distribuída pela superfície do planeta e em ampliação (CHAPE *et al.*, 2008; HOCKINGS; PHILLIPS, 1999; IUCN; UNEP-WCMC, 2012; RODRIGUES, A. S. L. *et al.*, 2004).

Como as áreas públicas sob proteção são consideradas insuficientes, em quantidade e distribuição (BROOKS *et al.*, 2004; GOTTFRIED *et al.*, 1996), a conservação em áreas de propriedades privadas, de fragmentos florestais e de outros tipos de vegetação nativa, é fundamental para proteção da natureza e um importante componente da estratégia nacional para uso sustentável dos recursos naturais (ELI, 2003; METZGER, 2002). Dessa forma, as áreas protegidas privadas também proliferam em todo o mundo (CHAPE *et al.*, 2008; ELI, 2003; LANGHOLZ; BRANDON, 2001).

Embora existam estratégias e iniciativas de conservação de caráter voluntário, como as reservas particulares do patrimônio natural (RPPN) e projetos piloto baseados em pagamento por serviços ambientais (PSA), como o Programa Produtor de Água e o Projeto Oásis, as estratégias governamentais brasileiras que visam à conservação de ecossistemas naturais em terras particulares constituem-se, fundamentalmente, em medidas de controle do uso da propriedade (RANIERI; MORETTO, 2012). Um dos instrumentos, que impõe regras ambientais ao uso da propriedade rural privada, é instituído pela Lei nº 12.651/2012: a Reserva Legal.

3.2. A reserva legal e seu regime de uso

Tal como definida no artigo 3º, inciso III da Lei nº 12.651/2012, a Reserva Legal (RL) é a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural (a porcentagem varia de acordo com a região do país) com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. Ranieri e Moretto (2012) colocam que, devido ao caráter obrigatório, as RL, juntamente com as áreas de preservação permanente, constituem os principais meios de promover a proteção da natureza em propriedades privadas.

A área da RL deve ser conservada com cobertura de vegetação nativa e ser explorada mediante manejo sustentável previamente aprovado pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). As propriedades cuja área de RL possui extensão inferior ao estabelecido pela lei, e que necessitam regularizar sua situação, têm como uma das opções possíveis à recomposição mediante plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas em sistema agroflorestal, desde que observados os seguintes parâmetros: o plantio de espécies exóticas deverá ser combinado com espécies nativas de ocorrência regional; a área recomposta com espécies exóticas não poderá exceder 50% da área total a ser recuperada. No caso de pequena propriedade ou posse rural familiar, a área da RL pode ser mantida com plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas cultivadas em sistema intercalar ou consórcio com espécies nativas. No caso de pequenos proprietários, a exploração agroflorestal sustentável, que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área é inclusive considerada atividade de interesse social, além de ser classificada como uma atividade eventual ou de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2012a).

Ademais, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) editou, em 8 de setembro de 2009, três Instruções Normativas (IN) para: orientar o procedimento de plantio e condução de espécies florestais nativas ou exóticas com finalidade de exploração econômica (IN MMA nº03), estabelecer procedimentos técnicos para a utilização sustentável da vegetação existente nas áreas de RL, sob a forma de manejo florestal sustentável (IN MMA nº04) e dispor sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das áreas de preservação permanente e da RL (IN MMA nº05) (BRASIL, 2009a, 2009b, 2009c).

Embora a importância ambiental e o potencial econômico das RL sejam objeto de pesquisas (BRANCALION *et al.*, 2012; FERREIRA, L. G. *et al.*, 2007; POMPERMAYER, 2006; RODRIGUES, E. C., 2007; VIANA *et al.*, 2002), são raras as propriedades rurais que possuem reserva legal averbada (BACHA, 2005; DÉSTRO; CAMPOS, S., 2010; SPAROVEK *et al.*, 2010), e as poucas existentes geralmente são mantidas sem qualquer regime de uso. Para compreender a possibilidade de uso sustentável e o potencial dessas áreas protegidas, é importante entender o conceito e implicações do termo “sustentabilidade”.

4. Sustentabilidade

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu com o nome de ecodesenvolvimento no início da década de 1970, num contexto de controvérsia sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente (MAY *et al.*, 2003). Em 1987, o relatório “Nosso Futuro Comum” (ou Relatório Brundtland) oficializou o termo “desenvolvimento sustentável” como “aquele que satisfaz as necessidades atuais sem sacrificar a habilidade de o futuro satisfazer as suas” (WCED, 1987).

De lá para cá, muitas definições, convergentes e divergentes, foram propostas. Certo consenso é verificado no progressivo reconhecimento de que a busca pela sustentabilidade e pelo desenvolvimento sustentável requer integração entre diversas dimensões¹, consideração simultânea de múltiplas escalas (de local a global) e alargamento do horizonte temporal para contemplar as necessidades intra-geracionais assim como a equidade inter-geracional (SACHS, 2002; VEIGA, 2010) Entretanto, diferentes objetivos, prioridades e perspectivas ainda geram divergências que posicionam os termos “sustentabilidade” e “desenvolvimento

¹ Sejam três (ambiental, social e econômica) propostas por John Elkington em 1990, oito (social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e política internacional) sugeridas por Sachs (2002), ou outras propostas (GLAVIČ; LUKMAN, 2007; PAWŁOWSKI, 2008; VUCETICH; NELSON, 2010).

sustentável” entre os mais ambíguos e controversos da literatura (GALLOPÍN, 2003; VEIGA, 2010).

No debate em economia do meio ambiente, as opiniões se dividem, basicamente, entre duas correntes principais de interpretação (MAY *et al.*, 2003):

- *Economia Ambiental Neoclássica*: Alinha-se com a visão da sustentabilidade fraca, na qual o capital natural pode ser substituído sem maiores problemas por outras categorias de capital (produzido, humano e social); e com a hipótese ambiental tênue, que vê o meio ambiente como neutro, benigno, passivo, basicamente estável e sujeito a impactos do sistema econômico que, em essência, podem ser revertidos e/ou são pouco importantes. Fundamentada no otimismo científico-tecnológico, tal visão acredita que o capital e o produto de uma economia têm como crescer de forma quase ilimitada, considerando mínima a possibilidade de o esgotamento dos recursos naturais virem a restringir a expansão da economia.
- *Economia Ecológica*: Alinha-se com a visão da sustentabilidade forte, posição que não aceita a substituição sem restrições entre o capital natural e as demais categorias de capital; e com a hipótese ambiental aprofundada, que vê o meio ambiente como “frágil”, passível de sofrer alterações desestabilizadoras e irreversíveis em função de impactos graves que o sistema econômico pode causar. Segundo essa visão há limites para o crescimento e funcionamento do sistema econômico; tais limites podem ser relativizados, mas não eliminados, pelo progresso científico e tecnológico.

A despeito das divergências, controvérsias e ambiguidades, a ideia da sustentabilidade se tornou muito popular, e foi incorporada no programa e retórica de grande parte dos governos e instituições (VIANA, 1999). Na legislação ambiental brasileira não é diferente: a sustentabilidade constitui um claro princípio norteador e um objetivo de destaque, inclusive nas abordagens de uso sustentável que integram as estratégias para conservação em áreas protegidas, como o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (BRASIL, 2006) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000). Entretanto, os resultados efetivamente alcançados estão muito aquém do necessário. Há uma distância enorme entre o discurso e a prática, muitas tentativas de transposição do conceito para ações práticas coerentes têm fracassado e, dependendo da definição adotada para “sustentabilidade” (e termos derivados), uma mesma prática pode ser considerada sustentável ou não (VEIGA, 2010; VIANA, 1999).

Na dimensão ecológica e/ou ambiental, contemplada por qualquer perspectiva de sustentabilidade, deve-se minimamente manter os processos ecológicos essenciais e os

sistemas de suporte à vida, de forma que o atendimento das necessidades presentes não comprometa o atendimento das necessidades das gerações futuras (MORSE, 2010; ROGERS *et al.*, 2008). Portanto, a adjetivação “sustentável” é condicionada pela capacidade de perpetuação no futuro (MORSE, 2010), potencial que somente pode ser determinado por meio de monitoramento, a longo prazo, de componentes do sistema. Entretanto, na maioria das ações práticas ditas ou consideradas “sustentáveis”, a sustentabilidade tem sido apenas assumida, sem ser testada ou demonstrada (FERNANDEZ, 2005; FERNANDEZ *et al.*, 2012; MORSE, 2010; PERES *et al.*, 2003). De forma recorrente, são designadas como “sustentáveis” formas de exploração de recursos que tenham impacto ecológico menor que outras formas de exploração mais degradadoras. Entretanto, uma forma de uso menos danosa não necessariamente implica em sustentabilidade (FERNANDEZ, 2005; FERNANDEZ *et al.*, 2012).

Diante do exposto acerca da sustentabilidade e reconhecendo que a legislação ambiental brasileira preconiza o uso sustentável das RL, inclusive por meio de sistemas produtivos agrícolas, é importante compreender as bases teóricas para construção e condução de uma agricultura sustentável.

5. Agroecologia e agroecossistemas sustentáveis

O declínio na qualidade de vida rural e a degradação da base de recursos naturais associada à agricultura pós Revolução Verde, na segunda metade do século XX, impulsionou a discussão sobre o desenvolvimento sustentável neste meio, tornando a produção agrícola não apenas uma questão técnica, mas um processo condicionado por dimensões ambientais, sociais, culturais, políticas e econômicas, que devem ser compatibilizadas em agroecossistemas² sustentáveis (ALTIERI, 2009; CONWAY; BARBIER, 1990). Sob a perspectiva da conservação da biodiversidade, a natureza fragmentada da maioria dos ecossistemas tropicais faz com que as paisagens agrícolas sejam um componente essencial de qualquer estratégia de conservação (PERFECTO; VANDERMEER, 2008).

Nesse contexto, a agroecologia, definida como “*a ciência da aplicação de conceitos e princípios ecológicos ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis*” (GLIESSMAN, 2009, p. 631), proporciona o conhecimento e a metodologia para

² Agroecossistema é um sistema agrícola – uma propriedade agrícola, por exemplo - compreendido como um ecossistema (GLIESSMAN, 2009).

compreensão mais profunda dos agroecossistemas, em seus aspectos físicos, biológicos e humanos, e dos princípios segundo os quais eles funcionam. A compreensão multidimensional decorrente da integração de princípios agronômicos, ecológicos e socioeconômicos subsidia o desenvolvimento de uma agricultura que conserve os recursos naturais e seja economicamente viável (ALTIERI, 2009).

A abordagem agroecológica alinha-se com a corrente da economia ecológica, reconhecendo que a Terra não é um reservatório ilimitado de recursos e que o equilíbrio da natureza é instável e sujeito a alterações irreversíveis decorrentes das ações humanas (ALTIERI, 2009). Em acordo com essa linha de pensamento, Gliessman (2009) aponta que um agroecossistema sustentável é aquele

[...] que mantém a base de recursos da qual depende, conta com um uso mínimo de insumos artificiais vindos de fora do sistema de produção agrícola, maneja pragas e doenças através de mecanismos reguladores internos e é capaz de se recuperar de perturbações causadas pelo manejo e colheita (GLIESSMAN, 2009, p. 567)

Altieri (2009) adiciona alguns princípios básicos para um agroecossistema sustentável: adaptação dos cultivos ao ambiente e manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade. Para o autor, a pesquisa e as práticas para uma agricultura sustentável não devem se preocupar com altos níveis de produtividade, mas com a otimização do sistema como um todo, enfatizando a sustentabilidade ecológica de longo prazo, e não a produtividade no curto prazo. Do ponto de vista de manejo, aponta que o agroecossistema deve: (a) manter a cobertura vegetal como meio eficaz de conservar a água e o solo, protegendo contra a erosão e reduzindo perdas de nutrientes pela lixiviação; (b) garantir suprimento regular de matéria orgânica, pela incorporação regular desta ao solo, e promoção da atividade biológica do solo; (c) promover mecanismos eficazes de reciclagem de nutrientes, por meio de rotações de culturas, sistemas mistos de cultivo/criação, agroflorestamento e sistemas de consorciação baseados em leguminosas; (d) controlar as pragas pela introdução e/ou conservação de seus inimigos naturais.

Uma vez que a sustentabilidade, em essência, corresponde a um teste ao tempo, um agroecossistema que permanece produtivo por um longo período de tempo sem degradar sua base de recursos, local ou globalmente, pode ser considerado sustentável. Por essa razão, os ecossistemas naturais e os agroecossistemas tradicionais³ constituem referências para a

³ Surgiram no decorrer de séculos de evolução biológica e cultural; representam as experiências acumuladas de agricultores interagindo com o meio ambiente sem acesso a insumos externos, capital ou conhecimento científico (ALTIERI, 2009).

concepção de princípios, práticas e modelos de sistemas sustentáveis. Os ecossistemas naturais oferecem um ponto de referência importante para entender os fundamentos ecológicos da sustentabilidade – resiliência, estabilidade, produtividade e equilíbrio dinâmico – enquanto os agroecossistemas tradicionais exemplificam como sistemas sociais – cultural, político e econômico – podem ser inseridos na equação da sustentabilidade. Portanto, o desafio é encontrar sistemas que se assemelhem estrutural e funcionalmente aos ecossistemas naturais existentes em sua região biogeográfica e que sejam capazes de suprir as demandas humanas (GLIESSMAN, 2009). Embora, de forma geral, se assuma uma relação inversa entre os níveis de produtividade e de biodiversidade, há estudos (CLOUGH *et al.*, 2011; PENEIREIRO, 2003; PERFECTO; VANDERMEER, 2008) que apontam o contrário, assinalando a possibilidade de conciliação entre os objetivos de proteção ambiental e da biodiversidade com a manutenção da produtividade.

Para restaurar a resiliência, auto-regulação e sustentabilidade dos agroecossistemas, o primeiro princípio utilizado é a preservação e ampliação da biodiversidade (ALTIERI, 2009; GLIESSMAN, 2009; JOSE; GORDON, 2008; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004a). Com a restituição da biodiversidade aos agroecossistemas, numerosas e complexas interações ecológicas e sinergismos se restabelecem num equilíbrio entre os componentes biológicos e o meio, resultando em um melhor aproveitamento dos recursos do sistema, em uma constante e variada produção de alimentos e outros produtos para o mercado, no uso eficaz dos recursos locais e fechamento dos ciclos de nutrientes, na conservação do solo e dos recursos hídricos, no intensificado controle biológico de pragas, na manutenção da fertilidade do solo que assegura uma produção sem uso de insumos químicos que possam degradar o ambiente (ALTIERI, 2009; GLIESSMAN, 2009; JOSE, 2009).

Perfecto e Vandermeer (2008) ao revisarem a literatura sobre a biodiversidade em paisagens agrícolas tropicais constataram que muitos sistemas apresentam níveis elevados de biodiversidade (planejada e associada). Consideram que os agroecossistemas biodiversos, de baixo uso de insumos e que utilizam princípios agroecológicos, são provavelmente a melhor opção para uma matriz de qualidade, capaz de contribuir para os esforços de conservação da biodiversidade, seja por abriga-la ou por possibilitar migrações e fluxo gênico.

Entre as tecnologias e modelos agroecológicos para uma produção sustentável estão os sistemas agroflorestais abordados a seguir.

6. *Sistemas agroflorestais*

Os sistemas agroflorestais (SAF) são, em essência, sistemas de uso da terra que, deliberadamente, integram espécies perenes lenhosas com culturas agrícolas e/ou pecuária em arranjos espaciais e temporais. (BATISH *et al.*, 2008; MAY; TROVATTO, 2008; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b; UMRANI; JAIN, 2010). Para que um determinado consórcio possa ser chamado de agroflorestal basta que, entre as espécies componentes do consórcio, pelo menos uma espécie seja tipicamente florestal, independente de a mesma ser nativa ou aclimatada, de porte arborescente ou arbustivo, da permanência temporária ou permanente no sistema (MAY; TROVATTO, 2008). Assim, há uma ampla variedade de combinações e possibilidades sob a designação “sistemas agroflorestais” que diferem quanto aos seus arranjos estruturais (espacial e temporal), fisionomia, composição florística, papel funcional dos componentes e aspectos ecológicos, manejo do sistema, objetivos da produção e características socioeconômicas predominantes (BATISH *et al.*, 2008; ENGEL, 1999; MAY; TROVATTO, 2008; TORQUEBIAU, 2000; UMRANI; JAIN, 2010). Há SAF que consistem basicamente de consórcios simples, cujo paradigma é o mesmo da monocultura, da competição, sendo a combinação de algumas espécies utilizada para aproveitar melhor fatores de produção, os insumos e a mão-de-obra; enquanto outros SAF, mais complexos, fundamentam-se em outro paradigma, buscando os fundamentos na própria floresta, em seus princípios ecológicos (PENEIREIRO, 2003). Portanto, estes sistemas podem ser classificados em um gradiente de sustentabilidade e de potencial para conservação (BHAGWAT *et al.*, 2008; PENEIREIRO, 2003; SCALES; MARSDEN, 2008).

O aumento da biodiversidade dos SAF, composta de componentes planejados e não planejados, interfere diretamente sobre as interações contínuas que otimizam processos ecológicos, que podem gerar benefícios ambientais e socioeconômicos (ALTIERI; NICHOLLS, 2011; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b). Entre os benefícios ambientais estão aqueles relacionados à conservação, que são especialmente importantes em paisagens muito fragmentadas: (a) fornecem habitats para espécies que toleram certo nível de distúrbio; (b) ajudam a reduzir as taxas de conversão de habitat natural pela menor pressão pelo uso da terra para produção agropecuária; (c) fornecem uma alternativa mais produtiva e sustentável aos sistemas convencionais de exploração dos recursos naturais; (d) oferecem suporte à integridade dos remanescentes florestais -

constituem corredores ecológicos, trampolins ou zonas de amortecimento - favorecendo a conservação de espécies sensíveis da flora e fauna; (e) fornecem serviços ecossistêmicos como sequestro de carbono, melhora da qualidade do ar, da água e do solo, além da conservação da biodiversidade (BHAGWAT *et al.*, 2008; JOSE, 2012; NAIR, 2007, 2011; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b; UDAWATTA; GODSEY, 2010; UMRANI; JAIN, 2010). Os benefícios socioeconômicos, amplamente reconhecidos (AS-PTA; ILEIA, 2011; NAIR, 2007; SANTOS, 2010; SOUZA, H. N. *et al.*, 2011; VIVAN, 2010; YAMADA; GHOLZ, 2002), decorrem principalmente da alternância e diversificação da produção, do (re)aproveitamento dos recursos intrínsecos ao sistema e do maior envolvimento dos agricultores com o sistema de produção (MACEDO, R. L. G., 2000; MAY; TROVATTO, 2008).

Ao otimizarem o uso da terra e proporcionarem simultaneamente benefícios biológicos e socioeconômicos, os SAF muitas vezes são apontados como sistemas sustentáveis, promissores para solução de problemas no uso dos recursos naturais e adequados para utilização dessa base de recursos (ENGEL, 1999; JOSE, 2009; MACEDO, R. L. G., 2000; NAIR, 2007; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b).

Apesar dos reconhecidos benefícios proporcionados pelos SAF, que justificariam inclusive maiores investimentos, o setor enfrenta inadequada disseminação de conhecimento, políticas adversas, falta de incentivos, restrições legais e a falta de coordenação entre setores governamentais para os quais os sistemas agroflorestais contribuem: agricultura, silvicultura, desenvolvimento rural, meio ambiente e comércio (FAO, 2013). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura destaca que o potencial dos SAF não tem sido plenamente explorado devido à ausência de suficiente abordagem destes sistemas na formulação de políticas e na integração em programas de ordenamento territorial e desenvolvimento rural. Aponta também que a falta de conhecimento das vantagens dos SAF conduz à percepção de que estes sistemas são periféricos à agricultura, consistem em sistemas de subsistência de baixa produção e de que a introdução de árvores afetará negativamente as culturas agrícolas.

No Brasil, ao longo dos últimos trinta anos, uma série de iniciativas de agrofloresta surgiram, desde consórcios simples e integração lavoura-pecuária até sistemas estratificados complexos. A grande maioria dos SAF tem sido implementada por agricultores em pequena escala, graças à difusão promovida por organizações não governamentais (ONGs) voltadas para o desenvolvimento rural. O uso de SAF tem apresentado reflexos positivos sobre a renda

familiar, a recuperação de terras degradadas e a geração de serviços ambientais (MMA; REBRAAF, 2005). Entretanto, no país, a adoção de SAF também apresenta uma série de falhas, que, para serem corrigidas, requerem maior acesso a informações sistematizadas, apoio financeiro, técnico e medidas inovadoras nas políticas públicas (MMA; REBRAAF, 2005; PORRO; MICCOLIS, 2011). Porro e Miccolis (2011) apontam que, embora exista um conjunto de políticas (agrícolas, ambientais, fundiárias, educacionais e de crédito e extensão rural) que influenciam o desenvolvimento agroflorestral no Brasil, estas operam de forma fragmentada, ainda distante de constituírem um conjunto harmônico e integrado. Salientam que a promoção dos SAF devem ser parte integrante de uma abordagem mais sistêmica e integrada aos processos de planejamento da paisagem e políticas de desenvolvimento rural. Para tanto, concluem que os SAF precisam de maior visibilidade e seus princípios subjacentes devem ser melhor compreendidos por um conjunto mais amplo de atores.

6.1. Sistemas agroflorestrais complexos

Sistemas agroflorestrais complexos são compreendidos como um tipo especial de SAF, caracterizado por uma estrutura similar a de florestas naturais, expressiva diversidade florística e um forte embasamento em princípios ecológicos, como a sucessão natural (IAFN, 2012; PENEIREIRO *et al.*, 2008; SCHROTH, G; HARVEY; VINCENT, 2004). Diferem dos ecossistemas naturais pela maior densidade das espécies de interesse humano, decorrentes do plantio, seleção e manejo destas espécies (IAFN, 2012; SCHROTH, G; HARVEY; VINCENT, 2004).

Entre os SAF, os de maior complexidade são apontados como aqueles de maior potencial para conservação em regiões florestais tropicais (MMA; REBRAAF, 2005; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b). Portanto, dentre a diversa gama de sistemas agroflorestrais, os arranjos complexos constituem a opção mais próxima de cumprir com princípios da sustentabilidade.

Estes sistemas ocorrem em diversas regiões do mundo, com composições distintas adequadas às particularidades locais (PENEIREIRO, 2003; SCHROTH, G; HARVEY; VINCENT, 2004). Alguns exemplos são: as florestas análogas (“Analog Forest”) implementadas no Sri Lanka pelo *Neosynthesis Research Center* ao longo dos últimos 25 anos (IAFN, 2012; LIYANAGE *et al.*, 2009), os sistemas agroflorestrais conduzidos por grupos étnicos maias no México (DIEMONT *et al.*, 2011), por pequenos produtores em Gana (ASASE; TETTEH, 2010), por algumas etnias indígenas da Amazônia, no Peru, na Colômbia,

no Equador, na Venezuela e no Brasil (MILLER; NAIR, 2006). No contexto brasileiro, importantes experiências com os sistemas agroflorestais complexos são as conduzidas, em todo o país, pelo agricultor/experimentador Ernst Götsch e integrantes do Movimento Mutirão Agroflorestal, que se formou a partir do contato com as ideias de Götsch.

Os sistemas conduzidos por ele e pelo Mutirão Agroflorestal são SAF sucessionais, complexos, biodiversos e dinâmicos. Baseiam-se fortemente nos princípios dos ecossistemas naturais, buscando reproduzir a arquitetura e ecologia destes. Analogamente aos ecossistemas naturais, estes sistemas produtivos apresentam alta biodiversidade, multiestratificação, grande quantidade de biomassa, elevada densidade e longevidade. O processo de sucessão natural é o princípio que orienta a elaboração e as intervenções no sistema, que devem ocorrer no sentido de otimizá-lo e incrementá-lo em quantidade e qualidade de vida. Assim, as espécies das diversas formas de vida (árvores, arbustos, herbáceas, epífitas, lianas), sejam nativas ou exóticas, são observadas quanto ao seu ciclo de vida, suas exigências edafoclimáticas, suas características ecofisiológicas, ao estrato que ocupam, a fim de compor os sucessivos consórcios que constituirão os estádios do SAF ao longo do tempo. A dinamização do sistema, realizada por meio do manejo da vegetação com podas, capinas e roçagens, é outro importante componente destes SAF, disponibilizando nutrientes e renovando o sistema. A própria colheita e aproveitamento dos recursos do ecossistema não constituem o objetivo principal destes SAF, mas são resultados da intervenção de manejo no momento oportuno para sua dinamização e avanço na sucessão. Outros atributos marcantes destes SAF são: (a) a constante manutenção do solo coberto, protegendo-o contra erosão e excessiva lixiviação, e, no caso da cobertura morta (folhagem, galhos e troncos), incorporada ao solo naturalmente ou por meio do manejo, os nutrientes são continuamente disponibilizados pelo processo da decomposição; (b) espécies invasoras, pragas e doenças são sinais de manejo inadequado ou de necessidade de intervenção e dinamização do sistema (PENEIREIRO, 2003; VIVAN, 1998).

As conceituações e fundamentação dos tópicos anteriores - acerca dos temas reserva legal, sustentabilidade, sistemas agroflorestais - fornecem as bases para a discussão a seguir, que apresentará elementos e considerações pertinentes às questões centrais deste capítulo, representadas na ilustração a seguir.

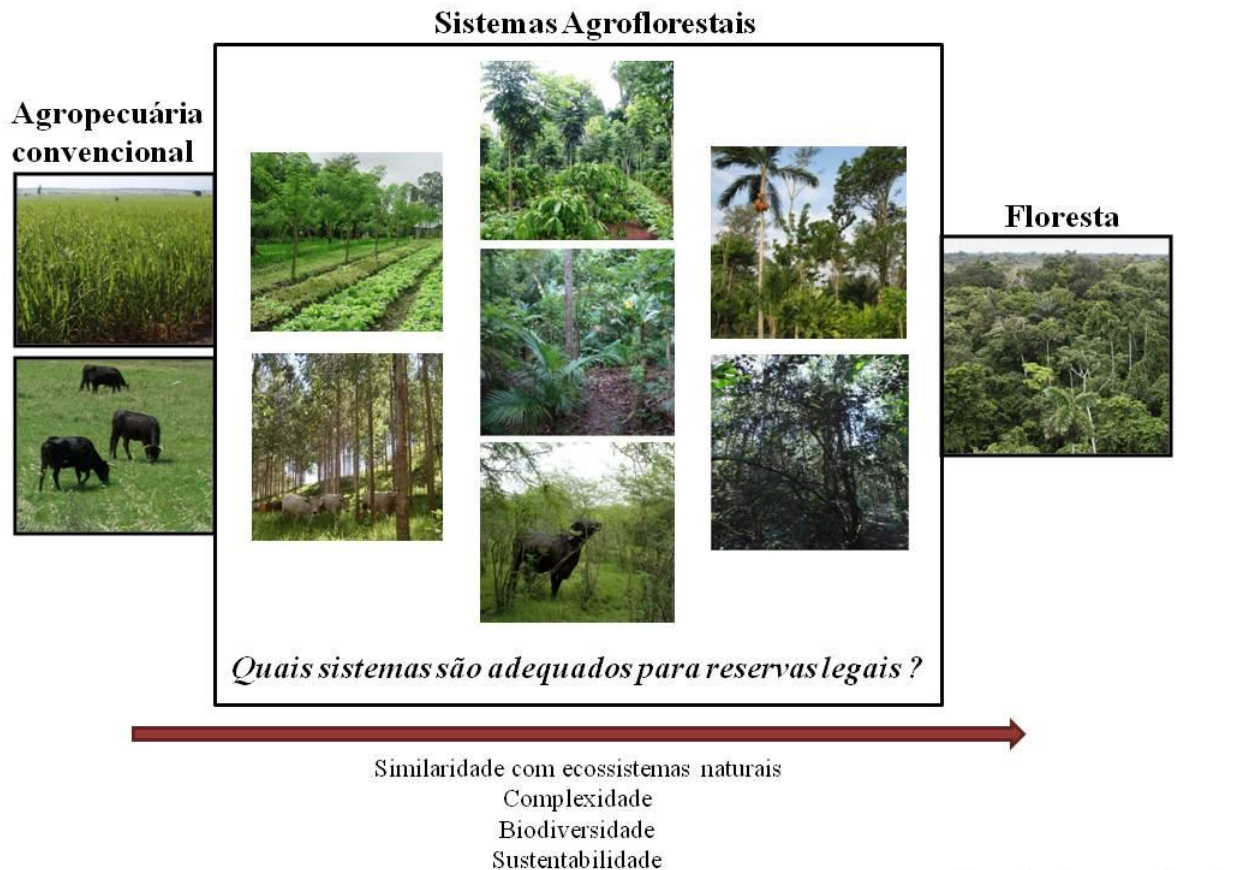


Ilustração 1 - Representação simplificada da problemática do capítulo 1. Entre os extremos, sistemas agropecuários convencionais (à esquerda) e ecossistema florestal (à direita), observa-se uma ampla e heterogênea gama de sistemas enquadrados como sistemas agroflorestais (SAF), compondo um gradiente em termos de complexidade, biodiversidade, sustentabilidade e similaridade com os ecossistemas naturais. Diante disso, questiona-se se, e quais, SAF são adequados para a conservação e constituição das reservas legais.

7. Potenciais e fragilidades dos sistemas agroflorestais para conservação

A ampla variedade de sistemas agroflorestais permite maximizar os benefícios dos conjuntos de interdependências ecológicas, flexibilizar os sistemas de acordo com o local, com as características ambientais, com as necessidades, objetivos e restrições dos produtores e do mercado (GLIESSMAN, 2009; JOSE; GORDON, 2008). Entretanto, muitas das combinações sob a designação “sistemas agroflorestais” não propiciam os benefícios normalmente esperados associados com SAF (SBPC; ABC, 2011b; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b; UMRANI; JAIN, 2010).

A sustentabilidade e o grau em que um SAF contribui para os esforços de conservação dependem de uma variedade de fatores, como a concepção do sistema em sua diversidade e estrutura, a paisagem onde está inserido, a localização do SAF em relação aos habitats naturais remanescentes, o manejo do sistema (podas, uso de insumos, retirada de produtos, etc.). Estudos sugerem que os sistemas agroflorestais de mais elevado potencial para a conservação são aqueles mais próximos de habitats intactos, mais diversificados, mais similares estrutural e funcionalmente aos ecossistemas naturais, com elevada cobertura de copa (preferencialmente de árvores nativas), manejados de forma menos intensiva e de recente conversão de uma área florestal a SAF (BHAGWAT *et al.*, 2008; JOSE, 2009, 2011, 2012; UMRANI; JAIN, 2010).

Segundo Schroth; Fonseca *et al.* (2004), apenas os sistemas agroflorestais complexos, caracterizados por estrutura e diversidade similares a florestal, apresentam elevado potencial para a conservação em regiões florestais tropicais. Mas, mesmo estes SAF, de biodiversidade excepcionalmente elevada para os sistemas agrícolas, são pobres substitutos para as florestas naturais devido à falta ou baixa representação de muitas espécies dependentes de floresta (SCHROTH, G; HARVEY; VINCENT, 2004). Greenberg *et al.* (2008) apontam que apesar de muitas agroflorestas manterem a estrutura multiestratificada de uma floresta tropical, apresentam poucas espécies compondo o dossel e os estratos inferiores; o dossel é geralmente dominado por algumas espécies de crescimento rápido e o estrato arbustivo é frequentemente composto por uma única espécie (como cacau ou café). Scales e Marsden (2008), ao revisarem 43 estudos que comparam a riqueza ou diversidade de espécies entre sistemas agroflorestais e florestas adjacentes, concluíram que 34 estudos apontavam menor riqueza de espécies nas agroflorestas do que nos habitats naturais.

O fato é que, ainda hoje, a eficácia das estratégias que integram produção e conservação é controversa e questionada. Sob a perspectiva de proteção da biodiversidade, Phalan *et al.* (2011) apontam que a destinação de áreas para produção, de elevada produtividade e rendimento, distintas de áreas para proteção dos habitats naturais, são mais promissoras do que estratégias de conciliação desses dois objetivos. Já sob a perspectiva da produção, Clough *et al.* (2011) concluem ser possível otimizar ambos em mesma área, pois a presença de elevada biodiversidade não afeta negativamente a produtividade agrícola dos SAF.

De forma geral, ainda sabemos pouco sobre os sistemas agroflorestais. Há mais perguntas do que respostas, especialmente acerca da viabilidade, a longo prazo, das

populações da fauna e flora que compõem os SAF. A maioria dos estudos tem inventariado e monitorado a biodiversidade em paisagens pouco alteradas, centrando em poucas taxa e em escalas espaciais e temporais reduzidas. Estudos de aspectos biológicos de comunidades (que contemplem múltiplas taxa) e socioeconômicos, em diferentes escalas e a longo prazo, são necessários para que se conheça a verdadeira sustentabilidade (ou insustentabilidade) e valor dos SAF para a conservação; além de possibilitar o desenvolvimento de sistemas agroflorestais apropriados aos variados objetivos (JOSE; GORDON, 2008; JOSE, 2012; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b; UDAWATTA; GODSEY, 2010; UMRANI; JAIN, 2010).

Independente do tipo, os sistemas agroflorestais costumam apresentar biodiversidades, planejada e não planejada, superiores as dos sistemas agrícolas convencionais (SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b). Sendo assim, tendem a ser expressivamente vantajosos, na dimensão ecológica/ambiental, sobre a agricultura moderna e os métodos de produção florestal (ALTIERI; NICHOLLS, 2011; UMRANI; JAIN, 2010). Porém, como os SAF não podem fornecer os mesmos nichos e habitats que os ecossistemas originais, não devem ser promovidos em detrimento da vegetação nativa remanescente, mas, sim, como uma importante ferramenta complementar nos esforços de conservação de amplas paisagens (JOSE, 2009, 2012; MAY; TROVATTO, 2008; UMRANI; JAIN, 2010). Schroth, Harvey e Vincent (2004), ressaltam que onde ainda há grande quantidade de remanescentes florestais, os SAF contribuem principalmente na proteção destes fragmentos; já onde remanescentes são escassos, os SAF, que usualmente constituem os últimos habitats disponíveis para a fauna e flora, incrementam área disponível para refúgio e/ou deslocamento.

Outro modo de os sistemas agroflorestais contribuírem para os esforços de conservação consiste no seu emprego para recuperação de áreas degradadas e restauração de ecossistemas (JOSE, 2012; MAY; TROVATTO, 2008; SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY; *et al.*, 2004b; VIEIRA *et al.*, 2009). Vieira *et al.* (2009) destacam os benefícios da restauração agro-sucessional⁴: estende o período de manejo da restauração (possibilitando a introdução de espécies no momento mais adequado), reduz/compensa os custos do processo, proporciona segurança alimentar para os pequenos proprietários, envolve os mesmos no processo de restauração. Vaz da Silva (2002) destaca que a recomposição por meio de SAF simples pode ter custo inferior à utilização de sistemas florestais convencionais,

⁴ Restauração agro-sucessional – incorpora uma gama de técnicas da agroecologia e de sistemas agroflorestais como uma fase transitória no início da restauração florestal (VIEIRA *et al.*, 2009).

principalmente devido à redução da necessidade de manutenção do sistema. Amador e Viana (1998) apontam que entre os maiores desafios para o manejo agroflorestral na recuperação de fragmentos estão: a heterogeneidade de eco-unidades e sítios, a demanda diferenciada das espécies agrícolas, a escolha de espécies chaves para a recomposição, o envolvimento e participação de trabalhadores e proprietários.

Outro desafio relevante refere-se às diferentes características e objetivos dos pequenos produtores e dos empresários rurais, o que acarreta em distintos tipos de SAF destinados a cada um destes. O pequeno produtor tem possibilidade e, em geral, o interesse de administrar produções mais diversificadas. Já o grande produtor, ou empresário rural, tem grande interesse em diminuir tanto quanto possível a mão-de-obra empregada na implantação e manutenção dos sistemas de restauração (VAZ DA SILVA, 2002). Assim, os modelos e experiências de SAF biodiversos e complexos atualmente existentes, que mais se aproximam de cumprir com objetivos de conservação, adequam-se e são conduzidos por pequenos produtores (AS-PTA; ILEIA, 2011; CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, 2010; MAY; TROVATTO, 2008; SANTOS, 2010; VIVAN, 1998).

8. Sistemas agroflorestrais como alternativa para as reservas legais

No contexto brasileiro, a efetiva inaplicabilidade de diversos dispositivos legais dificulta a adoção de SAF como alternativa para as áreas de RL e outras. Falta divulgação e aplicação dos dispositivos legais para facilitar a implementação de projetos e sistemas agroflorestrais (MMA; REBRAAF, 2005). No caso das RL, que são raras nas propriedades rurais do país (BACHA, 2005; DÉSTRO; CAMPOS, S., 2010; SPAROVEK *et al.*, 2010), os SAF constituem promissora alternativa para estímulo econômico à restauração dessas áreas (ABDO *et al.*, 2008; CARDOSO, 2009; MAY; TROVATTO, 2008; MMA; REBRAAF, 2005; RODRIGUES, E. R. *et al.*, 2008). Entretanto, a permissão e utilização desses sistemas nessas áreas protegidas devem observar cuidadosamente os fatores (tipo de SAF e o contexto da paisagem) que determinam o cumprimento adequado das funções das reservas legais (SBPC; ABC, 2011b), principalmente considerando que a Lei nº 12.651/2012 dá o entendimento de caráter permanente da exploração das espécies exóticas nas áreas de RL, diferentemente do Código anterior que determinava o plantio temporário de espécies exóticas como pioneiras, com o intuito de restaurar o ecossistema original. Assim, é importante que esses SAF sejam baseados em sólidas bases ecológicas, nos princípios de sucessão ecológica e em práticas

agroecológicas de manejo (ALTIERI; NICHOLLS, 2011; MAY; TROVATTO, 2008; PENEIREIRO *et al.*, 2002).

A histórica inadimplência à legislação ambiental tem sido atribuída às supostas inadequações e restrições da mesma frente à realidade agropecuária do país (CNA, 2011). Com a recente mudança na lei, espera-se o início do processo de regularização do território brasileiro conforme as novas normas vigentes. Entretanto, a respeito da recuperação, exploração e manejo das reservas legais, a legislação federal apresenta apenas orientações gerais, incumbindo ao órgão ambiental competente o estabelecimento e aplicação dos critérios e padrões aceitáveis para as atividades nas RL (BRASIL, 2012a). Porém, de forma geral, a precariedade da estrutura institucional dos órgãos ambientais para manejo da vegetação nativa, gestão e fiscalização dos imóveis rurais do país quanto às reservas legais, são sérios problemas que dificultam o efetivo cumprimento da lei, de modo a fazer com que tais áreas desempenhem suas funções de forma satisfatória (BACHA, 2005; BERNARDO, 2010; MARQUES, E. M.; RANIERI, 2012; VIANA *et al.*, 2002). Os órgãos ambientais ainda possuem pouca experiência e conhecimento sobre a possibilidade de aplicação e uso dos SAF em reservas legais (RAMOS FILHO, 2007). E mesmo fora dessas áreas protegidas, as experiências práticas de SAF são relativamente poucas e recentes, frequentemente compostas por combinações simplificadas e de baixa diversidade, levadas a cabo principalmente por organizações não governamentais (ONGs) e movimentos sociais, e sem acompanhamento expressivo de pesquisas científicas (AS-PTA; ILEIA, 2011; MAY; TROVATTO, 2008; MMA; REBRAAF, 2005; PENEIREIRO *et al.*, 2002).

Em seminário realizado em 2004 numa iniciativa da Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAAF) em parceria com a Secretaria de Coordenação da Amazônia do Ministério do Meio Ambiente, com o Instituto Internacional de Educação do Brasil e com o Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF), os integrantes concluíram que a maioria dos SAF praticados não apresenta nível suficiente de diversidade biológica interna para permitir que esta opção possa ser autorizada para os objetivos de recuperação ambiental e uso sustentável das RL (MMA; REBRAAF, 2005).

9. Considerações finais (capítulo 1)

- Sistemas agroflorestais (SAF) podem constituir uma excelente opção para reorientar os sistemas produtivos humanos fora das áreas protegidas;
- Em áreas protegidas, o emprego de SAF é questionável, já que o potencial desses sistemas para cumprirem com objetivos de conservação é duvidoso;
- Dentre a gama de sistemas agroflorestais, os SAF complexos são a opção mais próxima de cumprir com objetivos de conservação e princípios da sustentabilidade;
- SAF complexos atualmente adéquam-se e são conduzidos por pequenos produtores;
- Sistemas agroflorestais, mesmo os complexos, são pobres substitutos para os ecossistemas naturais; portanto, não devem ser promovidos em detrimento da vegetação natural remanescente;
- SAF devem constituir uma ferramenta complementar aos esforços de conservação, como alternativa promissora para restauração de ecossistemas e áreas degradadas, e para compor uma matriz de melhor qualidade fora das áreas protegidas.

Capítulo II – Funções da reserva legal e metas para restauração e uso sustentável da área protegida

1. Resumo

As Reservas Legais (RL) são uma categoria de área protegida que busca a conciliação entre a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento socioeconômico. Diante disso, cabe discutir se, e como, é possível concretizar simultaneamente essas funções, e quais são as metas para restauração e uso sustentável desses espaços protegidos. Este capítulo apresenta, com base em revisão bibliográfica, elementos e considerações acerca dessas questões. A bibliografia aponta que, a nível internacional, questiona-se a eficácia e efetividade das estratégias de conservação da natureza por meio de uso sustentável; e que seria adequado buscar e aprimorar práticas sustentáveis de uso direto dos recursos naturais fora das áreas protegidas. No Brasil, as RL, praticamente inexistentes no território, deverão ser regularizadas. Para tanto, é necessária definição de critérios e metas claras, nas dimensões ecológica/ambiental e socioeconômica, que nortearão a restauração e uso sustentável dessas áreas protegidas, inclusive por meio de sistemas agroflorestais.

2. Introdução

O Brasil destaca-se no contexto mundial pela riqueza e abundância de seus recursos naturais. Por outro lado, tem seu desenvolvimento intimamente relacionado ao uso desses recursos que estão sendo continuamente deteriorados frente à intensiva e inadequada exploração. O atual quadro de degradação ambiental – fragilidades e degradação dos solos, poluição e escassez das águas, perda da biodiversidade, mudanças globais (climáticas e no ciclo hidrológico), entre outros danos ambientais – traz a iminente necessidade de busca por estratégias de conservação da natureza e alternativas adequadas para restauração e uso sustentável dos recursos naturais. As áreas protegidas constituem uma importante ferramenta nesse sentido, englobando espaços de proteção estrita, onde o uso humano é proibido e sua interferência é minimizada ou evitada, e espaços com ênfase na interação entre humanos e a natureza. No Brasil, as RL são uma categoria de área protegida pertencente à última classe mencionada, que busca a conciliação entre proteção do meio ambiente com o

desenvolvimento socioeconômico. Todavia, algumas perguntas ressoam diante desse contexto: É possível concretizar o cumprimento simultâneo das funções da reserva legal? Como? Quais são as metas para restauração e uso sustentável dessas áreas protegidas? Este capítulo tem como objetivo apresentar elementos e considerações pertinentes à discussão dessas questões.

Diante das restritas literatura científica e experiências práticas em RL, em alguns momentos recorreu-se ao conhecimento teórico e prático de outras categorias de áreas protegidas de uso sustentável, para as reflexões e discussão das perguntas destacadas. A analogia se faz válida uma vez que essas categorias também preveem o uso direto dos recursos naturais, mediante manejo sustentável, e, portanto, enfrentam os desafios para conciliação da proteção ambiental ao desenvolvimento socioeconômico.

3. Breve histórico do instrumento das reservas legais

Embora desde o período colonial existam dispositivos destinados à proteção de áreas ou recursos naturais, apenas na década de 1930, com a instituição de instrumentos legais durante a República, a implementação e manutenção das áreas protegidas de fato avançou. Entre os dispositivos legais criados, o Código Florestal (Decreto 23793/1934) foi o instrumento mais importante, pois definiu as bases para a proteção dos principais ecossistemas florestais e demais formas de vegetação naturais do país, inclusive estabelecendo limites ao uso da terra dentro da propriedade rural (MEDEIROS, 2006; OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003).

As propriedades rurais foram divididas, segundo o Código Florestal de 1934, em duas áreas: as áreas livres para exploração e as áreas a serem mantidas com florestas. As últimas deveriam compor, no mínimo, 25% da propriedade rural. O Código não definia regras sobre o uso das áreas protegidas, apenas estabelecendo a necessidade de autorização, por parte da autoridade florestal, para exploração de florestas situadas próximas de rios e estradas de ferro (BRASIL, 1934).

Em 1965, um novo Código Florestal foi instituído por meio da Lei nº 4771 de 15/09/1965. Embora os objetivos do Código anterior se mantivessem, as quatro tipologias de áreas protegidas foram substituídas por outras quatro novas: Parque Nacional, Floresta Nacional, Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal (MEDEIROS, 2006).

De acordo com a Lei nº 4771/65, as propriedades rurais passaram, então, a ser divididas em três partes: 1. áreas de preservação permanente, situadas ao longo de rios, lagos, reservatórios, nascentes, topos de montes e serras, áreas declivosas ou com altitude superiores a 1800m de altitude; 2. reserva legal, porcentagem da área da propriedade a ser mantida com cobertura vegetal natural (20% nas regiões Sul, Sudeste e sul do Centro-Oeste, 50% no norte do Centro-Oeste e na região Norte)⁵; 3. restante da propriedade, livre para exploração econômica (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003).

A versão original da Lei nº 4771/65 restringia a reserva legal a propriedades com mais de 20 hectares e às partes das propriedades cobertas com florestas, não ficando explícito que deveria também ser mantida em áreas cobertas com cerrados, campos e outras formas de vegetação natural (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003; ZAKIA, 2010). A proteção, já limitada apenas aos remanescentes florestais, também não se aplicava às árvores destinadas à produção de madeira (RODRIGUES, E. C., 2007).

Todas as legislações sobre RL, desde 1965, determinam que nessa área não é permitido o corte raso. São admitidas atividades econômicas como extração seletiva e sustentável de madeira e de outros produtos não madeireiros, turismo, criação de animais silvestres, entre outras possibilidades a serem autorizadas pelo órgão ambiental competente.

A partir do final da década de 1980, diversas modificações foram introduzidas na Lei nº 4771/65, por vezes ampliando a rigorosidade do instrumento, noutras reduzindo as restrições. As alterações incidiam sobre a abrangência, dimensão, regularidade jurídica, recomposição, compensação, etc. (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003).

A partir de dezembro de 1999, o bloco parlamentar que defende os interesses dos grandes proprietários rurais no Congresso Nacional, tem realizado diversas tentativas com mesmo propósito de flexibilizar a legislação e reduzir as áreas a serem protegidas nos imóveis rurais. Apesar do posicionamento contrário da comunidade científica e da maioria da população em geral, em 25 de maio de 2012, o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 12.651, que revogou o Código Florestal e estabeleceu novas diretrizes para a questão ambiental (ESALQ, 2012; FEARNSSIDE, 2000; RANIERI; MORETTO, 2012).

⁵ Não houve delimitação explícita de reserva legal para a atual região Nordeste do Brasil.

4. Características atuais do instrumento das reservas legais

A partir da leitura da Lei nº 12.651/2012 e suas alterações, até a data de 17 de julho de 2013, são destacados, a seguir, os principais aspectos referentes ao instituto da Reserva Legal, especialmente acerca de suas funções, metas e características para recomposição e uso sustentável.

A Lei nº 12.651/2012 define a RL como a

[...] área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (artigo 3º, inciso III) (BRASIL, 2012a)

A área de RL passa a ser registrada no órgão ambiental competente por meio de inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR), e não mais no Cartório de Registro de Imóveis, sendo vedada a alteração de sua destinação nos casos de transmissão ou desmembramento (art. 18). No caso de a propriedade rural possuir RL conservada e averbada em área superior aos percentuais exigidos pela lei, poderá instituir sobre a área excedente Servidão Ambiental, Cota de Reserva Ambiental e outros instrumentos congêneres previstos na lei (art. 13, § 1º e art. 15, § 2º) (BRASIL, 2012a).

A Lei nº 12.651/2012 mantém, em relação à Lei nº 4771/65 e alterações, os percentuais mínimos exigidos para RL: 80% em áreas florestais na Amazônia Legal, 35% no Cerrado localizado na Amazônia Legal e 20% nas demais regiões do país. Entretanto há ressalvas:

- As propriedades rurais com área de até 4 módulos fiscais que possuam remanescentes de vegetação nativa em percentual inferior ao previsto em Lei, terão sua RL constituída pela vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo (art. 67);
- A Lei nº 12.651/2012 admite o cômputo das Áreas de Preservação Permanente (APP) no cálculo da RL do imóvel, desde que o benefício não implique a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo (exceção é feita a imóveis rurais em áreas de floresta na Amazônia Legal que possuam mais de 80% de sua área composta por APP e vegetação nativa), a área a ser

computada está conservada ou em processo de recuperação, o proprietário ou possuidor tenha requerido inclusão do imóvel no CAR (art. 15);

- Os proprietários ou possuidores de imóveis rurais que realizaram a supressão de vegetação nativa respeitando os percentuais de RL previstos pela legislação em vigor na época da supressão são dispensados de promover a recomposição, compensação ou regeneração para atingir os percentuais exigidos na Lei nº 12.651/2012 (art. 68). Assim, o proprietário que tenha observado a legislação vigente na época de início de suas atividades será beneficiado (PAPP, 2012).

De acordo com a Lei nº 12.651/2012, a RL deve ser conservada com cobertura de vegetação nativa, admitindo-se sua exploração econômica mediante manejo sustentável que pode ou não ter propósito comercial. A lei define manejo sustentável como:

[...] administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços (artigo 3º, inciso VII) (BRASIL, 2012a)

Independente de autorização dos órgãos competentes o manejo sustentável para exploração florestal eventual sem propósito comercial, de produtos madeireiros e não madeireiros (art. 21 e 23). No caso de produtos madeireiros devem ser declarados previamente ao órgão ambiental a motivação da exploração e o volume explorado (que não deve exceder 20 metros cúbicos anuais). No caso de produtos não madeireiros, devem-se observar os períodos de coleta e volumes fixados em regulamentos específicos, a época de maturação dos frutos e sementes, e técnicas que não coloquem em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada (BRASIL, 2012a).

O manejo florestal sustentável da vegetação da RL com propósito comercial depende de autorização do órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), e deve atender as seguintes diretrizes: não descaracterizar a cobertura vegetal e não prejudicar a conservação da vegetação nativa da área; assegurar a manutenção da diversidade de espécies; conduzir o manejo de espécies exóticas com a adoção de medidas que favoreçam a regeneração de espécies nativas (art. 22). De acordo com o artigo 31 da Lei nº 12.651/2012, a aprovação mencionada depende da apresentação prévia do Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), que deve contemplar técnicas de condução, exploração, reposição

florestal e manejo compatíveis com os distintos ecossistemas, deve atender aos seguintes fundamentos técnicos e científicos:

- A intensidade de exploração deve ser compatível com a capacidade de suporte ambiental da floresta;
- O ciclo de corte deve ser compatível com o tempo de restabelecimento do volume de produto extraído do local;
- Deve haver a promoção da regeneração natural do sistema;
- Deve haver o monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente;
- Devem ser adotadas medidas mitigadoras dos impactos ambientais e sociais.

Segundo a Lei nº 12.651/2012, a propriedade que detinha, em 22 de julho de 2008, área de RL em extensão inferior ao estabelecido pela lei, poderá regularizar sua situação adotando, isolada ou conjuntamente, as seguintes alternativas: recomposição da RL, condução da regeneração natural da vegetação na área de RL, compensação da RL (art. 66). Os proprietários não poderão ser autuados por infrações cometidas antes de 22 de julho de 2008, relativas à supressão irregular de vegetação da RL, no período entre a publicação da lei e a implantação do Programa de Regularização Ambiental (PRA), bem como após a adesão do interessado ao PRA e enquanto estiver cumprindo o termo de compromisso. A partir da assinatura do termo de compromisso serão suspensas as sanções decorrentes das infrações, e, uma vez cumpridas as obrigações estabelecidas no PRA ou termo de compromisso, as multas serão consideradas como convertidas em serviços de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente (art. 59, § 4º e 5º) (BRASIL, 2012a).

No caso da recomposição, essa deverá atender os critérios estipulados pelo órgão competente do SISNAMA e ser concluída em até 20 anos (mínimo de 1/10 da área total a cada 2 anos). A recomposição poderá ser realizada mediante plantio intercalado de espécies nativas de ocorrência regional com exóticas ou frutíferas em sistema agroflorestal, desde que a área recomposta com espécies exóticas não exceda 50% da área total a ser recuperada (art. 66).

Segundo a Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, que altera a Lei nº 12.651/2012, sem prejuízo das sanções administrativas, cíveis e penais cabíveis, é obrigatória a suspensão imediata das atividades em áreas de RL desmatadas irregularmente após 22 de julho de 2008 e início, em até 2 anos a partir da data de publicação da lei, do processo de recomposição da RL, que deve ser realizada de acordo com os prazos estabelecidos pelo PRA. (art. 17, § 3º e 4º) (BRASIL, 2012b).

A Lei nº 12.651/2012 e nº 12.727/2012 também preveem tratamento diferenciado para a pequena propriedade ou posse rural familiar, definida como “aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006” (art. 3º, inciso V da Lei 12.651). Entre os diferenciais estão:

- Procedimentos simplificados de elaboração, análise e aprovação dos PMFS (art. 31, § 6º, art. 56 e 57); para inscrição no CAR (art. 55);
- Simples declaração ao órgão ambiental competente para intervenção e supressão de vegetação em RL para atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental (art. 52);
- Apoio técnico, jurídico e financeiro para registro da RL e captação das suas coordenadas geográficas, para recomposição da vegetação da RL, para preservação voluntária de vegetação nativa, para proteção de espécies ameaçadas de extinção, para implantação de sistemas agroflorestais e agrossilvipastoris e outras ações (art. 53, 54 e 58);
- Possibilidade de manutenção da RL com plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais, compostos por espécies exóticas cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais (art. 54);
- O manejo sustentável da RL para exploração florestal eventual, sem propósito comercial, independe de autorização dos órgãos ambientais competentes, desde que a retirada anual de material lenhoso limite-se a 2 metros cúbicos por hectare; não comprometa mais de 15% da biomassa da RL nem seja superior a 15 metros cúbicos por propriedade, por ano (art. 56) (BRASIL, 2012a, 2012b).

Conforme mencionado no capítulo 1, a nível federal, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio de Instruções Normativas (IN), também trata das RL, estabelecendo os procedimentos técnicos para a utilização sustentável da vegetação existente nas áreas de Reserva Legal, sob a forma de manejo florestal sustentável (IN MMA nº04) e dispendo sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das áreas de preservação permanente e da reserva legal (IN MMA nº05) (BRASIL, 2009a, 2009b, 2009c).

5. Reservas legais: perspectiva histórica e atual

Os tópicos anteriores evidenciam que o arcabouço legal que visa à conservação ambiental, inclusive no instrumento das reservas legais, tem sido objeto de discussões e disputas acirradas. A legislação ambiental vem passando por inúmeras alterações, demonstrando a dificuldade dos legisladores conciliarem os interesses dos diversos atores envolvidos no assunto (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003). As constantes alterações também geram dúvidas e podem levar a diferentes interpretações (FASIABEN, 2010).

Não apenas a legislação ambiental acerca das reservas legais foi alterada ao longo do tempo, mas também o modo como a sociedade a considera. Na época do Código Florestal de 1934, a floresta na propriedade rural estava a serviço da propriedade, a preocupação era ter uma fonte de oferta sustentável de madeira, a fim de evitar a escassez desse recurso para usos futuros. Assim, não se pensava em conservação da biodiversidade; o desmatamento era incentivado, desde que dentro de limites, e as propriedades já desmatadas, legalmente, estavam dentro da lei. Essa visão produtivista perdurou, para além do Código Florestal de 1965, até o final da década de 80 e década de 90. A partir daí, a floresta na propriedade passou a ser vista como elemento ambiental e de conservação da biodiversidade. Porém, as atenções recaíam apenas sobre os remanescentes florestais existentes à época. Nesse contexto, as RL deixaram de ser vistas como área produtiva, conservadas apenas para fins de fornecimento de madeira, para também atenderem à conservação da biodiversidade e outros interesses ecológicos (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003; ZAKIA, 2010). Segundo Zakia (2010) pode-se identificar um terceiro momento histórico quanto à legislação ambiental e visão da sociedade sobre a natureza: após o ano 2000, a propriedade passa a estar a serviço da floresta, sem que isto signifique que a floresta deixe de estar também a serviço da propriedade; a RL passa a ser ambiental e, como tal, passa a ser tratada pelo decreto que regulamenta a Lei dos Crimes Ambientais (Lei nº 9605/98).

De forma geral, o histórico apresentado aponta para um aumento da preocupação ecológica. Porém, ainda mais forte é a prevalência dos interesses político-econômicos em detrimento dos interesses ambientais. Bacha (2004) ressalta que a destruição e o uso insustentável dos recursos florestais sempre estiveram associados com as políticas desenvolvimentistas adotadas no país, os modelos econômicos em voga em cada período e os grupos de interesse que dominaram os órgãos formuladores de políticas econômicas. A visão de que o desenvolvimento socioeconômico brasileiro será melhor se ancorado pela expansão

agrícola em detrimento da cobertura florestal têm prevalecido e, assim, as florestas têm sido consideradas áreas “improdutivas”, obstáculos aos outros usos do solo e ao desenvolvimento (SBPC; ABC, 2011a; VIANA *et al.*, 2002).

A legislação ambiental brasileira é considerada uma das mais completas do mundo (RODRIGUES, E. C., 2007), dotada de uma estrutura hierárquica garantida pela Constituição, que permite que a União, os Estados e municípios legislem sobre a matéria (BRASIL, 1988). Porém, a existência dos instrumentos, do sistema e das instituições responsáveis não garante sua efetividade ou eficiência. Para tal, mecanismos mais sólidos e perenes de planejamento e financiamento se fazem necessários. Em relação às áreas protegidas brasileiras, a falta de planejamento de longo prazo e o aporte de recursos têm sido os principais gargalos à consolidação dessas áreas (BACHA, 2004; MEDEIROS, 2006). SBPC e ABC (2011a) colocam que para se alcançar o uso sustentável dos recursos naturais é necessário organizar, integrar e efetivar ações, dentro do conceito de paisagens produtivas sustentáveis, que melhorem o ordenamento e a gestão do território, valorizando e manejando apropriadamente esses recursos e recuperando áreas alteradas e degradadas.

Brancalion *et al.* (2012) expressam opinião convergente ao apontarem que mudar a legislação não garante efetividade ou eficiência da mesma, inclusive quanto às RL; são necessárias pesquisas aplicadas, políticas públicas, linhas de financiamento adequadas, desenvolvimento de mercados e envolvimento dos órgãos ambientais e de extensão agropecuária. A efetiva divulgação das vantagens da RL aos agricultores é outro ponto considerado importante pelos autores, assim como o envolvimento destes atores na regularização ambiental e uso sustentável dos recursos naturais sob sua tutela. Sugerem como uma estratégia para estímulo ao cumprimento da lei, fomentar o manejo sustentável da RL em áreas com grandes remanescentes de ecossistemas nativos e a viabilização de modelos econômicos de recomposição da RL para as demais partes do país, de forma a resgatar os objetivos iniciais propostos para essa área protegida, os quais foram descaracterizados com o tempo.

O que verificamos atualmente é que a despeito da importância ecológica de áreas como as RL, fundamentais para a proteção da biodiversidade, para o fornecimento de bens e serviços ecossistêmicos que contribuem inclusive para a produtividade da propriedade (BRANCALION *et al.*, 2012; METZGER, 2002, 2010; RODRIGUES, E. R. *et al.*, 2007; SBPC; ABC, 2011a; SMA, 2011a), muitos agricultores desconhecem suas vantagens diretas e indiretas e consideram um desperdício do ponto de vista econômico dispor de áreas férteis

para conservação ambiental; enxergam a RL como um ônus, penalização e interferência inaceitáveis sobre sua propriedade (BRANCALION *et al.*, 2012; OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003; RANIERI; MORETTO, 2012; RODRIGUES, E. C., 2007; SBPC; ABC, 2011a). Entretanto, é importante frisar que a manutenção de remanescentes de vegetação nativa nas propriedades e na paisagem transcende uma discussão puramente ambientalista e ecológica, pois se trata, além do potencial econômico agregado, de assegurar a sustentabilidade da atividade agropecuária (SBPC; ABC, 2011a).

Como a legislação não tem conseguido se impor à lógica de prevalência dos interesses político-econômicos sobre os interesses ambientais, desde a década de 70, tem sido comum o desrespeito ao cumprimento da reserva legal (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003), caracterizando amplas paisagens absolutamente padronizadas, dominadas principalmente pelas lavouras e pastos. Por meio dos cadastros de imóveis rurais do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que são informações fornecidas diretamente pelos proprietários rurais, Oliveira e Bacha (2003) averiguaram que menos de 10% dos imóveis rurais brasileiros declaram possuir reserva legal e que, frequentemente, os que a possuem, não mantêm a área mínima definida pela lei.

Após a aprovação da Lei nº 12.651/2012, espera-se o início do processo de regularização do território brasileiro conforme as novas normas vigentes. Entretanto, Ranieri e Moretto (2012) destacam que, embora o instrumento das reservas legais tenha sido mantido, sua definição, seus objetivos, formas de delimitação e possibilidades de uso foram alterados, ocasionando redução da proteção da vegetação nativa no país e de suas funções. Além disso, apontam que as diversas situações e condicionantes previstas por esta lei tornam sua aplicação complexa e de difícil fiscalização.

Em relação à regularização das áreas de RL, deverão ser conduzidos processos de restauração dessas áreas e aprovados planos de manejo para utilização sustentável desses espaços protegidos. Para tanto, a definição de objetivos, metas e critérios claros são essenciais para nortear essas ações.

6. Critérios e metas para cumprimento das funções das reservas legais

A definição de objetivos e metas precisas, são essenciais para a gestão e resultados das iniciativas de conciliação da proteção da natureza com o desenvolvimento socioeconômico. Em terras privadas o desafio é ainda maior, uma vez que é preciso contemplar e conciliar as

necessidades e interesses dos proprietários rurais à manutenção de características ambientais, de forma a balancear direitos e ganhos privados àqueles públicos decorrentes da proteção ambiental (SHOGREN *et al.*, 2003).

De acordo com o artigo 3º, inciso III, da Lei nº 12.651, que define “Reserva Legal”, o instrumento atualmente possui as seguintes funções:

1. Uso econômico dos recursos naturais de modo sustentável;
2. Auxiliar a conservação dos processos ecológicos;
3. Auxiliar a reabilitação dos processos ecológicos;
4. Promover a conservação da biodiversidade;
5. Promover o abrigo e proteção da fauna silvestre e flora nativa.

Segundo Sparovek (2012), o interesse de proteção contido no conceito de RL é difuso, mas nem por isso menos importante. O instrumento não se relaciona especificamente com algum atributo da natureza (água, por exemplo), mas visa à manutenção de certo estoque de vegetação natural, ou algo próximo a isto, na paisagem, que beneficiará todos os aspectos ambientais contidos e contemplados pela RL: a biodiversidade, a mitigação de efeitos climáticos negativos, o controle da erosão, a recarga hídrica, aspectos cênico-paisagísticos.

SBPC e ABC (2011) veem a RL como um instrumento adicional que amplia o leque de ecossistemas e espécies nativas conservadas; constituem áreas complementares que devem coexistir nas paisagens para assegurar sua sustentabilidade biológica e ecológica a longo prazo.

Respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema sob manejo, a legislação preconiza, além das funções relativas à proteção ambiental, a obtenção de benefícios econômicos e sociais decorrentes da utilização de bens e serviços fornecidos pelas múltiplas espécies componentes da vegetação natural da RL (artigo 3º, inciso VII, da Lei nº 12.651) (BRASIL, 2012a).

As RL, portanto, assumem diversas funções, definidas de forma ampla pela lei. Entretanto, a legislação federal não estabelece (ou o faz de maneira vaga) critérios, métodos, níveis mínimos ou adequados para garantir o cumprimento de cada uma das funções. Tão pouco orienta como conciliar e viabilizar o cumprimento simultâneo das variadas funções diante das possibilidades de recomposição e uso sustentável dessas áreas protegidas. Segundo IPEF *et al.* (2012) a legislação abre um leque de opções acerca do instrumento das RL porém não esclarece como o manejo estipulado pela lei pode ser aplicado na prática, de modo a não descaracterizar as funções da reserva legal. Apontam a necessidade de estipular os requisitos

ecológicos mínimos almejados para essas áreas protegidas; ponderar e determinar o limiar entre a integridade e a lucratividade do sistema. Outros entraves assinalados estão associados à amplitude do conceito de restauração e de manejo florestal sustentável, que demandam orientações técnicas e/ou regras mais claras.

Resende (2002) expressa opinião convergente e complementar ao afirmar que “são vários os casos em que a normatização da exploração de recursos naturais não evolui a contento, gerando incertezas e ineficácia. Os problemas surgem a partir da edição das leis, passando pela falta do regulamento necessário e chegando à pura e simples inaplicação” (p. 177).

A reflexão acerca do instrumento das RL, e da concretização de suas funções, perpassa a atual discussão, a nível mundial, da validade e efetividade das estratégias de conservação que buscam conciliar proteção do meio ambiente com o desenvolvimento socioeconômico.

7. Áreas protegidas de uso sustentável: efetividade da estratégia de conservação

Desde o final do século XX, os objetivos, mecanismos e destinos da conservação da natureza estão passando por um enorme debate, tanto no plano conceitual como no plano da ação (SILVEIRA, 2001). Até o período mencionado, predominava a visão preservacionista, onde a natureza deveria ser protegida contra o desenvolvimento moderno, industrial e urbano, sendo reverenciada no sentido da apreciação estética e espiritual da vida selvagem (*wilderness*) (DIEGUES, 2001). Entretanto, no final do século XX, o termo “desenvolvimento sustentável” ganha força no cenário mundial e, com isso, grande parte das políticas ambientais passa a buscar a reconciliação entre o desenvolvimento e o meio ambiente. Com isso, o modelo de proteção aos recursos naturais baseado na exclusão da presença humana passa a ser duramente criticado, muitos cientistas e membros da sociedade passam a apostar em planos de manejo sustentável e projetos de envolvimento da população local na conservação. As redes de unidades de conservação passam a englobar tanto áreas em que a presença humana é desejável quanto áreas em que o uso humano seria proibido (SILVEIRA, 2001).

Nesse contexto, a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), que constitui liderança, em escala global, na definição e gestão dos diferentes tipos de áreas protegidas, anuncia um “novo paradigma” com ênfase na interação entre humanos e a natureza (LOCKE; DEARDEN, 2005). Propôs o enquadramento das áreas protegidas em sete

categorias, em função de seus objetivos de manejo: Ia – Reserva natural estrita; Ib – Área natural silvestre; II – Parque nacional; III – Monumento natural; IV – Área de manejo de habitats/espécies; V – Paisagem terrestre/marinha protegida; VI – Área protegida com recursos naturais manejados (IUCN, 1994). Dudley (2008) publicou novas definições e diretrizes para áreas protegidas e suas categorias.

Conforme o passar dos anos, as experiências de uso sustentável começam a ter uma história a ser analisada. A proteção e o uso múltiplo sustentável dos recursos naturais, que deveriam ser objetivos complementares, na verdade não têm se mostrado congruentes e/ou coexistido como iguais. Existem trabalhos apontando para a possibilidade de conciliação entre o desenvolvimento e proteção do meio ambiente (CLOUGH *et al.*, 2011; ELLIS; PORTER-BOLLAND, 2008; GALVIN; HALLER, 2008; NAUTIYAL; KAECHHELE, 2007; QUEIROZ, H., 2005), mas também são muitas as situações nas quais um objetivo ou outro dominam, impossibilitando a concretização simultânea dos diferentes propósitos (ALKAN *et al.*, 2010; CORTINA-VILLAR *et al.*, 2012; GUNGOR, 2007; NIEMELÄ *et al.*, 2005; PHALAN *et al.*, 2011; SCALES; MARSDEN, 2008). Os conflitos não se restringem entre as dimensões ecológica e social ou ecológica e econômica, mas também entre as dimensões econômica e social (ALKAN *et al.*, 2010; GUNGOR, 2007).

Diante da observação desse quadro, surge nova posição de crítica ao paradigma de conservação fundamentado na interação entre humanos e a natureza; a crítica coloca que a conservação com sucesso se faz sem a presença humana (SILVEIRA, 2001). Dessa forma, internacionalmente, há grande polêmica acerca do papel das categorias V e VI da IUCN para a conservação da biodiversidade, da inclusão ou exclusão dessas categorias nos sistemas de áreas protegidas, e, se inclusas, como devem ser manejadas (DUDLEY *et al.*, 2010; LOCKE; DEARDEN, 2005). Dudley *et al.* (2010) afirma que é necessário um conjunto mais detalhado de orientações sobre a categoria VI, além de pesquisas para determinar a eficácia destas para a conservação da biodiversidade e para estabelecer as bases para implementação e condução das atividades nas mesmas.

Segundo Silveira (2001), o livro “*Parks in Peril: People, Politics and Protected Areas*”, que traz uma coletânea de textos relacionados ao programa *The Nature Conservancy*, coloca de forma clara no prefácio e introdução que “as áreas naturais protegidas são o pilar da conservação da natureza e não devem carregar toda a responsabilidade pelo desenvolvimento sustentável” (p. 158). Afirma que “uso sustentável” tem limites com relação à conservação da natureza, mesmo que o objetivo seja apenas a conservação de paisagens ou espécies.

Importante frisar que o propósito primário de uma área protegida é proteger todos os elementos silvestres da natureza, bem como os processos e habitats dos quais eles dependem. Embora seja positivo o atributo adicional de consideração de componentes humanos (econômicos, sociais e culturais) nas áreas protegidas, essas devem colocar as necessidades dos outros organismos acima daquelas dos seres humanos (DUDLEY, 2008; LOCKE; DEARDEN, 2005). Locke e Dearden (2005) sugerem que as atuais categorias V e VI da IUCN deixem de compor os sistemas de áreas protegidas para serem vistas e classificadas como áreas de desenvolvimento sustentável. Tal resolução traria alguns benefícios: eliminaria a distração na agenda das áreas protegidas, que teriam de fato o foco central de proteção da biodiversidade; as categorias V e VI deixariam de ser vistas como áreas protegidas de segunda classe e adquiririam a atenção e importância que devem ter enquanto práticas de vanguarda do uso da paisagem.

Parks in Peril expressa opinião convergente, também propondo a separação das áreas de desenvolvimento das áreas de conservação, a fim de evitar que o desenvolvimento avance sobre as áreas de conservação sob o rótulo da sustentabilidade; a busca de diferentes formas de desenvolvimento deve ser feita fora das áreas de conservação (SILVEIRA, 2001).

Locke e Dearden (2005) reconhecem a necessidade de pesquisas para avanço do conhecimento, inclusive acerca da interação humana com a natureza. Mas, enquanto isso, consideram imperativo levar em conta as informações científicas atuais que apontam para a importância e necessidade do isolamento de algumas áreas das alterações humana, para que componentes da biodiversidade sejam preservados e a extinção de muitas espécies seja contida. Ressaltam que a sobrevivência de muitas espécies requer um sacrifício da espécie humana em deixar algumas áreas, sem sua direta e intensa interferência, como habitats fundamentais para que as espécies se reproduzam e cresçam em condições seguras. Concluem que é tempo de a comunidade de áreas protegidas concentrar seus esforços em proteger e conectar os poucos remanescentes de ecossistemas naturais, por meio das categorias I a IV da IUCN, e, de forma concomitante, aprimorar práticas de desenvolvimento sustentável em terras fora das áreas protegidas.

As experiências, passadas e presentes, de áreas protegidas de uso sustentável possibilitam aprendizados. Mostram que a eficácia dessas estratégias, em seu propósito de promover a conservação, depende de uma série de fatores relacionados à governança, aos sistemas de gestão e manejo adotados, ao efetivo envolvimento e participação da comunidade local, à dependência e aos laços culturais e econômicos da população com o local, às condições econômicas e sociais gerais da área protegida (BAIRD; DEARDEN, 2003;

CORTINA-VILLAR *et al.*, 2012; DEARDEN *et al.*, 2005; GUNGOR, 2007; SMITH *et al.*, 2003; TWYMAN, 2001). Apontam, também, aspectos que devem ser contemplados na busca pela conciliação entre a proteção ambiental e o desenvolvimento socioeconômico (BRANCALION *et al.*, 2012; GUNGOR, 2007; KHAN; BHAGWAT, 2010; MMA; REBRAF, 2005; NAUTIYAL; KAECEHELE, 2007; NIEMELÄ *et al.*, 2005; PORRO; MICCOLIS, 2011; QUEIROZ, H., 2005; SBPC; ABC, 2011a; SHOGREN *et al.*, 2003; TIKKA; KAUPPI, 2003):

- Definição de objetivos e metas precisas para restauração e uso sustentável;
- Regulamentação e definição de critérios, limiares, regras e técnicas acerca da restauração e uso sustentável;
- Envolvimento da sociedade (organizações comunitárias, universidades, ONGs, políticos, técnicos, extensionistas e etc.);
- Envolvimento dos agricultores e proprietários na restauração e uso sustentável dos recursos naturais;
- Conferir condições sociais e econômicas adequadas a fim de que estas dimensões não conflitem com a dimensão ecológica/ambiental;
- Abordagens interdisciplinares para concepção da gestão e uso das áreas;
- Informar e conscientizar sobre a importância da conservação ambiental, os benefícios e potenciais da área protegida;
- Pesquisa como base de conhecimento para a eficaz gestão, manejo, restauração e uso sustentável das áreas protegidas;
- Políticas públicas baseadas em medidas regulatórias, de controle e de estímulo/incentivo, visando o cumprimento da lei, o fomento ao manejo sustentável, a conservação do espaço protegido;
- Apoio financeiro e técnico à restauração e uso sustentável da área protegida.

8. *Uso sustentável das reservas legais*

Conforme recém-mencionado, o uso sustentável dos recursos naturais e os benefícios decorrentes do adequado equilíbrio entre a exploração e a conservação estão diretamente relacionados à gestão e aos sistemas de manejo (GUNGOR, 2007), os quais necessitam de objetivos claros que devem também permear políticas adequadas (MORSELLO, 2006). Entretanto, essa autora afirma que o manejo essencial para a concretização da conservação

nas áreas protegidas é incipiente ou praticamente inexistente, principalmente em países pobres e em desenvolvimento. Aponta que, no Brasil, não se conhecem os problemas gerais do manejo em seus aspectos ecológicos, econômicos e político-institucionais, e as especificidades em relação a cada tipo de área protegida. Assinala ainda que, na maior parte das vezes, os gerenciadores tomam medidas de manejo fortuitas, sem ter o respaldo dos conhecimentos necessários.

As RL enfrentam problemas similares aos mencionados por Morsello (2006). Embora a legislação institua a utilização da reserva legal sob manejo sustentável e existam diversas oportunidades relacionadas, pouco se avançou em termos de propostas de manejo das RL e são raros os projetos que atualmente aproveitam esse potencial (BRANCALION *et al.*, 2012; FASIABEN, 2010; SBPC; ABC, 2011a; SMA, 2011a). Na prática, a área tem sido vista como uma área indisponível da propriedade e muita desinformação a respeito da legislação têm predominado entre os produtores e os técnicos que os assistem (FASIABEN, 2010; SBPC; ABC, 2011a; SMA, 2011a).

A concretização da função ecológica das RL depende também de estudos científicos que considerem os aspectos de manutenção, regeneração e reprodução dos principais componentes da biodiversidade e a resiliência destes ecossistemas. Tais informações devem fundamentar a gestão e manejo dessas áreas. Isso porque, conforme mencionado no capítulo anterior, para assegurar a sustentabilidade ecológica e/ou ambiental deve-se, minimamente, manter os processos ecológicos essenciais; e apenas por meio do monitoramento, a longo prazo, de componentes do sistema é que se pode determinar sua perpetuidade (FERNANDEZ, 2005; FERNANDEZ *et al.*, 2012; MORSE, 2010; ROGERS *et al.*, 2008). A flora e fauna exploradas pelo homem são, em última instância, populações biológicas, que só serão mantidas se o número de indivíduos retirados dela for menor do que sua capacidade natural de se recompor. Portanto, o monitoramento demográfico é a única maneira de saber se uma exploração é de fato sustentável (FERNANDEZ, 2005). Em Fernandez *et al.* (2012), a avaliação de 126 casos brasileiros de uso presumivelmente sustentável dos recursos naturais revelou que muitos (48% dos casos avaliados) na realidade não são explorações sustentáveis. Diante desse resultado, os autores sugerem que o conceito “sustentabilidade” seja utilizado com maior cautela e que a sustentabilidade seja mais vezes colocada à prova.

A importância e necessidade de monitoramento de componentes bióticos e abióticos das RL encontra respaldo na Lei nº 12.651/2012, quando essa coloca que o manejo sustentável deve respeitar os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo (artigo 3º, inciso VII), que a intensidade de exploração florestal deve ser compatível com a

capacidade de suporte ambiental da floresta (art. 31, § 1º, inciso III) e deve haver o monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente (art. 31, § 1º, inciso VIII). As diretrizes e orientações, presentes nos artigos 21 e 22 da Lei nº 12.651/2012, relativas ao manejo florestal sustentável da vegetação da RL, também reforçam a importância do monitoramento que deve auxiliar as ações no sentido de não descaracterizar a cobertura vegetal, não prejudicar a conservação da vegetação nativa da área, assegurar a manutenção da diversidade de espécies, conduzir o manejo de espécies exóticas de forma a favorecer a regeneração das espécies nativas, não colocar em risco a sobrevivência de indivíduos e da espécie coletada para obtenção de produtos não madeireiros (BRASIL, 2012a).

Ainda em relação à função das RL de conservação da biodiversidade, há um ponto expressivamente polêmico: o uso de espécies exóticas. Muitos acreditam que elas não deveriam ser consideradas elementos permanentes dessas áreas protegidas (BRANCALION *et al.*, 2012; SBPC; ABC, 2011a), mas outros autores (COSTA; DURIGAN, 2010; D'ANTONIO; MEYERSON, 2002) apontam forma alternativa de considerá-las e tratá-las no contexto da conservação. Este ponto será mais bem tratado no item a seguir, a respeito da restauração das RL.

Quanto ao uso econômico das RL, mesmo no meio científico ainda há grandes lacunas. O maior volume de dados disponíveis refere-se à exploração sustentável da floresta amazônica remanescente (SBPC; ABC, 2011a). Em paisagens intensamente antropizadas, o uso econômico de ecossistemas naturais remanescentes é controverso, devido ao impacto desse manejo sobre a biodiversidade e à importância desses fragmentos para a conservação da biodiversidade remanescente (METZGER, 2010).

Considerando a prevalência de componentes nativos nas RL, o uso econômico dessa porção da propriedade enfrenta outro obstáculo: ainda há pouco interesse por parte do setor privado em investir e adotar sistemas de produção florestal com espécies nativas, parte devida a percepção de insegurança jurídica, parte em função da falta de modelos de produção com informações claras sobre produtividade (IPEF *et al.*, 2012). Segundo essa publicação, as constantes alterações na legislação e a falta de normas legais claras quanto às regras para exploração e comercialização dos produtos, madeireiros e não madeireiros, provenientes de espécies nativas, geram uma insegurança nos investidores e empresas privadas que veem como grande o risco de iniciar um negócio em meio a tantas incertezas quanto ao presente e futuro do empreendimento. Segundo Brancalion *et al.* (2012) o avanço da pesquisa contribuirá para a superação deste entrave; novas espécies serão utilizadas pelo homem e a

exploração de espécies nativas na RL será ainda mais vantajosa, em muitos casos inclusive superando os sistemas de produção agropecuária.

9. Restauração ecológica das reservas legais

Em regiões do país onde a degradação foi intensa, o manejo de remanescentes nativos pode não ser uma opção, havendo a demanda pela restauração⁶ da RL (BRASIL, 2012a). Entretanto, é importante destacar que os ecossistemas restaurados não são equiparáveis aos ecossistemas naturais (REY BENAYAS *et al.*, 2009). Os autores concluem no estudo, uma meta-análise dos resultados de 89 ações de restauração, que embora a restauração aumente os níveis de biodiversidade e de fornecimento de serviços ecossistêmicos, em comparação com o estado prévio de degradação, ainda assim, permanecem em níveis inferiores aos de ecossistemas de referência intactos.

Conforme mencionado, menos de 10% dos imóveis rurais brasileiros possuem RL (OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, 2003), fazendo com que a restauração ecológica seja um aspecto essencial à gestão desses espaços. Entretanto, restaurar áreas protegidas a fim de alcançar objetivos específicos da conservação é um desafio, uma vez que as técnicas e abordagens ainda estão em desenvolvimento (KEENLEYSIDE *et al.*, 2012).

No Brasil, leis, decretos, resoluções e outros dispositivos jurídicos têm sido instituídos, estabelecendo normas cada vez mais rigorosas e complexas, a fim de ampliar os ecossistemas efetivamente restaurados (DURIGAN *et al.*, 2010). Entretanto, estes autores ressaltam que cumprir a legislação ambiental e normas relativas à restauração não significa recuperar os atributos e funções do ecossistema.

A restauração pode ter várias metas, que abrangem a recuperação simultânea de valores ecológicos, culturais e socioeconômicos (KEENLEYSIDE *et al.*, 2012). A dificuldade, a quantidade de tempo e recursos necessários, as chances de sucesso da restauração dependerão do conjunto de metas e das características do ecossistema a ser restaurado (HOBBS, 2007; KEENLEYSIDE *et al.*, 2012; SUDING, 2011).

Considerando a dimensão ecológica, há diversas propostas norteadoras para o processo da restauração ecológica. Com frequência, o objetivo da restauração é retornar o sistema a uma condição passada, anterior à influência humana, de um ecossistema maduro com todas as

⁶ Restauração: o processo e prática de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (SER, 2004).

espécies esperadas (HOBBS, 2007). Entretanto, esse objetivo tem sido considerado irreal e inatingível por diversos autores (CHOI, 2004; DURIGAN *et al.*, 2010; EHRENFELD, 2000; HOBBS, 2007), que apontam a necessidade e importância de se estabelecer metas mais factíveis. Keenleyside *et al.* (2012), ao tratar da restauração para áreas protegidas, aponta como possibilidades: restaurar a integridade ecológica reinstalando processos ecológicos chaves, reduzindo a influência de espécies invasoras, reintroduzindo espécies, restabelecendo condições físicas e químicas; aumentar a resiliência do ecossistema; proteger e/ou aumentar fornecimento de serviços ecossistêmicos, entre outras. Segundo a Sociedade Internacional para Restauração Ecológica, um ecossistema restaurado é aquele que possui condições bióticas e abióticas suficientes para assegurar a continuidade autônoma de seu desenvolvimento. Apresenta estrutura, diversidade, funcionamento e resiliência similares às de um ecossistema de referência (SER, 2004). Choi (2004) propõe um paradigma “futurista” para a restauração, no qual se deve (1) estabelecer metas realistas e dinâmicas baseadas no ambiente futuro ao invés de no passado; (2) assumir a possibilidade de múltiplas trajetórias dada a natureza imprevisível das comunidades ecológicas e ecossistemas; (3) abordagem da estrutura e função na escala de ecossistema ou paisagem; (4) avaliar o progresso da restauração com critérios explícitos e quantitativos; (5) manter monitoramento de longo prazo dos resultados da restauração.

Projetos de restauração devem ter metas claras, factíveis e coerentes com o diagnóstico, nas potencialidades e restrições, da área a ser recuperada (DURIGAN *et al.*, 2010). Assinalam que, em alguns casos, a meta pode ser, simplesmente, a recuperação de serviços ecossistêmicos, promovendo cobertura vegetal ou a contenção de processos erosivos, por exemplo; enquanto noutros casos, de menor degradação ambiental, podem ser estabelecidas metas quanto a estrutura e diversidade da vegetação, respeitando as características dadas pela região ecológica, e a determinação de um prazo cabível. Portanto, conforme o paradigma internacionalmente aceito “*no one size fits all*”, não se deve estabelecer um conjunto de regras único, a ser aplicado a todas as situações de restauração de ecossistemas, mas adequar metas para cada caso (DURIGAN *et al.*, 2010; EHRENFELD, 2000; HOBBS, 2007). Para o estabelecimento de parâmetros adequados a cada situação, “são necessárias pesquisas que mapeiem as trajetórias sucessionais de ecossistemas em restauração em cada região e que gerem os parâmetros de referência com base no que é possível” (p. 480) (DURIGAN *et al.*, 2010). Apontam que o conhecimento científico atual pode não ser suficiente para padronizar normas técnicas e metodológicas. Por outro lado, Brancalion *et al.* (2010) argumentam que,

leis e regulamentações orientadoras das ações de restauração ecológica podem impulsionar as iniciativas e guiar investimentos, aumentando as chances de viabilidade biológica em médio e longo prazos.

Em função das incertezas e lacunas no conhecimento sobre como a restauração atua sobre os ecossistemas, como seus componentes interagem e como as intervenções humanas podem influenciar a restauração, Keenleyside *et al.* (2012) pontuam que todo manejo de área protegida deve ser flexível o suficiente para se adaptar a mudanças de circunstâncias: surgimento de novas informações ou resultados inesperados das intervenções de manejo.

Graças ao avanço do conhecimento científico e tecnológico, a restauração das RL não só é considerada viável, mas já se conhecem modelos econômicos que oferecem boas perspectivas de retorno financeiro ao produtor que utilize as RL em recuperação (BRANCALION *et al.*, 2012; SBPC; ABC, 2011a). Entretanto, como os modelos econômicos de restauração da RL não devem se desvincular da sua função de conservação da biodiversidade (METZGER, 2010), é necessária cautela no uso de espécies exóticas dentro da RL. Embora se reconheça que elas possam acelerar ou facilitar a restauração de áreas nos primeiros estágios, alguns autores e estudos (BRANCALION *et al.*, 2012; SBPC; ABC, 2011a) ponderam que espécies exóticas não deveriam ser elementos permanentes das RL, uma vez que poderiam comprometer a função de conservação da biodiversidade e não assegurar a restauração de suas funções ecológicas e dos serviços ecossistêmicos. Por outro lado, há circunstâncias em que a utilização de espécies exóticas na restauração é desejável, e sua remoção pode inclusive ter consequências negativas (COSTA; DURIGAN, 2010; D'ANTONIO; MEYERSON, 2002; MARTINS, S. V., 2009). D'Antonio e Meyerson (2002) propõem que as espécies exóticas sejam consideradas no contexto maior da estrutura e sucessão da comunidade, que melhor se compreenda a transitoriedade delas no sistema e o papel que desempenham nos processos que influenciam o curso da sucessão; esse conhecimento embasará o estabelecimento de prioridades, objetivos, metas e ações para o manejo das espécies exóticas.

Outros entraves à eficaz e efetiva restauração ecológica no país, que necessitam de esforços para solução, são (COSTA; DURIGAN, 2010; RUIZ-JAEN; AIDE, 2005):

- Servidores públicos que licenciam e monitoram os projetos, e técnicos que os instalam, em geral, não tem o conhecimento necessário;
- Inexistência de políticas de incentivo, de acesso público e gratuito à orientação técnica, oferta de sementes e mudas em larga escala que atenda a demanda;

- A legislação geralmente não inclui requisitos para comparação dos projetos de restauração com ecossistemas de referência ou outros métodos que permitam avaliar o sucesso da restauração.

10. Considerações finais (capítulo 2)

- A conciliação da proteção ambiental ao desenvolvimento socioeconômico permanece um objetivo polêmico e questionável;
- A proteção dos elementos silvestres da natureza, bem como dos processos e habitats dos quais eles dependem, é o propósito primário das áreas protegidas. Portanto, deveriam ser colocados acima das necessidades e interesses, sociais e econômicos, dos seres humanos;
- A busca e aprimoramento de práticas sustentáveis de uso direto dos recursos naturais deveriam ocorrer predominantemente fora das áreas protegidas;
- A legislação brasileira propõe diversas funções para o instrumento das reservas legais, mas não esclarece ou orienta como concretizar simultaneamente tais objetivos;
- É necessário definir critérios e metas claras para restauração e uso sustentável das RL, em suas dimensões ecológica/ambiental e socioeconômica, preservando a flexibilidade para adequação às distintas circunstâncias e contextos.

Capítulo III - Sistemas agroflorestais em reservas legais: indicadores para monitoramento da sustentabilidade ecológica/ambiental

1. Resumo

Diante da possibilidade de uso dos sistemas agroflorestais (SAF) para recomposição e uso das Reservas Legais (RL), é fundamental estabelecer critérios e limites para que a sustentabilidade, preconizada pela legislação, não seja apenas presumida. Este capítulo teve como objetivo estabelecer um conjunto adequado de indicadores que permita a avaliação e monitoramento da sustentabilidade, na dimensão ecológica/ambiental, de SAF enquanto alternativa para recomposição e uso sustentável das RL, em áreas cuja fisionomia é florestal (tropical). A pesquisa baseou-se em pesquisas bibliográficas, documentais e consultas a especialistas em SAF. O conjunto de critérios e indicadores apresentados pelo artigo *“Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach”* dos autores Francesco Orsi, Davide Geneletti e Adrian C. Newton, foi filtrado, adaptado e complementado de acordo com as particularidades desta pesquisa. Os critérios e indicadores resultantes dessa etapa foram apresentados e avaliados pela Fazenda São Luiz e pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas, responsáveis por casos práticos de SAF considerados por especialistas como os mais bem sucedidos no estado de São Paulo. As consultas evidenciaram a diversidade de visões e posicionamentos desses profissionais, mas impediu a síntese de um conjunto final de indicadores que fosse coeso e coerente. A definição do conjunto final foi, então, norteadada pela literatura. Os indicadores propostos, subdivididos em três categorias, são: (a) estrutura – estrato (avaliação atemporal), distribuição em classes diamétricas, densidade e exposição do solo; (b) composição – riqueza, abundância, ciclos de vida, função das exóticas; (c) função – regenerantes e mudas, horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa). Diante da circunstância sob investigação, se restauração ou uso sustentável e diagnóstico da área, são indicadas adaptações. No caso da restauração sugere-se a adicional observação do nível de complexificação do ambiente demandado pelas espécies a serem implantadas. São também apresentadas considerações e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação realizada por meio dos indicadores propostos. Deseja-se que o conjunto de indicadores e apontamentos acerca dos parâmetros contribuam para futuras discussões em âmbito acadêmico e para aplicação prática subsidiando as ações do Estado na orientação da implantação e manejo, na fiscalização e monitoramento dos SAF que compõem as RL.

2. Introdução

Conforme a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, as RL são áreas protegidas que objetivam a conciliação da proteção da biodiversidade e dos processos ecológicos com o uso

direto dos recursos naturais, a fim de que esses espaços também proporcionem benefícios socioeconômicos aos produtores rurais e à sociedade de forma geral. Entre as alternativas para concretização desses objetivos, estão os sistemas agroflorestais, frequentemente apontados como sistemas sustentáveis, promissores para solucionar problemas no uso dos recursos naturais e adequados para utilização dessa base de recursos.

Entretanto, para que a sustentabilidade não seja apenas presumida, como comumente é feito, é essencial que se teste e averigüe a capacidade de perpetuação do sistema a longo prazo. Tal investigação é feita por meio do monitoramento de componentes do sistema, que são avaliados mediante a aplicação de indicadores específicos.

Assim, o presente capítulo tem como objetivo estabelecer um conjunto adequado de indicadores que permita a avaliação e monitoramento da sustentabilidade, na dimensão ecológica/ambiental, de sistemas agroflorestais enquanto alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais, em fisionomias florestais de regiões tropicais.

O conjunto de indicadores e sugestões feitas acerca dos parâmetros para avaliação podem subsidiar as ações do Estado na orientação da implantação e manejo, na fiscalização e monitoramento dos SAF que comporão as reservas legais, de forma que essas áreas protegidas desempenhem adequadamente suas funções.

3. Fundamentos teóricos

3.1. Monitoramento

Monitoramento ambiental é a observação e estudo do ambiente, que envolve a coleta sistemática e periódica de dados previamente selecionados, com o objetivo de avaliar, quantitativa e qualitativamente, estados, atributos e processos de um ambiente que muda espacial e temporalmente, e verificar o atendimento a requisitos predeterminados, de cumprimento voluntário ou obrigatório (ARTIOLA *et al.*, 2004; SÁNCHEZ, 2008). As informações geradas a partir de atividades de monitoramento podem ser utilizadas de diversas maneiras, que vão desde a compreensão de um problema ou situação ambiental de curto prazo, até o planejamento, controle e definição de estratégias de gestão, recuperação, preservação e conservação dos recursos, a longo prazo, em amplas escalas espaciais (ARTIOLA *et al.*, 2004). Os autores ressaltam que para obtenção de resultados robustos, os objetivos, as estratégias de amostragem e coleta de dados, os métodos de análise utilizados no monitoramento precisam ser bem definidos e compreendidos conjuntamente à meta

ambiental, em suas variáveis físicas, químicas, biológicas e em relação aos processos envolvidos.

O monitoramento ambiental pode fornecer dados como um requisito estipulado pela legislação. Nesse caso, de forma geral, o monitoramento não tenta identificar ou entender o mecanismo que influencia a mudança de um ecossistema; foca na identificação de tendências, como a percepção de se as condições ambientais estão “melhorando” ou “piorando” (LINDENMAYER; LIKENS, 2010). Artiola *et al.* (2004) aponta que a maioria dos programas de monitoramento ambiental lidam com questões de curto prazo, geralmente relacionadas ao bem-estar humano, ignorando as mudanças ambientais a longo prazo, que afetam diversas espécies.

Rapport *et al.* (2003) destacam que para alcançar um futuro sustentável e saudável, deve-se aprender com as mudanças observadas, ajustar políticas e ações com base na avaliação feita por meio dos indicadores de monitoramento. Conforme Stem *et al.* (2005), há um crescente reconhecimento entre pesquisadores e praticantes da conservação que um bom projeto de manejo relaciona-se diretamente à apropriada concepção da avaliação e monitoramento dos sistemas. Concluem ainda que as diferentes necessidades de avaliação e monitoramento requerem também distintas abordagens, e que o monitoramento apenas quantitativo de variáveis biológicas é insuficiente para lidar com a área da conservação.

A implantação de atividades de monitoramento ambiental necessita de uma seleção prévia de indicadores, tema tratado a seguir.

3.2. Indicadores

Indicadores são um componente essencial para a avaliação e direcionamento rumo ao desenvolvimento sustentável (GALLOPÍN, 1997). Eles proporcionam informações a respeito de uma realidade complexa, de forma simplificada, clara e agregada para as tomadas de decisão e condução das ações; ajudam a incorporar o conhecimento científico às instâncias de planejamento e gestão; avaliam condições e tendências, inclusive em relação aos objetivos e metas; permitem avaliações comparativas entre locais e situações distintas; fornecem avisos precoces para prevenir revezes (econômicos, sociais e ambientais); são uma ferramenta útil para comunicar ideias, pensamentos e valores (BOSSSEL, 1999; GALLOPÍN, 1997; UNITED NATIONS, 2007).

Ao mesmo tempo em que os indicadores são importantes, ao centralizarem sobre si os processos de planejamento e tomada de decisões, tornam-se também perigosos. Se um indicador não for bem escolhido ou for medido de forma inadequada, as decisões podem não ser efetivas, uma vez que as ações podem ser insuficientes ou em demasia para garantir o estado desejado para o sistema (MEADOWS, 1998). Segundo a autora, alguns dos perigos do processo de escolha e de uso dos indicadores são: agregação excessiva de informações, avaliação do que é mensurável ao invés daquilo que é de fato importante, interpretação errônea dos dados fornecidos pelo indicador, falsificação ou manipulação deliberadas do indicador e seus resultados, incompletude da representação da realidade pelos indicadores. Ressalta que devemos sempre lembrar que os indicadores são reflexos parciais da realidade, baseados em incertezas e modelos imperfeitos.

Indicadores de sustentabilidade (ou de insustentabilidade) diferem de outros tipos de indicadores pela adicional consideração de tempo, limite e meta (GALLOPÍN, 1997; MEADOWS, 1998). Para lidar com os problemas complexos do desenvolvimento sustentável, Bellen (2006) coloca a importância de sistemas interligados, indicadores inter-relacionados e a necessidade da identificação dos vínculos entre as variáveis a fim de entender o sistema como um todo. Bossel (1999) define como propósitos fundamentais na avaliação de sustentabilidade: fornecer informações essenciais sobre a viabilidade do sistema e sua taxa de mudança; indicar a contribuição para o objetivo geral do desenvolvimento sustentável.

Meadows (1998) propõe as características necessárias para a construção de sistemas de indicadores adequados. Entre elas estão:

- Clareza de valor – clareza nas direções que são consideradas boas/adequadas ou ruins/inadequadas;
- Clareza de conteúdo – facilmente compreensíveis;
- Impulsionem a ação política;
- Politicamente relevantes para os diferentes atores sociais;
- Viáveis economicamente;
- Suficientes – meio termo entre excesso e falta de informações;
- Apropriados às escalas espacial e temporal;
- Democráticos e participativos;
- Condutores – fornecer informações que conduzam à ação;
- Devem contribuir para a discussão, o aprendizado e as mudanças.

A definição do termo “indicador” ainda hoje é ambígua (HEINK; KOWARIK, 2010). Estes autores destacam a diversidade de definições e atributos que o termo assume nas áreas da ecologia e do planejamento ambiental, como medidas, componentes descritivos, parâmetros, entre outras possibilidades. A maioria das definições restringe, explicita ou implicitamente, o conceito a variáveis numéricas, designando como uma das funções essenciais dos indicadores a quantificação (GALLOPÍN, 1997). Entretanto, diversos autores (BELLEN, 2006; BOSSEL, 1999; GALLOPÍN, 1997; MEADOWS, 1998) reconhecem que um indicador pode ser uma variável qualitativa; há inclusive autores que defendem que a avaliação de experiências de desenvolvimento sustentável deveriam ser mais qualitativas, em função das limitações dos indicadores exclusivamente numéricos (BELLEN, 2006; STEM *et al.*, 2005).

Neste capítulo adotou-se a nomenclatura utilizada por um trabalho de referência (ORSI *et al.*, 2011), que trata da avaliação do manejo florestal sustentável por meio de critérios e indicadores. Define “critérios” como “elementos essenciais ou componentes principais que definem o manejo florestal sustentável” (p. 338) (ex. estrutura da vegetação, condições do solo, diversidade) e “indicadores” como “parâmetros qualitativos ou quantitativos de um critério, que fornecem uma base para avaliação do estado das florestas e tendências no manejo florestal” (p. 338) (ex. diâmetros das árvores, conteúdo de matéria orgânica no solo, abundância). De forma simplificada, critérios designam conceitos gerais e indicadores referem-se ao meio operacional para expressar ou medir um critério.

O presente trabalho tem como foco a dimensão ecológica e/ou ambiental. A seguir, são tratados dos indicadores pertencentes a essa(s) dimensão(ões).

3.2.1. Indicadores ecológicos/ambientais

Os termos “indicadores ambientais” e “indicadores ecológicos” com frequência têm sido utilizados como sinônimos, mas há autores que distinguem esses conceitos (NIEMI; MCDONALD, 2004). No presente trabalho a terminologia “ecológica/ambiental”, ao se referir aos indicadores ou à sustentabilidade, se deve às distintas perspectivas acerca das dimensões que compõem a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável: três dimensões (ambiental, social e econômica), propostas por John Elkington em 1990; oito dimensões (social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e política internacional) propostas por Sachs (2002), entre outras propostas (GLAVIČ; LUKMAN,

2007; PAWŁOWSKI, 2008; VUCETICH; NELSON, 2010). Este trabalho lida com as dimensões ambiental e/ou ecológica, dependendo da perspectiva adotada para abordar a sustentabilidade.

Desde a década de 1960 houve uma rápida aceleração do interesse científico no desenvolvimento e aplicação de indicadores ecológicos, decorrente principalmente da necessidade de avaliar as condições ecológicas para tomada de decisões acerca da regulação dos sistemas, conservação da biodiversidade e busca pela sustentabilidade (NIEMI; MCDONALD, 2004). Atualmente é claro que não é possível encontrar um indicador, ou mesmo alguns indicadores, que possam ser utilizados de forma generalizada, sendo suficientes para apresentar um diagnóstico completo do sistema. Embora existam indicadores ecológicos gerais, que comumente são utilizados para avaliar os ecossistemas, eles frequentemente são complementados com outros indicadores específicos ao contexto e objeto da avaliação (JØRGENSEN *et al.*, 2010).

Os indicadores ecológicos e/ou ambientais também requerem a definição de objetivos, que devem incorporar o histórico dos aspectos sociais e ecológicos do local (RAPPORT *et al.*, 2003). Por meio destes indicadores podem-se avaliar as condições do ambiente, diagnosticar a(s) causa(s) de problemas ambientais, monitorar tendências ambientais ao longo do tempo, prever mudanças e estados do ambiente, identificar ações de remediação (DALE; BEYELER, 2001; NIEMI; MCDONALD, 2004).

Indicadores ecológicos/ambientais devem capturar as complexidades dos ecossistemas e ainda permanecerem simples o suficiente para serem fácil e rotineiramente aplicados (DALE; BEYELER, 2001). Estes autores ressaltam as características desejáveis para os indicadores ecológicos: serem facilmente medidos; serem sensíveis às pressões sobre o sistema; serem antecipatórios, prevendo mudanças que podem ser evitadas por ações de manejo; serem integrativos; terem uma resposta conhecida ou previsível aos distúrbios, estresses antropogênicos e mudanças ao longo do tempo; terem baixa variabilidade na resposta. Jørgensen *et al.* (2010) complementam critérios para os indicadores: serem facilmente compreensíveis, inclusive para leigos; serem relevantes para o contexto; serem cientificamente justificáveis; serem aceitáveis em termos de custos. Niemi e McDonald (2004) destacam que os indicadores devem ser capazes de detectar mudanças antropogênicas de mudanças naturais. O desafio é obter um conjunto razoável de indicadores que, juntos, atendam esses critérios (DALE; BEYELER, 2001; JØRGENSEN *et al.*, 2010).

Assume-se aqui que o conjunto de indicadores deve, idealmente, representar informações chaves acerca dos três atributos principais dos ecossistemas: (a) **estrutura** –

organização física ou padrão de um sistema; (b) **função** – envolve os processos ecológicos e evolutivos; (c) **composição** – refere-se à identidade e variedade de elementos de um sistema (DALE; BEYELER, 2001; FRANKLIN *et al.*, 1981; NOSS, 1990). Diversos autores e estudos têm adotado essa estrutura para tratar dos indicadores e avaliar os ecossistemas (ANDEL; ARONSON, 2006; DALE; BEYELER, 2001; IPEF *et al.*, 2012; NEWTON, 2007; RUIZ-JAEN; AIDE, 2005; SUDING, 2011; TIERNEY *et al.*, 2009). Os três atributos apresentam íntima relação. A estrutura afeta a dinâmica, o crescimento e a produção florestal; caracteriza o habitat e a diversidade de espécies da flora e fauna; influencia a polinização, a dispersão de sementes, a germinação e a regeneração; afeta um amplo espectro de funções da floresta, que vão desde a proteção ambiental à recreação (PRETZSCH, 2009). O autor aponta que, ao mesmo tempo em que a estrutura determina os processos existentes, estes também modificam a estrutura. A riqueza, a abundância, a identidade, a similaridade funcional entre as espécies (atributos da composição), e as interações entre os elementos bióticos e abióticos do sistema, por sua vez também afetam fortemente os processos ecossistêmicos e conferem estabilidade e resiliência aos ecossistemas (CHAPIN III *et al.*, 2002). Portanto, a avaliação da estrutura, composição e função dos ecossistemas fornecem subsídios relevantes para compreensão da ecologia florestal e para o planejamento e condução das ações de conservação (NEWTON, 2007).

A avaliação e monitoramento, por meio de indicadores ecológicos/ambientais, objetos da presente pesquisa direcionam-se a sistemas específicos: os sistemas agroflorestais. A seção seguinte trata, então, de indicadores no contexto destes sistemas.

3.2.2. Indicadores em sistemas agroflorestais

O sucesso das ações de implantação e condução de sistemas agroflorestais e a avaliação do progresso rumo à sustentabilidade depende da definição de indicadores e descritores específicos, assim como de sistemas de monitoramento eficientes que gerem bancos de dados de apoio a decisões (MAY; TROVATTO, 2008; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2010). May e Trovatto (2008) destacam que os indicadores devem ser relevantes aos contextos dos SAF e serem passíveis de comparação, tanto em séries temporais de um mesmo SAF como com outros projetos e contextos. Franzel e Scherr (2002) colocam que a avaliação da sustentabilidade das práticas envolve a identificação dos elementos chaves que

devem ser preservados a longo prazo, a fim de garantir a viabilidade, a rentabilidade e a aceitação dos agricultores.

Os indicadores para monitoramento devem contemplar o contexto ecológico e socioeconômico local, e incluir a percepção dos atores locais (MAY; TROVATTO, 2008; RAPPORT *et al.*, 2003). May e Trovatto (2008) sugerem a integração de indicadores, descritores e forma de monitoramento predeterminados, baseados em princípios comuns que regem o funcionamento dos sistemas, com aqueles derivados de um processo de gênese participativa, que incorporam as especificidades locais decorrentes dos atores envolvidos e da realidade sócio-ecológica. Recomendam ainda a realização de monitoramento participativo como método para auxiliar na geração de conhecimento adaptativo.

Recentemente, diversos institutos de pesquisa passaram a se dedicar ao tema, mas a concepção, aplicação e monitoramento dos indicadores têm sido realizados principalmente por organizações não-governamentais e organizações de cooperação técnica que financiam projetos. Assim, um grande número de métodos e estratégias de monitoramento, indicadores e descritores desenvolvidos não foram sistematizados ou relatados. Entre os métodos sistematizados, há um alto grau de especificidade que tornam os resultados incompatíveis entre si, dificultando avaliações comparativas para fins de políticas públicas (MAY; TROVATTO, 2008). Os autores apontam que essa lacuna é um dos maiores limitantes para uma avaliação mais compreensiva dos SAF e difusão desses sistemas de uso da terra. National Research Council (2010) destaca que uma prioridade para o trabalho futuro diz respeito a melhora da compreensão das relações entre os indicadores de sustentabilidade e sua importância funcional.

Alguns dos sistemas de avaliação e monitoramento de SAF sistematizados na literatura são os apresentados por Daniel (2000), IAFN (2012), IPEF *et al.* (2012), May e Trovatto (2008), Rodrigues, G. S. *et al.* (2009), Steenbock *et al.* (2013) e Vaz da Silva (2012):

- Omar Daniel, em sua tese, propôs grupos de indicadores de sustentabilidade biofísica e socioeconômica para sistemas agroflorestais - um conjunto inicial de 117 indicadores biofísicos e 65 indicadores socioeconômicos que, submetidos a critérios específicos, foram filtrados e reduzidos a dois grupos mínimos de 57 indicadores biofísicos e 48 socioeconômicos (DANIEL, 2000);
- O “Workshop sobre Florestas Nativas – Propostas para subsidiar um plano de implantação de florestas nativas com viabilidade econômica e ecológica”, iniciativa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo (SMA), do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e do Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, reuniu participantes de

instituições ambientais governamentais e não governamentais, universidades e setor privado. Entre os resultados estão modelos e indicadores ecológicos para avaliação e monitoramento da restauração florestal de reservas legais - 4 indicadores estruturais, 3 indicadores de composição e 2 indicadores de função (IPEF *et al.*, 2012). Os indicadores não são específicos para SAF, mas aplicam-se também a esses sistemas uma vez que eles constituem alternativa para recomposição e uso das RL;

- O projeto Consórcio de Desenvolvimento Agroflorestal na Mata Atlântica (CONSAF) agregou instituições, do Ceará ao Rio Grande do Sul, que atuam com a implantação de SAF, gerando um sistema de indicadores para avaliação da sustentabilidade de SAF que integra indicadores prévios a indicadores locais derivados de processo participativo envolvendo técnicos e agricultores (MAY; TROVATTO, 2008);
- O artigo Rodrigues, G.S. *et al.* (2009) trata de um sistema de avaliação de SAF desenvolvido por agricultores da região sudoeste de Camarões, chamado *Traditional Agroforestry Performance Indicators System* (TAPIS);
- Em Steenbock *et al.* (2013) são relacionados os indicadores de boas agroflorestas, de acordo com os agricultores associados à Cooperafloresta. Os indicadores estão agrupados nos seguintes eixos: manejo, biodiversidade, cuidado e carinho, terra boa e produção;
- Vaz da Silva (2012) propõe, num produto técnico do Projeto de Recuperação de Matas Ciliares da SMA, um sistema de monitoramento para projetos de restauração florestal baseado em sistemas agroflorestais. São sugeridos indicadores das dimensões ambiental, econômica e sócio-cultural, e metodologias para coleta e análise dos dados, para subsidiarem a tomada de decisões e orientação do manejo.

Além dos trabalhos de proposição de sistemas de avaliação e monitoramento de sistemas agroflorestais, há diversos estudos na literatura onde os SAF foram avaliados por meio de indicadores (BHAGWAT *et al.*, 2008; CLOUGH *et al.*, 2011; DANIEL, 2000; LOPES; ALMEIDA, 2002; OLIVEIRA, J. S. R. *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2004; RUSSO; PÁDUA, 2001; SCALES; MARSDEN, 2008). As avaliações compreendem as dimensões ecológica/ambiental, social, cultural e econômica, por meio de indicadores como: riqueza e composição de espécies da flora e fauna; estrutura fitossociológica; características físicas e químicas da água, ar e solo; manejo do ecossistema; custos, produtividade e renda; participação e expectativa comunitárias; acesso a educação, saúde, lazer, informação e suporte técnico; manutenção de elementos da religião e cultura locais; posse da terra e cumprimento da legislação.

A avaliação e monitoramento de sistemas, e o uso de indicadores ecológicos/ambientais, carecem de referenciais que os norteiem. Os ecossistemas de referência, tratados a seguir, cumprem essa função.

3.3. Ecossistemas de referência

O estudo de sistemas de referência fornecem vários tipos de informação: permitem a compreensão dos processos chave que são relevantes, fornecem critérios que podem ser usados para estimar o grau de degradação de um ecossistema perturbado e a distância entre a situação atual e situação desejada (ANDEL; ARONSON, 2006).

A escolha dos ecossistemas de referência depende dos objetivos estabelecidos, que interferem diretamente nas chances de sucesso, na demanda de tempo e recursos para o alcance das metas. Ecossistemas de referência geralmente são ecossistemas naturais de uma região ecológica que apresentam condições similares à área sob avaliação (HOBBS, 2007). O ecossistema de referência pode ser utilizado como parâmetro para vários atributos do sistema, desde estruturais, à composição e/ou funcionamento (ANDEL; ARONSON, 2006), entretanto, a meta estabelecida pode estar aquém do ecossistema de referência, especialmente em situações de alto nível de degradação ou com restrições de recursos (INSTITUTO FLORESTAL, 2011).

A adoção de ecossistemas de referência é polêmica: há estudos e autores que os consideram necessários, enquanto outros afirmam que eles levam a objetivos inatingíveis (CHOI, 2004; HOBBS, 2007; RUIZ-JAEN; AIDE, 2005; WHISENANT, 1999). Choi (2004) aponta que embora o estabelecimento de condições específicas dos ecossistemas de referência como metas possa ser um objetivo irreal, ele fornece orientações importantes para as ações, que devem ser flexíveis o suficiente para permitir a expressão natural da série de condições potenciais. Keenleyside *et al.* (2012) coloca que o manejo de áreas protegidas precisa ser flexível para se adaptar a mudanças, ao crescente aprendizado e a resultados inesperados do manejo.

Ainda há controvérsias acerca dos atributos que devem ser restaurados e preservados nos ecossistemas a serem protegidos. Há aqueles que defendem a manutenção dos ecossistemas os mais próximos o possível das condições naturais, quanto à estrutura, composição e função, sem interferências antrópicas (LOCKE; DEARDEN, 2005; PHALAN *et al.*, 2011), enquanto outros se posicionam a favor da integração homem-natureza e da manutenção, especialmente, da integridade ecológica, da resiliência, dos processos ecológicos

chaves e serviços ecossistêmicos, a fim de assegurar o contínuo e autônomo desenvolvimento dos ecossistemas (ELLIS; PORTER-BOLLAND, 2008; GALVIN; HALLER, 2008; KEENLEYSIDE *et al.*, 2012; SER, 2004).

Como a avaliação e monitoramento, objetos do presente capítulo, incidem sobre os sistemas agroflorestais no contexto das reservas legais, em áreas cuja fisionomia é florestal, os ecossistemas de referência são, nesse caso, florestas tropicais, brevemente abordadas a seguir.

3.4. Fisionomia florestal tropical brasileira

Floresta

Termo semelhante à mata no sentido popular, tem conceituação bastante diversificada, mas firmada cientificamente como sendo um conjunto de sinúcias dominado por fanerófitos de alto porte, com quatro estratos bem-definidos (herbáceo, arbustivo, arvoreta/arbóreo baixo e arbóreo). Porém, além destes parâmetros, acrescenta-se o sentido de altura para diferenciá-la das outras formações lenhosas campestres. Assim, então, uma formação florestal apresenta dominância de duas subformas de vida de fanerófitos: macrofanerófitos, com alturas variando entre 30 e 50 m, e mesofanerófitos, cujo porte situa-se entre 20 e 30 m de altura. As florestas caracterizam-se pelo adensamento de árvores altas, com redução da quantidade de luz que chega ao solo, o que limita o desenvolvimento das sinúcias herbácea e arbustiva (IBGE, 2012).

De forma simplificada, “floresta” é a classe de formação na qual a forma de vida dominante na fisionomia é a árvore que, em conjunto, forma um dossel contínuo ou descontínuo (MARTINS, S. V., 2009). O autor destaca que essa classe de formação divide-se em subclasses de formação, que são caracterizadas por parâmetros climáticos: as florestas ombrófilas encontram-se em locais de alta temperatura e de precipitação elevada e bem distribuída durante o ano; as florestas estacionais estão sujeitas a um período desfavorável, que pode ser de estiagem do clima tropical (médias de 22°C, 4 a 6 meses secos) ou o frio intenso na faixa subtropical (seca fisiológica, com médias de 18°C, mas com pelo menos 3 meses de temperatura inferior a 15°C). As subclasses costumam ainda ser subdivididas em “grupo de formação”, determinado pelo tipo de transpiração estomática foliar (higrófita ou xerófita) e pela fertilidade dos solos (álícos, distróficos ou eutróficos); em “subgrupo de formação”, que conceitua a fisionomia estrutural da formação por meio do conceito de deciduidade, caracterizando, então, florestas perenifólias, semidecíduais e decíduais; a “formação” é determinada pela forma do relevo do ambiente, que define as hierarquias

topográficas (floresta alto-montana, montana, submontana, terras baixas e aluvial) (IBGE, 2012; MARTINS, S. V., 2009).

As florestas tropicais são reconhecidas por sua grande biodiversidade, formas de vida variadas, alta produtividade fotossintética, estratificação vertical, alta variedade de interações e conexões interespecíficas, intensa atividade biológica no solo, rápida decomposição e ciclagem de nutrientes (MONTAGNINI; JORDAN, 2005; TOWNSEND *et al.*, 2006).

A dinâmica florestal decorre do processo de sucessão ecológica, que é predominantemente estocástico, ou seja, pode seguir múltiplas trajetórias, determinadas por eventos históricos, disponibilidade de sementes e propágulos, distúrbios e interações interespecíficas. O processo de sucessão ecológica tende a estabelecer uma comunidade relativamente estável ou madura, fazendo alusão ao equilíbrio dinâmico dos ecossistemas (MARTINS, S. V., 2009).

4. Objetivos

4.1. Objetivo geral

Definir um conjunto de indicadores adequado para a avaliação e monitoramento da sustentabilidade ecológica/ambiental de sistemas agroflorestais enquanto alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais, em áreas de fisionomia florestal tropical.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar indicadores ecológicos/ambientais que caracterizem a estrutura, composição e função de sistemas florestais;
- Identificar requisitos e características para a adequada avaliação e monitoramento de sistemas agroflorestais como alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais;
- Selecionar os indicadores ecológicos/ambientais de acordo com os requisitos e características identificadas;
- Incorporar o conhecimento proveniente de experiências práticas exemplares de sistemas agroflorestais;
- Propor o conjunto de indicadores adequado à proposta;
- Sugerir parâmetros para a avaliação realizada por meio dos indicadores propostos.

5. Metodologia

5.1. Considerações gerais

Seguindo as classificações previstas por Gil (2007), a presente pesquisa realizou um estudo exploratório, na medida em que buscou aprofundar o conhecimento acerca da avaliação e monitoramento da sustentabilidade ecológica/ambiental de sistemas agroflorestais como alternativa para recomposição e uso sustentável das reservas legais. A pesquisa envolveu levantamento bibliográfico, documental e consulta a especialistas em sistemas agroflorestais. A pesquisa foi predominantemente qualitativa, ocasionalmente utilizando métodos quantitativos para tratamento dos dados.

A ampla revisão bibliográfica, que resultou na construção dos dois capítulos anteriores, constituiu base para os estudos deste capítulo, contextualizando-o e subsidiando sua condução.

Ademais, a pesquisa configurou-se conforme as etapas do esquema a seguir, detalhadas nos subitens que se seguem.

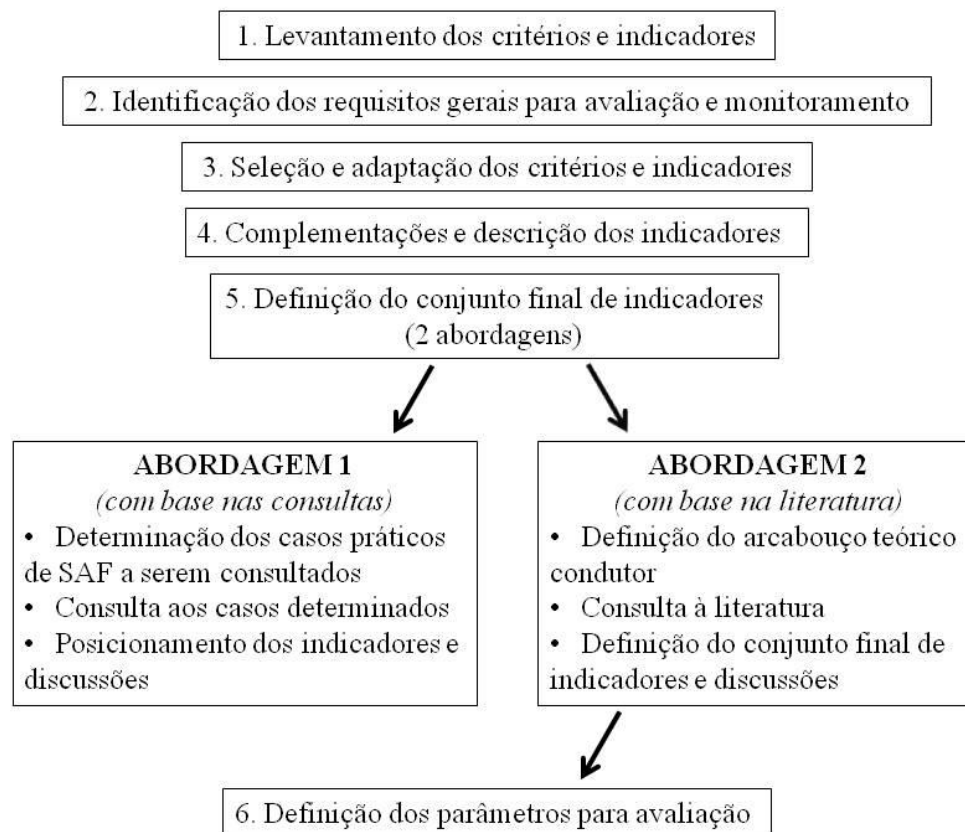


Ilustração 2 - Etapas metodológicas da pesquisa (capítulo 3)

5.2. Levantamento dos critérios e indicadores

O levantamento dos critérios e indicadores foi realizado, inicialmente, por meio de ampla pesquisa bibliográfica, com o objetivo de conhecer as diferentes abordagens, critérios e indicadores utilizados, a nível nacional e internacional, para avaliação de ecossistemas florestais e agroecossistemas como os sistemas agroflorestais.

Um dos artigos encontrados no decorrer da pesquisa bibliográfica foi o intitulado “*Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach*” dos autores Francesco Orsi, Davide Geneletti e Adrian C. Newton, publicado na revista *Ecological Indicators*, volume 11, 2011. Os autores do trabalho conduziram um processo Delphi onde foram consultadas 120 pessoas ligadas a universidades, órgãos governamentais, empresas e consultores privados dos cinco continentes, para definição de critérios e indicadores aplicáveis ao planejamento de restauração ecológica. O processo Delphi resultou nos conjuntos de critério e indicadores apresentados no anexo A, subdivididos em dois conjuntos: (a) critérios e indicadores relativos à necessidade de conservação da biodiversidade; e (b) critérios e indicadores relativos à viabilidade das intervenções de restauração.

Devido à amplitude do processo de consulta a especialistas e ao numeroso resultado de critérios e indicadores, decidiu-se adotar tal trabalho como referência base para esta pesquisa, prosseguindo-a no sentido de filtrar, adaptar e complementar esse conjunto de critérios e indicadores às particularidades deste estudo.

5.3. Identificação dos requisitos gerais para avaliação e monitoramento

A fim de nortear a construção do conjunto de indicadores, foram identificados requisitos gerais, ou seja, características necessárias ou desejadas para os indicadores, e para o conjunto de indicadores, com base no arcabouço dos capítulos anteriores e fundamentos teóricos do presente capítulo. Os requisitos constituíram a base para filtrar e adaptar o conjunto de critérios e indicadores do trabalho de referência (ORSI *et al.*, 2011) às particularidades deste estudo.

Os requisitos identificados foram (BRASIL, 2012a; DALE; BEYELER, 2001; JØRGENSEN *et al.*, 2010; MEADOWS, 1998; NIEMI; MCDONALD, 2004):

Acerca dos indicadores

- Indicadores pertencentes à dimensão ecológica/ambiental da sustentabilidade;
- Indicadores cuja avaliação pudesse ser referenciada em ecossistemas naturais;
- Indicadores para avaliação em escala local (propriedade);
- Indicadores aplicáveis a ecossistemas terrestres e florestais;
- Indicadores aplicáveis a SAF;
- Indicadores aplicáveis às funções e características da RL;
- Indicadores de fácil aplicação e compreensão;
- Indicadores viáveis economicamente;
- Indicadores de estado do meio ambiente, não de seu manejo;
- Indicadores adequados às avaliações periódicas e passíveis de apresentarem variações temporais (sensibilidade às pressões sobre o sistema).

Acerca do conjunto de indicadores

- Unicidade (não repetitividade) dos indicadores;
- Menor número possível de indicadores mas que caracterizem bem o sistema.

5.4. Seleção e adaptação dos critérios e indicadores

Os critérios e indicadores do trabalho de referência (ORSI *et al.*, 2011) foram filtrados e adaptados segundo os requisitos gerais mencionados no item 5.3. Esta etapa e a seguinte (item 5.5) tiveram como propósito identificar critérios e indicadores possíveis/potenciais, que fossem pertinentes à proposta da pesquisa e constituíssem base para as discussões (abordagem 1) e estudos (abordagem 2) que culminariam na definição do conjunto final.

Entre os critérios e indicadores excluídos estão:

- Critérios pertencentes à dimensão socioeconômica, como “recreação”, “sustentabilidade econômica”, “governança florestal”, “conhecimento técnico”, entre outros, e seus respectivos indicadores;
- Critérios para avaliação em escala de paisagem, como “conectividade-corredores”, “diversidade ao nível de paisagem”, “fragmentação”, “degradação da paisagem”, “remanescentes”, entre outros, e seus respectivos indicadores;
- Critérios e indicadores de difícil aplicação/avaliação, como os critérios “diversidade a nível genético”, “serviços ecossistêmicos” e seus respectivos indicadores;

- Indicadores relacionados ao manejo, como aqueles pertencentes ao critério “distúrbio”;
- Indicadores que fornecem características locais não relevantes para o monitoramento em questão, como “variação de altitude”, “variação azimutal”, “número de tipos vegetacionais”, “elevação”, “declividade”, “geomorfologia”, “vento”, “precipitação”, entre outros;
- Critérios e indicadores que não são aplicáveis ao objetivo do monitoramento, por avaliarem o grau de prioridade dos esforços de conservação para determinada área. Exemplo: critérios “grau de ameaça” e “raridade”, e seus respectivos indicadores;
- Critérios e indicadores relacionados a ecossistemas aquáticos e qualidade da água, uma vez que reservas legais não conterão corpos d’água (tais áreas constituiriam APP).

Entre as adaptações feitas estão:

- O indicador “Idade”, presente no trabalho de referência, deu origem aos indicadores “Estrutura etária da comunidade” e “Estrutura etária das espécies”;
- O indicador “% de espécies arbóreas na composição do sistema”, presente no trabalho de referência, deu lugar ao indicador “Formas de vida”;
- O indicador “Diâmetro das árvores”, presente no trabalho de referência, deu origem aos indicadores “Distribuição em classes diamétricas” e “Área Basal”.

Alguns indicadores do trabalho de referência que possuíam similaridade entre si foram representados apenas por um único indicador:

- Os indicadores “Presença ou ausência de dispersores de sementes”, “Quantidade de dispersores de semente” e “% de espécies com modos de dispersão diferentes” foram representados pelo indicador “Síndromes de dispersão”;
- Os indicadores “Número de espécies invasoras”, “Presença ou ausência de espécies invasoras”, “% de espécies invasoras”, “Presença ou ausência de ervas daninhas” e “Capacidade de regeneração das espécies invasoras” foram representados pelo indicador “Espécies invasoras”;

Além disso, o trabalho de referência apresentava diversos indicadores que faziam alusão a componentes da fauna, como “Número de aves”, “Quantidade de herbívoros”, “Presença ou ausência de dispersores de sementes”, “Quantidade de dispersores de sementes”, “Dados da pecuária”, “Tipo de pecuária” e “Presença ou ausência de pragas e doenças na região”. Estes

indicadores foram sintetizados em três indicadores faunísticos: “Espécies nativas”, “Espécies indicadoras negativas” e “Espécies indicadoras positivas”.

5.5. Complementações e descrição dos indicadores

Após a filtragem e a realização das adaptações, segundo os requisitos do item 5.3, foram feitas complementações ao conjunto de indicadores, com base na pesquisa bibliográfica que dá suporte ao trabalho, uma vez que esta sugeria alguns indicadores específicos e relevantes ao contexto do estudo, que não haviam sido propostos no trabalho de referência. Os indicadores incluídos foram: “Ciclos de Vida”, “Estrato (avaliação atemporal)” e “Exposição do solo”.

Como os indicadores não foram descritos ou detalhados no trabalho de referência, possibilitando distintas interpretações e formas de uso, especialmente de alguns deles, a literatura especializada da área da ecologia foi consultada a fim de que fossem feitas descrições prévias, a serem trabalhadas nas etapas posteriores (abordagem 1 e 2). A importância e viabilidade do indicador foram critérios para determinação de sua descrição em termos de “presença/ausência” e/ou “representação”.

O conjunto de critérios e indicadores originado dessa etapa do trabalho (e anteriores) consta no quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Indicadores e respectivas descrições

	Indicadores	Descrição
<i>Flora</i>	Riqueza de espécies nativas	Número de espécies arbóreas nativas no SAF.
	Abundância das espécies nativas	Representação (número de indivíduos) de cada espécie arbórea nativa do SAF.
	Espécies chaves	Presença / ausência da(s) espécie(s) chave(s) encontrada(s) no ecossistema natural de referência.
	Ciclos de Vida	Presença e representação de espécies nativas de ciclo curto, médio e longo.
	Estrato (avaliação atemporal)	Presença e representação de espécies nativas compondo os estratos encontrados no ecossistema de referência, em cada ciclo de vida.
	Formas de Vida	Presença e representação das formas de vida (árvores, arbustos, ervas, trepadeiras, epífitas, etc.) encontradas no ecossistema natural de referência.
	Área Basal	Área basal total das arbóreas nativas.
	Distribuição em classes diamétricas	Distribuição das arbóreas nativas em classes diamétricas.
	Cobertura do dossel	Cobertura do dossel das arbóreas nativas.
	Densidade	Número de arbóreas nativas por unidade de área.
	Estratos verticais (avaliação presente)	Presença/ausência do número de estratos verticais existentes no ecossistema natural de referência.
	Estrutura etária da comunidade	Presença ou ausência de plântulas em maior quantidade que indivíduos jovens, por sua vez em maior número que indivíduos adultos (consideração simultânea de todas as espécies nativas que compõem a comunidade).
	Estrutura etária das populações de espécies	Presença ou ausência de estrutura populacional em J invertido para a maioria das espécies nativas (consideração de cada espécie nativa separadamente).
	Regenerantes e mudas	Riqueza e abundância de regenerantes e mudas nativas.
	Mortalidade	Número de indivíduos nativos arbóreos mortos em relação ao número total de indivíduos nativos arbóreos.
Síndromes de dispersão	Presença (e representação) das diferentes síndromes de dispersão encontradas no ecossistema natural de referência.	

	Indicadores	Descrição
	Espécies “invasoras”	Presença/ausência (e área ocupada) de espécies “invasoras”.
<i>Solo</i>	Erosão do solo	Presença ou ausência de indícios de erosão (ex. erosão laminar, sulcos, ravinas).
	Exposição do solo	Quantidade de área com solo exposto (ausência de cobertura viva e morta).
	Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	Espessura da camada de matéria orgânica.
	Horizonte com acumulação de matéria orgânica decomposta, com cor escura	Espessura do horizonte com acumulação de matéria orgânica decomposta (camada superficial do solo com coloração escura).
<i>Fauna</i>	Espécies nativas	Presença/ausência (e quantidade) de fauna observada ou de sinais, como fezes, pegadas, trilhas, tocas/esconderijos/ninhos, vocalizações.
	Espécies indicadoras “negativas”	Presença/ausência (e quantidade) de espécies indicadoras de ambientes degradados ou pouco preservados, ou indícios delas (por meio de sinais como fezes, pegadas, trilhas, tocas/esconderijos/ninhos, vocalizações).
	Espécies indicadoras “positivas”	Presença/ausência (e quantidade) de espécies indicadoras de ambientes íntegros e bem preservados, ou indícios delas (por meio de sinais como fezes, pegadas, trilhas, tocas/esconderijos/ninhos, vocalizações).

5.6. Definição do conjunto final de indicadores

A metodologia inicialmente estabelecida para definição do conjunto final de indicadores foi a descrita na abordagem 1, que considera a consulta de profissionais especialistas em SAF. Entretanto, essa abordagem apresentou limitações, mencionadas nos resultados, que levaram à adoção da abordagem 2 como aquela mais adequada para a definição do conjunto final de indicadores.

5.6.1. Abordagem 1 (com base nas consultas)

5.6.1.1. Determinação dos casos

As etapas acima mencionadas permitiram identificar um conjunto de possíveis indicadores pertinentes ao propósito de monitoramento de sistemas agroflorestais a comporem reservas legais. Em função do número ainda relativamente elevado de critérios e indicadores, e principalmente pela importância e potencial de enriquecer o trabalho com a visão e conhecimento de pessoas com grande experiência prática com sistemas agroflorestais, decidiu-se construir o conjunto final de critérios e indicadores mediante consulta aos responsáveis pelos casos práticos de sistemas agroflorestais considerados mais bem sucedidos no estado de São Paulo, de forma que estes apontassem inclusões, exclusões e adaptações desejáveis ou necessárias.

Para levantamento de quais seriam estes casos, foi feita consulta a 132 especialistas, doutores, relacionados em buscas “por assunto” na Plataforma Lattes, utilizando as palavras-chave “agrofloresta”, “agroflorestas”, “sistema agroflorestal” e “sistemas agroflorestais”. Neste grupo de especialistas foram incluídos todos os nomes cujos percentuais de relevância foram iguais ou superiores a 80% (independente da localidade de atuação profissional) e os nomes cujo percentual de relevância foram iguais ou superiores a 65% (menores que 80%) e que tiveram atuação profissional passada ou presente no estado de São Paulo. Considerou-se que os profissionais cujos percentuais de relevância fossem iguais ou superiores a 80%, poderiam ter maior experiência e conhecimento no tema e, dessa forma, poderiam conhecer e indicar casos no estado de São Paulo independente da localidade de sua atuação profissional. Esse grupo foi composto por 61 especialistas. Entretanto, por reconhecer que a localidade de atuação profissional poderia interferir na capacidade de os pesquisados fornecerem informações sobre o estado desejado, optou-se por uma amostragem específica de profissionais que tivessem atuação passada ou presente no estado (especialistas cujos

percentuais de relevância foram iguais ou superiores a 65%, inferiores a 80%). Esse grupo foi composto por 71 profissionais. Foram incluídos também nessa consulta, os 40 escritórios da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), a Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF), a Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), a Articulação Nacional de Agroecologia (ANA), a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA).

A consulta foi feita por correspondência eletrônica, enviando a questão anexa (apêndice A) no dia 19 de abril de 2012. No dia 7 de maio de 2012 todas as respostas foram verificadas e tabeladas. Sessenta e seis consultados (50%) retornaram o contato feito, sendo que 25 indicaram um ou mais casos práticos de sistemas agroflorestais; os demais não indicaram casos principalmente por não se sentirem aptos a responderem a questão colocada. Dentre os 15 casos mencionados, os três mais citados foram: 1. Cooperafloresta (10 menções); 2. Projetos do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) no Pontal do Paranapanema (6 menções); 3. Fazenda São Luiz (5 menções). Estes constituíram os casos práticos de SAF convidados a participarem da construção do conjunto final de indicadores.

Para identificação de possíveis problemas e/ou dúvidas que poderiam surgir na aplicação da questão, foi realizado um pré-teste com envio da mesma a 45 profissionais, determinados por meio do procedimento já descrito. A diferença foi a inclusão de profissionais cujos percentuais de relevância foram iguais ou superiores a 75%, inferiores a 80%, que atuam fora do estado de São Paulo, e iguais ou superiores a 60%, inferiores a 65%, considerando atuação passada ou presente no estado de São Paulo. O pré-teste foi realizado no dia 2 de abril de 2012, e após 15 dias foram verificadas e tabeladas as respostas. Quatorze contatados responderam à questão e permitiram a constatação da adequação da pergunta e metodologia adotadas.

5.6.1.2. Consulta aos casos

Uma vez definidos, na etapa anterior, os três casos práticos de sistemas agroflorestais, foi feito contato com cada um deles, inicialmente por correio eletrônico e telefone, para averiguar o interesse e disponibilidade de contribuir na construção do conjunto final de critérios e indicadores, desde identificando possíveis falhas no percurso da pesquisa, discutindo o conjunto de indicadores e cada um isoladamente (quadro 1), obtendo sugestões de adaptações, inclusões e/ou exclusões consideradas apropriadas para definição do conjunto final de indicadores. Foram agendadas e realizadas reuniões com os integrantes do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ) e com os proprietários e colaboradores da Fazenda São Luiz.

Apesar dos contatos feitos com a Cooperafloresta, não foi possível viabilizar um encontro ou interação para discussão do conjunto de indicadores.

Para realização desta etapa de trabalho foram produzidos e apresentados os seguintes materiais, a fim de auxiliarem na compreensão e avaliação dos possíveis indicadores:

1. Quadro com indicadores e respectivas descrições (quadro 1);
2. Quadro para avaliação dos indicadores (quadro 2);
3. Material de apoio com aspectos teóricos sobre os indicadores (apêndice B);
4. Apresentação visual (por meio do programa PowerPoint) expondo o contexto, a metodologia, o percurso da pesquisa, os resultados prévios e explicações sobre a etapa de consulta/discussão.

Nos dias 5 e 6 de novembro de 2012 foram realizadas reuniões com os proprietários e colaboradores da Fazenda São Luiz e nos dias 26 de novembro de 2012 e 17 de dezembro de 2012 foram feitas reuniões com os pesquisadores do IPÊ.

Fazenda São Luiz

Localiza-se entre os municípios de São Joaquim da Barra e Morro Agudo, no nordeste do estado de São Paulo. Conduz áreas experimentais com sistemas agroflorestais desde 1997, quando foi realizada a recuperação de uma mata ciliar. Os sistemas agroflorestais da Fazenda São Luiz são SAF sucessionais, baseados nas teorias criadas pelo agricultor-pesquisador Ernst Götsch, que integram árvores e culturas agrícolas em agroecossistemas produtivos, biodiversos, multiestratificados, com alta densidade e norteados pela dinâmica da sucessão ecológica natural. As áreas instaladas na Fazenda, que atualmente somam 10 hectares, visam a produção agrícola, florestal, a restauração ambiental, a educação ambiental e o desenvolvimento tecnológico desta prática junto ao grupo e ONG Mutirão Agroflorestal (FAZENDA SÃO LUIZ, 2013).

Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ)

O IPÊ tem como objetivo “desenvolver e disseminar modelos inovadores de conservação da biodiversidade que promovam benefícios socioeconômicos por meio de ciência, educação e negócios sustentáveis”. Um dos núcleos de trabalho do IPÊ localiza-se no Pontal do Paranapanema, extremo oeste do Estado de São Paulo, onde desenvolve projetos como “Abraço Verde”, “Corredores Agroflorestais”, “Café com Floresta” e “Viveiros Agroflorestais: Viveiro Escola e Viveiros Comunitários”, que visam a concretização dos propósitos mencionados por meio de áreas agroflorestadas (IPÊ, 2013).

Quadro 2 – Quadro para avaliação dos indicadores

	Indicadores	Viabilidade	Importância
<i>Flora</i>	Riqueza de espécies nativas		
	Abundância das espécies nativas		
	Espécies chaves		
	Ciclos de vida		
	Estrato (avaliação atemporal)		
	Formas de vida		
	Área Basal		
	Distribuição em classes diamétricas		
	Cobertura do dossel		
	Densidade		
	Estratos verticais (avaliação presente)		
	Estrutura etária da comunidade		
	Estrutura etária das espécies		
	Regenerantes e mudas		
	Mortalidade		
Síndromes de dispersão			
Espécies “invasoras”			
<i>Solo</i>	Erosão do solo		
	Exposição do solo		
	Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)		
	Horizonte do solo de cor escura		
<i>Fauna</i>	Espécies nativas		
	Espécies indicadoras “negativas”		
	Espécies indicadoras “positivas”		

Avaliação sugerida*Para Importância:*

- (1) Importância Elevada
- (2) Importância Mediana
- (3) Importância Baixa

Para Viabilidade:

- (1) Viável
- (2) Viabilidade duvidosa
- (3) Inviável

Requisitos dos indicadores

1. Dimensão ecológica/ambiental
2. Referencial: ecossistemas naturais
3. Avaliação local (escala da propriedade)
4. Aplicáveis a SAF
5. Fácil aplicação / medição
6. Indicadores de estado (não de manejo)
7. Unicidade (não repetitividade)
8. Poucos, mas capazes de avaliar bem o sistema (inter-relacionados)

Funções da Reserva Legal

1. Uso econômico sustentável
2. Conservação dos processos ecológicos
3. Reabilitação dos processos ecológicos
4. Conservação da biodiversidade
5. Abrigo e proteção de fauna e flora nativas

5.6.1.3. Análise dos dados das consultas

A partir das avaliações numéricas feitas pelos dois casos consultados - Fazenda São Luiz e IPÊ - para os aspectos “viabilidade” e “importância” de cada um dos indicadores, conforme sugerido no quadro 2, foi verificada a relevância ou prioridade de inclusão dos indicadores. Inicialmente, a análise foi feita separadamente para cada um dos casos consultados, considerando os atributos viabilidade e importância isolada e conjuntamente. Os indicadores foram agrupados segundo os valores (1, 2 ou 3) que receberam na avaliação. Para a apreciação dos aspectos viabilidade e importância juntos, foi feita a soma dos valores atribuídos a essas propriedades de cada indicador. Nesse caso, portanto, conferiu-se pesos iguais à viabilidade e à importância.

Foram também analisadas as concordâncias e discordâncias de opiniões manifestadas pelos casos consultados em suas avaliações acerca da viabilidade e importância de cada indicador. No caso de discordância, distinguiu-se o grau da divergência: leve para variação em uma unidade numérica na avaliação (ou seja, um caso atribuiu valor 1 e o outro 2, ou um deles atribuiu 2 e o outro 3); acentuada para variação em duas unidades numéricas na avaliação (ou seja, um caso atribuiu 1 e o outro 3).

A fim de visualizar a relevância ou prioridade de inclusão de cada indicador no conjunto final, segundo a junção das opiniões dos dois casos consultados, foram também feitas somas dos valores atribuídos por cada caso para cada um dos indicadores. A soma foi feita para os aspectos viabilidade e importância separada e conjuntamente; quando considerados juntos, novamente foi atribuído mesmo peso aos dois atributos. Assim, configuraram-se gradientes de agrupamentos de indicadores que revelaram desde aqueles que seriam essenciais de serem incluídos até aqueles de menor relevância ou prioridade de inclusão.

Foram também apresentadas as considerações, questionamentos e reflexões levantados pela Fazenda São Luiz e pelo IPÊ, que contribuem para esta pesquisa e para o contexto mais amplo da conservação.

5.6.2. Abordagem 2 (com base na literatura)

Para nortear a definição do conjunto final de indicadores com base na literatura, primeiramente foi identificado o arcabouço teórico que conduziria o raciocínio e procedimentos adotados para determinação dos indicadores mais relevantes ao contexto. Esse arcabouço foi estabelecido basicamente a partir da análise da Lei nº 12.651/2012, no que essa

coloca a respeito das funções e características da reserva legal, e a partir de elementos identificados nas pesquisas bibliográficas realizadas ao longo dessa pesquisa.

O arcabouço teórico definido orientou a busca, a leitura e a análise dos materiais bibliográficos que forneceram elementos para uma compreensão mais profunda dos indicadores, identificação dos prós e contras da inclusão de cada indicador considerando o contexto dos SAF, seleção dos considerados mais adequados ao objetivo, adaptações dos indicadores e respectivas descrições, discussão dos resultados.

5.7. Definição dos parâmetros para avaliação

A definição dos parâmetros para avaliação, a ser realizada por meio do conjunto de indicadores proposto, também se baseou na literatura. Primeiramente, determinou-se o contexto ao qual os parâmetros atenderiam e a linha de raciocínio condutora da busca e determinação dos parâmetros. Em seguida, a literatura relativa aos SAF complexos e também proveniente de experiências de restaurações ecológicas foi consultada e apresentada de forma a possibilitar apontamentos e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação.

6. Resultados e Discussão

6.1. Abordagem 1

6.1.1. Avaliações e considerações acerca dos indicadores

As avaliações da viabilidade e da importância dos indicadores, realizadas pela Fazenda São Luiz e pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ), são apresentadas no quadro 3.

Além das avaliações numéricas, algumas considerações foram feitas:

Instituto de Pesquisas Ecológicas

- Os seguintes indicadores foram considerados repetitivos: “estrato (avaliação presente)” e “estrato (avaliação atemporal)”; “distribuição em classes diamétricas”, “estrutura etária da comunidade” e “estrutura etária das espécies”; “horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)” e “horizonte do solo de cor escura”;
- Nos casos acima mencionados, cujos indicadores foram considerados repetitivos, a sugestão dada foi pela seleção do indicador mais viável;

- Alertaram que, por definição, os termos “espécies exóticas” e “espécies invasoras” referem-se a situações distintas, e seria adequado repensar qual(ais) dessas circunstâncias seria(m) avaliada(s);
- Alguns pesquisadores sugeriram incluir um indicador de avaliação dos componentes bióticos do solo.

Fazenda São Luiz e colaboradores

- A avaliação do cumprimento (ou não cumprimento) das diversas funções ecológicas no ecossistema é prioritária. Por isso, a observação de espécies chaves é mais importante que a riqueza e abundância;
- Indicador “ciclo de vida” - importância elevada, pois diz respeito à continuidade da comunidade do ecossistema ao longo do tempo;
- Indicador “regenerantes e mudas” - importância elevada, pois se relaciona ao funcionamento presente do ecossistema e revela o potencial futuro da comunidade. Importante observar a presença de regenerantes e mudas com diferentes funções, ciclos de vida, estrato, etc.;
- Indicadores cuja avaliação será fortemente influenciada pela intensidade do manejo e pelo período decorrido entre a intervenção e a avaliação: “mortalidade”, “cobertura do dossel”, “exposição do solo”, “horizonte orgânico (serapilheira ou turfa)”;
- Indicador “área basal” – revela pouco sobre o sistema. Mais importante é acompanhar a sucessão por meio de indicadores como “ciclos de vida”, “estrato (avaliação atemporal)”, “regenerantes e mudas”, “estrutura etária”. Aconselham priorizar o indicador “distribuição em classes diamétricas” em relação ao indicador “área basal”;
- Indicadores “espécies invasoras”, “espécies indicadoras negativas” (fauna) e “espécies indicadoras positivas” (fauna) deveriam ser adaptados ou excluídos, pois apresentam concepção inadequada de julgamento das espécies;
- Indicador “formas de vida” - interessante e importante por chamar a atenção para a composição da comunidade em todas as suas formas de vida;
- Indicador “síndromes de dispersão” - interessante e importante principalmente em relação à zoocoria, mas é passível de supressão uma vez que outros indicadores o contemplariam;
- Indicadores de fauna seriam secundários, pois as características avaliadas da flora permitem inferências sobre a fauna. No caso de avaliação direta da fauna, seria adequado manter apenas um indicador de fauna nativa, tendo caráter positivo se encontrada no local;

- Indicador “horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)” – sugestão de que a avaliação não se restrinja à quantidade de matéria orgânica depositada sobre o solo, mas também contemple a qualidade dessa matéria (se apenas folhagem ou também galhos e troncos);
- Indicador “exposição do solo” – seria válido observar não só a área com solo exposto, mas a cobertura do solo no momento e local apropriado;
- Sugestões de indicadores a serem incluídos: indicadores de manejo, indicador de avaliação da vida do solo, compactação do solo, espécies indicadoras (flora), progressão/regressão do ecossistema em termos de quantidade e qualidade de vida consolidada, exóticas (diversidade e função no ecossistema).

6.1.2. Posicionamentos dos indicadores e discussões

De acordo com a avaliação de cada um dos casos consultados, os indicadores considerados mais/menos relevantes para inclusão, segundo os critérios viabilidade e importância, considerados separada e conjuntamente, são apresentados nos quadros 4 e 5.

Vale lembrar que como a metodologia sugerida aos casos para a avaliação dos indicadores (quadro 2) consistiu na atribuição de menores valores para os indicadores que apresentassem prioridade de inclusão em função de sua importância elevada e/ou viabilidade máxima, as somatórias realizadas condizem com o procedimento adotado: menor valor corresponde à maior relevância de inclusão e vice-versa (maior valor na somatória corresponde à menor relevância de inclusão do indicador).

Segundo a avaliação do IPÊ (quadros 3 e 4), a maioria dos indicadores (18 dos 24 apresentados) foi considerada como de importância elevada e, portanto, seriam essenciais de serem incluídos no conjunto final, de acordo com esse atributo. Os indicadores que foram considerados de importância mediana ou baixa são: regenerantes e mudas, horizonte do solo de cor escura, riqueza de espécies nativas, ciclos de vida, densidade e espécies nativas (fauna). Já considerando a viabilidade, um número menor de indicadores (13 deles) permaneceria no agrupamento de inclusão prioritária; alguns indicadores importantes foram avaliados como de viabilidade questionável (abundância, formas de vida, estrutura etária da comunidade e das espécies, síndromes de dispersão, espécies indicadoras de fauna) enquanto indicadores como “regenerantes e mudas” e “densidade”, pior posicionados segundo a importância, ascenderiam para o grupo de indicadores essenciais de acordo com o atributo da viabilidade. A consideração conjunta dos aspectos importância e viabilidade levam ao

gradiente de relevância ou prioridade de inclusão apresentado no quadro 4, onde os indicadores de inclusão prioritária seriam onze: espécies chaves, estrato (avaliação atemporal), área basal, distribuição em classes diamétricas, cobertura do dossel, estratos verticais (avaliação presente), mortalidade, espécies “invasoras”, erosão do solo, exposição do solo e horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa). Vale ressaltar que nesse grupo dois indicadores (estrato, avaliação atemporal e estrato, avaliação presente) foram considerados repetitivos pelo IPÊ e, portanto, apenas um deles provavelmente seria incluído no conjunto final.

Segundo a avaliação numérica feita pela Fazenda São Luiz, os indicadores foram distribuídos de forma mais regular nas categorias (quadro 5). No atributo importância, onze indicadores foram classificados como de importância elevada, quatro indicadores como de importância mediana e nove indicadores como de importância baixa. De acordo com esse atributo, os indicadores que seriam essenciais de serem incluídos no conjunto final seriam: espécies chaves, ciclo de vida, estrato (avaliação atemporal), formas de vida, densidade, estratos verticais (avaliação presente), regenerantes e mudas, erosão do solo, exposição do solo, horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa) e horizonte do solo de cor escura. Segundo o atributo viabilidade, é mantido o número de indicadores cuja relevância ou prioridade de inclusão é máxima, porém, a composição é diferente: os indicadores “espécies chaves”, “ciclos de vida” e “estrato (avaliação atemporal)” foram avaliados como de viabilidade questionável, e mesmo como inviável, no caso do indicador “espécies chaves”; outros indicadores como “riqueza”, “cobertura do dossel” e “espécies invasoras”, pior posicionados segundo a importância, ascenderiam para o grupo dos indicadores prioritários para inclusão de acordo com o atributo da viabilidade. A consideração conjunta dos aspectos importância e viabilidade levam ao gradiente de relevância ou prioridade de inclusão apresentado no quadro 5, onde os indicadores de inclusão prioritária seriam oito: formas de vida, densidade, estratos verticais (avaliação presente), regenerantes e mudas, erosão do solo, exposição do solo, horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa) e horizonte do solo de cor escura.

Embora se tenha ressaltado nesta análise os indicadores que obtiveram valoração máxima nos aspectos da importância e viabilidade, considerados separada ou conjuntamente, não é possível determinar que apenas estes indicadores deveriam compor o conjunto final para caracterização do sistema sob avaliação. A inclusão de indicadores avaliados medianamente, ou mesmo aqueles cuja valoração foi mínima, nos atributos importância e/ou viabilidade podem ser necessários para compor a adequada avaliação e monitoramento dos SAF.

Quadro 3 – Avaliação dos indicadores, quanto à viabilidade e importância, e soma dos valores atribuídos a esses atributos

	Categorias	Indicadores	V FSL	V IPÊ	C/D	I FSL	I IPÊ	C/D
1	<i>Flora</i>	Riqueza de espécies nativas	1	3		2	3	
2		Abundância das espécies nativas	2	2		3	1	
3		Espécies chaves	3	1		1	1	
4		Ciclos de vida	2	2		1	3	
5		Estrato (avaliação atemporal)	2	1		1	1	
6		Formas de vida	1	2		1	1	
7		Área Basal	2	1		3	1	
8		Distribuição em classes diamétricas	2	1		2	1	
9		Cobertura do dossel	1	1		3	1	
10		Densidade	1	1		1	3	
11		Estratos verticais (avaliação presente)	1	1		1	1	
12		Estrutura etária da comunidade	2	2		3	1	
13		Estrutura etária das espécies	2	2		3	1	
14		Regenerantes e mudas	1	1		1	2	
15		Mortalidade	2	1		2	1	
16		Síndromes de dispersão	3	2		3	1	
17		Espécies “invasoras”	1	1		3	1	
18	<i>Solo</i>	Erosão do solo	1	1		1	1	
19		Exposição do solo	1	1		1	1	
20		Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	1	1		1	1	
21		Horizonte do solo de cor escura	1	2		1	2	
22	<i>Fauna</i>	Espécies nativas	2	2/3		2	3	
23		Espécies indicadoras “negativas”	2	2		3	1	
24		Espécies indicadoras “positivas”	2	2		3	1	

Legenda: V FSL – Viabilidade Fazenda São Luiz; V IPÊ – Viabilidade IPÊ; I FSL – Importância Fazenda São Luiz, I IPÊ – Importância IPÊ; C/D – Concordância/Discordância (azul – concordância, vermelho – discordância, amarelo – possível concordância ou discordância).

Quadro 4 - Classificação da relevância de inclusão dos indicadores segundo a avaliação do Instituto de Pesquisas Ecológicas

<i>Importância</i>		<i>Viabilidade</i>		<i>Importância e Viabilidade</i>		
1	Abundância das espécies nativas	1	Espécies chaves	2	Espécies chaves	
	Espécies chaves		Estrato (avaliação atemporal)		Estrato (avaliação atemporal)	
	Estrato (avaliação atemporal)		Área Basal		Área Basal	
	Formas de vida		Distribuição em classes diamétricas		Distribuição em classes diamétricas	
	Área Basal		Cobertura do dossel		Cobertura do dossel	
	Distribuição em classes diamétricas		Densidade		Estratos verticais (avaliação presente)	
	Cobertura do dossel		Estratos verticais (avaliação presente)		Mortalidade	
	Estratos verticais (avaliação presente)		Regenerantes e mudas		Espécies “invasoras”	
	Estrutura etária da comunidade		Mortalidade		Erosão do solo	
	Estrutura etária das espécies		Espécies “invasoras”		Exposição do solo	
	Mortalidade		Erosão do solo		Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	
	Síndromes de dispersão		Exposição do solo		3	
	Espécies “invasoras”		Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)			Abundância das espécies nativas
	Erosão do solo		2			Formas de vida
	Exposição do solo					Abundância das espécies nativas
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	Ciclos de vida					
Espécies indicadoras “negativas”	Formas de vida					
Espécies indicadoras “positivas”	Estrutura etária da comunidade					
	Estrutura etária das espécies					
2	Regenerantes e mudas	Síndromes de dispersão	4	Densidade		
	Horizonte do solo de cor escura	Horizonte do solo de cor escura		Horizonte do solo de cor escura		
3	Riqueza de espécies nativas	Espécies nativas (fauna) *	5	Ciclos de vida		
	Ciclos de vida	Espécies indicadoras “negativas” (fauna)		Espécies nativas (fauna) *		
	Densidade	Espécies indicadoras “positivas” (fauna)	6	Riqueza de espécies nativas		
	Espécies nativas (fauna)			Espécies nativas (fauna) *		
	3	Riqueza de espécies nativas				
		Espécies nativas (fauna) *				

* Posicionamento duvidoso em função da atribuição de dois possíveis valores para viabilidade deste indicador

Quadro 5 - Classificação da relevância de inclusão dos indicadores segundo a avaliação da Fazenda São Luiz

<i>Importância</i>		<i>Viabilidade</i>		<i>Importância e Viabilidade</i>		
1	Espécies chaves	1	Riqueza de espécies nativas	2	Formas de vida	
	Ciclos de vida		Formas de vida		Densidade	
	Estrato (avaliação atemporal)		Cobertura do dossel		Estratos verticais (avaliação presente)	
	Formas de vida		Densidade		Regenerantes e mudas	
	Densidade		Estratos verticais (avaliação presente)		Erosão do solo	
	Estratos verticais (avaliação presente)		Regenerantes e mudas		Exposição do solo	
	Regenerantes e mudas		Espécies “invasoras”		Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	
	Erosão do solo		Erosão do solo		Horizonte do solo de cor escura	
	Exposição do solo		Exposição do solo		3	Riqueza de espécies nativas
	Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)		Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)			Ciclos de vida
	Horizonte do solo de cor escura		Horizonte do solo de cor escura			Estrato (avaliação atemporal)
2	Riqueza de espécies nativas	2	Abundância das espécies nativas	4	Espécies chaves	
	Distribuição em classes diamétricas		Ciclos de vida		Distribuição em classes diamétricas	
	Mortalidade		Estrato (avaliação atemporal)		Cobertura do dossel	
	Espécies nativas		Área Basal		Mortalidade	
3	Abundância das espécies nativas		Distribuição em classes diamétricas		Distribuição em classes diamétricas	Espécies “invasoras”
	Área Basal		Estrutura etária da comunidade		Estrutura etária da comunidade	Espécies nativas
	Cobertura do dossel		Estrutura etária das espécies		5	Abundância das espécies nativas
	Estrutura etária da comunidade		Mortalidade			Área Basal
	Estrutura etária das espécies		Espécies nativas			Estrutura etária da comunidade
	Síndromes de dispersão		Espécies indicadoras “negativas”			Estrutura etária das espécies
	Espécies “invasoras”		Espécies indicadoras “positivas”			Espécies indicadoras “negativas”
	Espécies indicadoras “negativas”		3			Espécies chaves
	Espécies indicadoras “positivas”	Síndromes de dispersão		6	Síndromes de dispersão	

A partir das avaliações numéricas feitas pela Fazenda São Luiz e pelo IPÊ para os aspectos “viabilidade” e “importância” de cada um dos indicadores, foi feita a análise das concordâncias e discordâncias de opiniões manifestadas pelos casos consultados.

Quadro 6 – Análise das avaliações feitas acerca da viabilidade dos indicadores

<i>Viabilidade</i>			
Concordância	Avaliação		
Cobertura do dossel	Viável		
Densidade	Viável		
Estratos verticais (avaliação presente)	Viável		
Regenerantes e mudas	Viável		
Espécies “invasoras”	Viável		
Erosão do solo	Viável		
Exposição do solo	Viável		
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	Viável		
Abundância das espécies nativas	Viabilidade questionável		
Ciclos de vida	Viabilidade questionável		
Estrutura etária da comunidade	Viabilidade questionável		
Estrutura etária das espécies	Viabilidade questionável		
Espécies indicadoras “negativas” (fauna)	Viabilidade questionável		
Espécies indicadoras “positivas” (fauna)	Viabilidade questionável		
Discordância	em uma unidade	em duas unidades	Quem considera viável
Riqueza de espécies nativas		X	Fazenda São Luiz
Espécies chaves		X	IPÊ
Estrato (avaliação atemporal)	X		IPÊ
Formas de vida	X		Fazenda São Luiz
Área Basal	X		IPÊ
Distribuição em classes diamétricas	X		IPÊ
Mortalidade	X		IPÊ
Síndromes de dispersão	X		*
Horizonte do solo de cor escura	X		Fazenda São Luiz

Legenda: * Nenhum dos casos considera o indicador viável (IPÊ avalia como viabilidade questionável e Fazenda São Luiz como inviável)

Acerca da viabilidade dos indicadores, as avaliações feitas pela Fazenda São Luiz e pelo IPÊ apresentam mais concordâncias (14 indicadores) do que discordâncias (9 indicadores). Dos nove indicadores que foram avaliados de forma díspar pelos casos consultados, a maioria deles (7 indicadores) diferiram em apenas uma unidade numérica na

avaliação⁷, enquanto dois indicadores diferiram em duas unidades numéricas na avaliação⁸ (quadro 6). Um dos indicadores (espécies nativas - fauna) não foi classificado devido à dupla atribuição de valores pelo IPÊ; entretanto, resultaria em concordância ou discordância leve em relação à avaliação da Fazenda São Luiz. Nenhum dos indicadores foi considerado inviável concomitantemente pelos dois grupos consultados.

Quadro 7 – Análise das avaliações feitas acerca da importância dos indicadores

<i>Importância</i>			
Concordância	Avaliação		
Espécies chaves	Importância elevada		
Estrato (avaliação atemporal)	Importância elevada		
Formas de vida	Importância elevada		
Estratos verticais (avaliação presente)	Importância elevada		
Erosão do solo	Importância elevada		
Exposição do solo	Importância elevada		
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	Importância elevada		
Discordância	em uma unidade	em duas unidades	Quem considera muito importante
Abundância das espécies nativas		X	IPÊ
Ciclos de vida		X	Fazenda São Luiz
Área Basal		X	IPÊ
Cobertura do dossel		X	IPÊ
Densidade		X	Fazenda São Luiz
Estrutura etária da comunidade		X	IPÊ
Estrutura etária das espécies		X	IPÊ
Síndromes de dispersão		X	IPÊ
Espécies “invasoras”		X	IPÊ
Espécies indicadoras “negativas” (fauna)		X	IPÊ
Espécies indicadoras “positivas” (fauna)		X	IPÊ
Riqueza de espécies nativas	X		*
Distribuição em classes diamétricas	X		IPÊ
Regenerantes e mudas	X		Fazenda São Luiz
Mortalidade	X		IPÊ
Horizonte do solo de cor escura	X		Fazenda São Luiz
Espécies nativas (fauna)	X		*

Legenda: * Nenhum dos casos considera o indicador muito importante (Fazenda São Luiz considera a importância mediana e o IPÊ, importância baixa)

⁷ Variação em uma unidade numérica na avaliação: um caso atribuiu valor 1 e o outro 2, ou um deles atribuiu 2 e o outro 3.

⁸ Variação em duas unidades numéricas na avaliação: um caso atribuiu valor 1 e o outro 3.

Quanto à importância dos indicadores, as avaliações feitas pela Fazenda São Luiz e pelo IPÊ apresentaram mais discordâncias (17 indicadores) do que concordâncias (7 indicadores). Dos dezessete indicadores avaliados de forma diversa pelos casos, a maioria deles (11 indicadores) diferiram em duas unidades numéricas na avaliação, ou seja, quando um caso atribuiu valor 1 (importância elevada, ou máxima) o outro caso atribuiu valor 3 (importância baixa, ou mínima), seis indicadores diferiram em apenas uma unidade numérica na avaliação (quadro 7). Nenhum dos indicadores foi considerado pouco importante simultaneamente pelos dois grupos consultados.

As avaliações, da Fazenda São Luiz e do IPÊ, especialmente acerca da importância dos indicadores explicita a diversidade de visões e posicionamentos dos profissionais envolvidos com sistemas agroflorestais; fruto de divergências mais amplas acerca de suas compreensões do ambiente e de como devemos nos relacionar a ele (CULLEN JÚNIOR; BORGES; *et al.*, 2006; CULLEN JÚNIOR; VALLADARES-PADUA; *et al.*, 2006; GÖTSCH, 1997; PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2008).

Embora reconhecendo essa heterogeneidade de visões e posicionamento, e as implicações da agregação destes numa síntese final, foi feita a soma dos valores atribuídos pela Fazenda São Luiz e pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas a cada indicador, nos aspectos da viabilidade, da importância e da viabilidade e importância juntos (conferindo mesmo peso aos dois atributos), a fim de visualizar os gradientes que refletiriam a opinião conjunta dos casos consultados quanto à prioridade ou relevância de inclusão dos indicadores para o conjunto final.

A classificação relativa à viabilidade reflete com relativa fidelidade as posições da Fazenda São Luiz e do IPÊ, uma vez que houve menor discordância na avaliação dos indicadores segundo esse atributo. Conforme o quadro 8, considerando apenas a viabilidade, os indicadores que seriam de inclusão essencial seriam: cobertura do dossel, densidade, estratos verticais (avaliação presente), regenerantes e mudas, espécies “invasoras”, erosão do solo, exposição do solo, horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa). Aqueles de menor viabilidade seriam os indicadores: síndromes de dispersão e espécies nativas da fauna.

Quadro 8 – Classificação da prioridade de inclusão dos indicadores de acordo com a viabilidade

<i>Somatória das avaliações acerca da viabilidade dos indicadores</i>			
Prioridade de Inclusão			
←—————→			
2	3	4	5
Cobertura do dossel	Estrato (avaliação atemporal)	Riqueza de espécies nativas	Síndromes de dispersão
Densidade	Formas de vida	Abundância das espécies nativas	Espécies nativas (fauna) *
Estratos verticais (avaliação presente)	Área Basal	Espécies chaves	
Regenerantes e mudas	Distribuição em classes diamétricas	Ciclos de vida	
Espécies “invasoras”	Mortalidade	Estrutura etária da comunidade	
Erosão do solo	Horizonte do solo de cor escura	Estrutura etária das espécies	
Exposição do solo		Espécies nativas (fauna) *	
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)		Espécies indicadoras “negativas” (fauna)	
		Espécies indicadoras “positivas” (fauna)	

* Posicionamento duvidoso em função da atribuição, pelo IPÊ, de dois possíveis valores para viabilidade deste indicador

De acordo com a “importância” dos indicadores, aqueles identificados como essenciais para inclusão são: espécies chaves, estrato (avaliação atemporal), formas de vida, estratos verticais (avaliação presente), erosão do solo, exposição do solo e horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa) (quadro 9). Em relação à classificação segundo a viabilidade, indicadores foram incluídos dentre os essenciais enquanto outros foram excluídos; os que se mantiveram foram: estratos verticais (avaliação presente), erosão do solo, exposição do solo e horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa). O indicador “espécies nativas (fauna)” permaneceu, segundo o critério da importância, entre aqueles de menor prioridade de inclusão, junto com indicador de riqueza de espécies nativas, incluído em relação à classificação anterior. O indicador “síndromes de dispersão”, de inclusão pouco prioritária segundo o critério da viabilidade passou a uma categoria intermediária na consideração da importância.

Em função da acentuada discordância das avaliações dos indicadores segundo a “importância”, grande parte dos indicadores na somatória enquadraram-se nas categorias intermediárias, cujos valores da soma são 3 e 4; especialmente na classe 4 que reflete a discordância em duas unidades numéricas na avaliação (atribuição de importância máxima, valor 1, por um dos casos, e mínima, valor 3, pelo outro caso). A concentração dos indicadores nessas categorias, embora represente a posição média das avaliações, não condiz com a real opinião de nenhum dos casos consultados: é resultado das opiniões conflitantes da Fazenda São Luiz e IPÊ.

Quadro 9 – Classificação da prioridade de inclusão dos indicadores de acordo com a importância

<i>Somatória das avaliações acerca da importância dos indicadores</i>			
Prioridade de Inclusão			
←			
2	3	4	5
Espécies chaves	Distribuição em classes diamétricas	Abundância das espécies nativas	Riqueza de espécies nativas
Estrato (avaliação atemporal)	Regenerantes e mudas	Ciclos de vida	Espécies nativas (fauna)
Formas de vida	Mortalidade	Área Basal	
Estratos verticais (avaliação presente)	Horizonte do solo de cor escura	Cobertura do dossel	
Erosão do solo		Densidade	
Exposição do solo		Estrutura etária da comunidade	
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)		Estrutura etária das espécies	
		Síndromes de dispersão	
		Espécies “invasoras”	
		Espécies indicadoras “negativas” (fauna)	
		Espécies indicadoras “positivas” (fauna)	

A consideração conjunta dos aspectos importância e viabilidade, das avaliações dos dois casos consultados, levam ao gradiente de relevância ou prioridade de inclusão apresentado no quadro 10.

Os indicadores que, de forma unânime, foram considerados muito importantes e de viabilidade máxima foram: estratos verticais (avaliação presente), erosão do solo, exposição

do solo e horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa). Considerando que o gradiente poderia variar de 4 a 12, de forma geral, constata-se que a maioria dos indicadores foram positivamente avaliados pelos dois casos consultados. Poucos indicadores posicionaram-se nas categorias cuja somatória foi 9 e 10, e as classes 11 e 12 foram nulas, ou seja, não houve indicadores que, em unanimidade, foram considerados como de importância e viabilidade mínimas.

Quadro 10 – Classificação da prioridade de inclusão dos indicadores de acordo com a viabilidade e a importância

<i>Somatória das avaliações acerca da importância e viabilidade dos indicadores</i>	----- Prioridade de Inclusão ----->	4	Estratos verticais (avaliação presente)
			Erosão do solo
			Exposição do solo
			Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)
		5	Estrato (avaliação atemporal)
			Formas de vida
			Regenerantes e mudas
		6	Espécies chaves
			Distribuição em classes diamétricas
			Cobertura do dossel
			Densidade
			Mortalidade
			Espécies “invasoras”
			Horizonte do solo de cor escura
		7	Área Basal
		8	Abundância das espécies nativas
			Ciclos de vida
			Estrutura etária da comunidade
			Estrutura etária das espécies
			Espécies indicadoras “negativas” (fauna)
Espécies indicadoras “positivas” (fauna)			
9	Riqueza de espécies nativas		
	Síndromes de dispersão		
	Espécies nativas (fauna) *		
10	Espécies nativas (fauna) *		

A despeito da inclusão do atributo viabilidade neste estudo e da sua consideração nas somatórias e análises feitas até aqui, questiona-se o peso que ele deve ter para a definição do conjunto final de indicadores, uma vez que a viabilidade de cada indicador pode ser relativizada em função da descrição e do método empregado para a avaliação de cada um

deles, tornando-os mais fácil ou dificilmente aplicáveis, viáveis ou inviáveis. Nesse caso, a consideração do atributo “importância” poderia ser visto como preponderante para definição do conjunto final de indicadores.

O método adotado para essa abordagem (abordagem 1) de definição do conjunto final de indicadores apresentou duas “problemáticas” principais:

- É adequado reunir visões e posicionamentos tão divergentes como os apresentados pelos casos consultados (Fazenda São Luiz e IPÊ) para a construção de um conjunto final de indicadores? Se sim, como fazê-lo e qual a pertinência e confiabilidade que o conjunto terá?
- De que forma devem-se considerar os atributos “viabilidade” e “importância” para definição do conjunto final de indicadores?

Em virtude das falhas e limitações apresentadas, considerou-se esse método (abordagem 1) inadequado para a definição de um conjunto final de indicadores que fosse coeso e adequado para o propósito da avaliação e monitoramento objeto desta pesquisa. Essa abordagem, no entanto, se mostrou extremamente importante ao evidenciar a diversidade de visões e posicionamentos dos profissionais envolvidos com sistemas agroflorestais, mesmo dentre os casos práticos considerados por diversos especialistas como os mais bem sucedidos e próximos de princípios da sustentabilidade no Estado de São Paulo.

Diante da situação colocada, considerou-se uma alternativa mais adequada a adoção de outra metodologia (abordagem 2) para definição do conjunto final de indicadores.

Antes, porém, são apresentadas as considerações, questionamentos e reflexões, que os casos consultados (IPÊ e Fazenda São Luiz) levantaram, e são pertinentes à questão-objeto desta pesquisa, bem como para o contexto mais amplo da conservação.

6.1.3. Outras contribuições da Fazenda São Luiz e do Instituto de Pesquisas Ecológicas

Ambos ressaltaram a importância de avançar no estabelecimento de metodologia para avaliação/medição de cada indicador em campo e na determinação dos parâmetros de referência (intervalos e limites) que devem nortear o julgamento dos SAF em relação a cada um dos indicadores; esses parâmetros deverão observar as variações e especificidades das diferentes fitofisionomias e mesmo as peculiaridades regionais e locais. A Fazenda São Luiz apontou ainda a importância da integração dos indicadores, tanto no momento da avaliação como na fase de análise e apresentação dos resultados, pois apenas o conjunto dos indicadores

(e não cada um deles isoladamente) é capaz de fornecer uma caracterização relativamente precisa do sistema sob investigação.

Os proprietários e colaboradores da Fazenda São Luiz colocaram outros pontos importantes, na forma de questionamentos e reflexões:

- Considerando a extensão e intensidade da devastação dos ecossistemas naturais de diversos Estados brasileiros, quais seriam os ecossistemas de referência adequados para nortear as ações de restauração e conservação? Ecossistemas naturais ou ambientes de bem sucedida restauração e/ou conservação?
Qual seria a meta a ser atingida? Integridade de processos e funções ecológicas, um determinado número de espécies, bens e serviços ecossistêmicos?
- Em função da dinâmica e das características distintas de fragmentos com tamanhos diferentes, é adequado comparar os SAF e os ecossistemas de referência com dimensões díspares? Como fazê-lo?
- A avaliação deve priorizar a observação dos sistemas no dado momento da avaliação ou o progresso/retrocesso dos sistemas ao longo do tempo? Ou como conciliar ambos?

6.2. Abordagem 2

6.2.1. Arcabouço teórico condutor dos resultados

Conforme tratado no capítulo 2, as reservas legais possuem as seguintes funções (de acordo com o artigo 3º, inciso III, da Lei nº 12.651/2012): (a) uso econômico dos recursos naturais de modo sustentável; (b) auxiliar a conservação dos processos ecológicos; (c) auxiliar a reabilitação dos processos ecológicos; (d) promover a conservação da biodiversidade; (e) promover o abrigo e proteção da fauna silvestre e flora nativa (BRASIL, 2012a). Considerando apenas a dimensão ecológica e/ou ambiental, o instrumento atualmente visa, essencialmente, a proteção de dois elementos: biodiversidade e processos ecológicos. Esses são, portanto, os objetos da avaliação e monitoramento aqui propostos, ao entender que a integridade desses componentes caracteriza a sustentabilidade do sistema ao longo do tempo. A proteção da biodiversidade recai, de forma explícita pela lei, sobre os componentes nativos; já os processos ecológicos podem ser decorrentes de componentes nativos e/ou exóticos (D'ANTONIO; MEYERSON, 2002; JOSE, 2011).

A despeito da polêmica quanto ao uso de espécies exóticas e seus efeitos sobre o ambiente, essas espécies são um importante componente dos sistemas agroflorestais (JOSE,

2011). Como a Lei nº 12.651/2012 estabelece os SAF como uma alternativa para restauração e uso das reservas legais, é devida a consideração desses elementos na avaliação e monitoramento propostos.

Conforme apontado nos “Fundamentos teóricos” (item 3) do presente capítulo, os critérios e indicadores ecológicos/ambientais vêm sendo comumente classificados nas categorias: estrutura (arquitetura do ecossistema); composição (diversidade do ecossistema) e função (funcionamento, processos do ecossistema) (DALE; BEYELER, 2001; FRANKLIN *et al.*, 1981; NOSS, 1990). Retomando as funções da RL e relacionando-as às três classes de atributos dos ecossistemas, tem-se que o objetivo de proteção da biodiversidade relaciona-se, direta e principalmente, com a categoria de “composição”; portanto, os indicadores pertencentes a essa classe foram definidos como de avaliação predominante sobre os componentes nativos do ecossistema. Já os processos ecológicos e funcionamento dos ecossistemas estão relacionados aos três atributos (estrutura, composição e função) (CHAPIN III *et al.*, 2002; PRETZSCH, 2009) que, no entanto, podem ser conferidos por elementos nativos e exóticos do ecossistema. Assim, com base na informação transmitida por cada indicador acerca do ecossistema, foi feita ponderação de se o mesmo deveria incluir na avaliação apenas componentes nativos ou nativos e exóticos.

A proteção da biodiversidade, preconizada pela Lei nº 12.651/2012 para as reservas legais, depende de dois componentes que devem ser assegurados:

- Proteção de um número mínimo de espécies nativas;
- Permanência a longo prazo das espécies nativas no sistema.

Assim, acerca da proteção da biodiversidade nativa, buscou-se, então, selecionar indicadores que permitissem avaliar e monitorar estes dois componentes.

Para tratar da avaliação e monitoramento de sistemas agroflorestais enquanto alternativa para conciliação da proteção ao desenvolvimento socioeconômico, há de se levar em consideração a discussão feita no capítulo 1, que coloca que os sistemas agroflorestais complexos são aqueles de maior potencial para conservação em regiões tropicais e a opção mais próxima de cumprir com princípios da sustentabilidade. Portanto, a definição dos indicadores foi norteadada, especialmente, pelos princípios e teoria que fundamentam a construção de SAF complexos (GÖTSCH, 1995; IAFN, 2012; PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008; SCHROTH, G; HARVEY; VINCENT, 2004; VIVAN, 1998):

- Reconhecimento das espécies, inclusive a humana, como parte do todo que compõe a natureza;

- Premissa: um agroecossistema aproximar-se-á da sustentabilidade quanto mais semelhante for, em estrutura e função, ao ecossistema original do lugar, na medida em que replicará os mecanismos ecológicos evolutivamente adaptados para perpetuação da vida no local;
 - Observação e compreensão dos ecossistemas locais, em sua estrutura e funcionamento, como importantes e necessárias bases para construção dos agroecossistemas;
 - Compreensão da sucessão natural de espécies em cada ecossistema e de como este processo utiliza de modo ótimo os recursos no tempo e no espaço;
 - Compreensão dos mecanismos de evolução interativa entre as comunidades e o meio físico (otimização da radiação, umidade e nutrientes);
 - Compreensão dos ciclos e padrões dessas interações, e como neles integrar as ações e interesses humanos;
 - As intervenções no sistema são desejáveis e indicadas desde que baseados e convergentes aos processos naturais de renovação, sucessão de espécies e incremento da vida no local, em quantidade e diversidade;
 - Renovação, por meio de roçagem ou poda, dos indivíduos e consórcios que já cumpriram suas funções ecofisiológicas no sistema, e estão ou serão devidamente substituídos por novos elementos;
 - O material roçado ou podado deverá permanecer sobre o solo, protegendo-o e disponibilizando nutrientes;
 - Recuperação das áreas degradadas e aproveitamento ótimo e sustentável dos recursos existentes são prioridades;
 - A colheita não é vista como o objetivo principal, mas como resultado da intervenção humana junto ao sistema no sentido de dinamizá-lo e fazê-lo avançar na sucessão.
- Além dos aspectos mencionados até aqui, a definição do conjunto final de indicadores foi também norteadada pelos seguintes requisitos desejáveis para sistemas de avaliação e monitoramento (DALE; BEYELER, 2001; MEADOWS, 1998):
- Antecipatório e/ou condutores – forneçam aviso precoce e/ou indicação da necessidade de ações e subsídios para determinação do manejo adequado à situação;
 - Tenham resposta previsível a distúrbios, estresses, manejo inadequado, possibilitando reconhecimento e boa compreensão do quadro representado pelos indicadores;

- Baixa variabilidade na resposta e clareza de valor – clareza acerca das direções que são consideradas boas/adequadas/desejadas ou ruins/inadequadas/indesejadas;
- Suficientes – meio termo entre excesso e falta de informações para caracterização do sistema;
- Integrativo.

6.2.2. Definição e discussão do conjunto final de indicadores

A classificação dos indicadores segundo as categorias estrutura, composição e função, bem como as justificativas resumidas para a inclusão ou exclusão dos indicadores, que serão discutidos a seguir, constam no quadro 11.

A observação dos ecossistemas florestais tropicais fornecem os fundamentos para a construção de sistemas produtivos sustentáveis e indicam os aspectos a serem avaliados para constatação da similaridade ou dissimilaridade entre os SAF e os ecossistemas de referência. Entre essas características estão: alta biodiversidade; multiestratificação; grande quantidade de biomassa; alta densidade; dinamicidade dos ecossistemas; etc. (IAFN, 2012; PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2008; SCHROTH, G; HARVEY; VINCENT, 2004; VAZ DA SILVA, 2012).

A estrutura florestal geralmente é compreendida em sua organização espacial horizontal e vertical. O indicador “densidade” foi selecionado para caracterização do ecossistema em sua distribuição horizontal; enquanto o indicador “estrato (avaliação atemporal)” para a distribuição vertical. Quanto à densidade, espera-se que seja elevada como nas florestas; a grande proximidade entre plantas não é problema desde que a combinação entre as espécies seja adequada (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002). Estes autores também colocam que a distribuição vertical do SAF deve, assim como nas florestas, buscar a otimização de uso dos recursos (radiação, umidade e nutrientes), com indivíduos ocupando os diferentes estratos. Considerou-se o indicador “estrato (avaliação atemporal)”⁹ mais vantajoso que o indicador “estrato (avaliação presente)” pois ele permite não apenas a constatação da estratificação no dado momento da observação/avaliação mas a visualização do direcionamento e potencial estruturação vertical futura do ecossistema.

⁹ Depende não somente da altura que a espécie alcança, mas principalmente da sua demanda de luz direta. A espécie é observada no contexto da vegetação nativa em que se insere: qual o estrato que a espécie ocupa nessa vegetação (VAZ DA SILVA, 2012).

Entre os indicadores estruturais, também foi dada preferência à inclusão do indicador “distribuição em classes diamétricas” em relação ao indicador “área basal”. Uma vez que o indicador “área basal” define a área da secção transversal dos troncos, a informação agregada oculta características dos indivíduos que compõem o determinado valor numérico dado por esse indicador. Em tese, mesmas áreas basais podem corresponder a situações bastante distintas em termos da dinâmica florestal, do estágio sucessional e da perspectiva de futuro do ecossistema sob investigação. A observação e avaliação da distribuição em classes diamétricas permite avaliar não apenas a biomassa, mas a estrutura etária dos componentes do ecossistema ao discriminar a estrutura e evolução temporal dos indivíduos da comunidade segundo seus diâmetros (NEWTON, 2007). Possibilita, então, uma mais direta, detalhada e fiel observação da dinâmica de crescimento e sucessão ecológica que está ocorrendo no local. Entretanto, o indicador “área basal” é consagrado no meio científico como um dos indicadores estruturais mais importantes para avaliação de comunidades e ecossistemas (DURIGAN, 2006; IPEF *et al.*, 2012; MARTINS, S. V., 2009; NEWTON, 2007; PRETZSCH, 2009), indicando prováveis potencial e relevância elevados desse indicador, talvez não bem reconhecidos e compreendidos no decurso desta pesquisa.

Os indicadores de “estrutura etária” foram excluídos por serem representados pelo indicador “distribuição em classes diamétricas”. Embora existam alguns métodos para avaliação da idade dos indivíduos de um ecossistema, como a contagem de anéis anuais do tronco e a datação por radiocarbono, a altura e o diâmetro das árvores comumente são correlacionados à idade, mesmo que essa correlação não necessariamente seja fidedigna (NEWTON, 2007). A escolha do diâmetro como atributo para avaliação da estrutura etária deu-se pela maior facilidade de medição desta propriedade, em comparação com métodos como contagem dos anéis e datação por radiocarbono, e em função de a altura das árvores num sistema agroflorestal ser passível de expressivas variações decorrentes das intervenções e manejo das copas (podas). Pela mesma razão, o indicador “cobertura do dossel” não foi considerado um indicador adequado para o contexto dos SAF, que não condizem com a concepção de manutenção de sistemas estáticos que fundamentam esse indicador.

Outro indicador que enfrentaria a difícil aplicação e interpretação no contexto dos SAF, em função das intervenções humanas no sistema, seria o de “mortalidade”. A retirada de indivíduos e consórcios que já cumpriram suas funções ecofisiológicas no sistema é bem vista e desejável na condução dos SAF complexos (IAFN, 2012; PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008). Assim, o indicador “mortalidade” poderia não ter clareza de valor, uma vez que possibilitaria

dúvidas acerca da condução e direcionamento do sistema para uma condição adequada/desejável ou inadequada/indesejável. A exclusão desse indicador também foi considerada possível, sem prejuízo para a avaliação, na medida em que outros indicadores que foram incluídos (como abundância das espécies, distribuição em classes diamétricas, densidade, regenerantes e mudas) permitem o acompanhamento e avaliação indireta da mortalidade, que será detectada caso ocorra em níveis que possam prejudicar ou comprometer a integridade e funcionamento do ecossistema.

Newton (2007) aponta que grande parte do desafio relativo à conservação e manejo das florestas reside na compreensão de como as intervenções humanas impactam os ecossistemas. Nos sistemas agroflorestais sucessionais, a entrada e saída de espécies no tempo é uma característica fundamental para a viabilidade econômica do sistema e para a manutenção de seu equilíbrio ecológico; portanto, o SAF deve ser planejado de forma a prever os arranjos entre as espécies no espaço e no tempo (IAFN, 2012; PENEIREIRO *et al.*, 2002; VIEIRA *et al.*, 2009).

Ainda acerca da estrutura do sistema, foi incluído o indicador “exposição do solo”, extremamente importante já que a cobertura do solo pela vegetação e matéria orgânica cumpre diversas funções, essenciais ao bom funcionamento do sistema: estabiliza mecanicamente o solo, intercepta a água das chuvas reduzindo sua velocidade, contribuindo para o menor escoamento superficial e melhor aproveitamento da água pelo sistema, evita ou minimiza a erosão, reduz a lixiviação, mantém o solo úmido e fresco beneficiando o desenvolvimento das raízes e a atividade da fauna do solo, etc. Diante da inclusão do indicador de exposição do solo, considerou-se desnecessário manter o indicador “erosão do solo”, que é indiretamente coberto pelo primeiro.

Embora a Lei nº 12.651/2012 preconize a proteção da biodiversidade como uma de suas funções, não estabelece o nível mínimo ou adequado de espécies a serem protegidas. A proteção pode limitar-se às espécies que promovem uma comunidade estável e um ecossistema funcional, ou pode abranger um espectro mais amplo de espécies, a fim de promover a conservação *in situ* do maior número possível de espécies. Se tratando da manutenção do bom funcionamento dos ecossistemas, ainda há lacunas a respeito de qual seria o número de espécies necessário (HESTER; HARRISON, 2010; NAEEM *et al.*, 2009; REY BENAYAS *et al.*, 2009). Alguns autores defendem a hipótese de que apenas algumas espécies-chaves contribuem para o funcionamento do ecossistema, enquanto outros defendem a hipótese de que todas, ou quase todas as espécies contribuem para alguma função do ecossistema (ANDEL; ARONSON, 2006). Tem-se assumido que o aumento do número de

espécies em uma comunidade ou ecossistema implicaria numa maior complexidade, decorrente de mais numerosas e mais fortes conexões e interações, que aumentariam a estabilidade do sistema, a ocorrência de processos ecológicos e a promoção de serviços ecossistêmicos (ANDEL; ARONSON, 2006; CHAPIN III *et al.*, 2002; HESTER; HARRISON, 2010; IAFN, 2012). Ao mesmo tempo, Christianou e Ebenman (2005) colocam que o *status* de espécie-chave é dependente do contexto e da composição da comunidade, com a qual estabelece conexões e interações. Portanto, é possível grande variabilidade das espécies chaves em função de distintas condições edafoclimáticas, fitofisionomias e mesmo das especificidades de cada comunidade e ecossistema. Andel e Aronson (2006) ainda ressaltam que, frequentemente, os estudos têm focado em grupos ecológicos como escapatória para não lidar com espécies individuais; mas não tem havido reflexões sobre a noção de função ou funcionamento dos agrupamentos de espécies nas comunidades. Apontam que diversas abordagens têm sido desenvolvidas para identificar grupos funcionais sem que haja uma indicação de que tipo de função está associada com o grupo de espécies. Martins (2009) destaca que ainda não há métodos consagrados para estudar a diversidade funcional¹⁰ e que são necessários estudos que, primeiramente, aprofundem-se nas verdadeiras relações entre os atributos mensuráveis e as funções ecológicas a eles correspondentes. Devido às razões acima mencionadas, a respeito da utilização de espécies chaves e grupos funcionais, e considerando a importância da proteção da maior biodiversidade possível nas áreas protegidas, pelo valor que representam para o íntegro e saudável funcionamento dos ecossistemas como pelo valor intrínseco que cada espécie possui, o indicador “riqueza” foi considerado mais adequado do que o indicador “espécies chaves” para avaliação da composição dos ecossistemas. Entretanto, reconhece-se a necessidade e importância de compreender melhor o papel que as espécies individuais e os agrupamentos de espécies, especialmente daquelas com papéis ecológicos similares, desempenham na estrutura e funcionamento das comunidades e ecossistemas; o que pode simplificar e contribuir para a gestão das áreas protegidas.

Uma das dificuldades comumente apontadas em relação aos indicadores de diversidade (como riqueza e abundância) diz respeito à identificação das espécies em campo; realizada geralmente por especialistas, idealmente, por meio do material reprodutivo (frutos e flores) e vegetativo (ramos com folhas) das espécies da flora (DURIGAN, 2006). Entretanto,

¹⁰ A diversidade funcional é definida como a variação e a distribuição de atributos funcionais na comunidade, que se relacionam a rede de possibilidades de interações entre as espécies e destas com o meio (MARTINS, S. V., 2009).

a fim de amenizar ou solucionar essa dificuldade, pode-se recorrer ao trabalho de mateiros, utilizar não só os nomes científicos das espécies, mas também os populares, ou mesmo distinguir as espécies entre si sem necessariamente reconhecê-las ou identificá-las por seus nomes.

A presença de uma comunidade rica (composta por muitas espécies) num dado momento, não significa a perpetuação da biodiversidade a longo prazo. Indivíduos de cada espécie devem estar presentes em número, e em espaçamento, suficientes para garantir a viabilidade da espécie. Assim, o indicador “abundância” foi considerado de elevada importância para a avaliação e monitoramento da capacidade de perpetuação da biodiversidade local ao longo do tempo. Além disso, os ecossistemas florestais complexos tendem a apresentar maior equabilidade entre as espécies presentes no sistema.

A fim de verificar, e garantir, a permanência a longo prazo das espécies nativas no sistema, não basta a ocorrência de espécies apenas de ciclo curto, por exemplo. Findadas essas espécies, outras de ciclos mais longos, que as sucederão, já deverão estar presentes no sistema. Assim, é importante a presença de espécies de ciclos de vida curto, médio e longo, desde o início; de forma que as espécies de ciclo curto criem condições para as de ciclo médio e longo, e as de ciclo médio para suas sucessoras (PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008; VAZ DA SILVA, 2012; VIEIRA *et al.*, 2009). Espera-se que os SAF, de forma similar ao que ocorre nos ecossistemas tropicais, sigam a dinâmica da sucessão natural, onde consórcios de plantas (de interesse econômico ou não, nativas ou exóticas) são substituídos pelos subsequentes, de acordo com o tempo de vida das plantas; cada consórcio transforma o ambiente tornando-o mais propício para espécies mais exigentes (IAFN, 2012; PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008; VAZ DA SILVA, 2012; VIEIRA *et al.*, 2009). Segundo a leitura de Ernst Götsch, a caracterização dos grupos sucessionais fundamenta-se basicamente na exigência das espécies quanto às condições edafoclimáticas, no ciclo de vida e no estrato vertical que ocupam (PENEIREIRO, 2003).

A classificação das espécies segundo seu ciclo de vida e ao estrato que ocupam, difere da já conhecida divisão em pioneiras, secundárias e clímax, ao considerar que o critério “ciclo de vida”, que diz respeito ao tempo de vida, não deve ser confundido com a demanda de luminosidade da espécie, que caracteriza o critério “estrato”. Em cada ciclo de vida (curto, médio ou longo), há espécies ocupando cada um dos estratos (VAZ DA SILVA, 2012).

Os indicadores “formas de vida” e “síndromes de dispersão” foram excluídos pela difícil aplicação, uma vez que, historicamente, a observação e avaliação desses aspectos da composição dos ecossistemas têm sido negligenciados. Martins (2009) coloca que, de forma

geral, as comunidades são conhecidas pelas espécies arbóreas e quase nada se sabe sobre outras formas de vida, como trepadeiras, epífitas e ervas. Aponta que os poucos estudos existentes indicam que a distribuição espacial, as relações com o meio e com os demais elementos bióticos, a fragilidade das populações e comunidades diferem muito do que se conhece para espécies arbóreas; isso tem implicações importantes para políticas e ações para a conservação das comunidades vegetais como um todo. Embora longe do ideal, os indicadores excluídos (formas de vida e síndromes de dispersão) são parcialmente cobertos pelos indicadores “riqueza”, “estratos”, “função das exóticas” e “regenerantes e mudas”. Apesar de terem sido excluídos, é importante que os estudos cada vez mais incluam e integrem a totalidade dos elementos na compreensão das comunidades e ecossistemas (CULLEN JÚNIOR; VALLADARES-PADUA; *et al.*, 2006; IAFN, 2012; SMA, 2011b).

O indicador “espécies invasoras” foi excluído em função da sua concepção e terminologia inapropriada: o termo imprime o juízo de valor antropocêntrico sobre as espécies, que possuem valor intrínseco, compõem a totalidade do sistema e cumprem funções importantes no determinado ambiente no momento em que encontram condições propícias para se estabelecerem e desenvolverem. As espécies podem ser consideradas indicadoras de condições ambientais que as levaram a se estabelecer e predominar no local, da necessidade de intervenção ou do manejo inadequado realizado para alcançar os objetivos estabelecidos pelo homem para os ecossistemas. Embora o conceito de “espécies invasoras” não se restrinja às espécies exóticas, como as reservas legais apresentam o foco de proteção da biodiversidade predominantemente nativa, incluiu-se o indicador “função das exóticas” a fim de, como propõe D’Antonio e Meyerson (2002), considerar as espécies exóticas no contexto maior da estrutura e sucessão da comunidade, observando e avaliando o papel que desempenham nos processos que influenciam o curso da sucessão. As intervenções e manejo das espécies exóticas, assim como das nativas, deverão ocorrer de forma convergente e cooperativa com o processo de sucessão, no sentido de aumentar, quantitativa e qualitativamente, a biodiversidade do local.

Conforme discutido no capítulo 2, a literatura mostra a grande discordância, e desconhecimento, a respeito do papel (positivo e/ou negativo) que as espécies exóticas desempenham no contexto mais amplo da estrutura e sucessão da comunidade. Há quem considere a presença de espécies exóticas uma forma de degradação ambiental, por prejudicar a preservação e conservação da biodiversidade, a conservação e reabilitação dos processos ecológicos e mesmo inibir ou impedir o fluxo gênico da fauna e flora (GALVÃO;

PORFÍRIO-DA-SILVA, 2005). Para estes, a única solução aparentemente possível é o corte e remoção dessas espécies dos locais. Por outro lado, há autores e estudos (COSTA; DURIGAN, 2010; D'ANTONIO; MEYERSON, 2002; MARTINS, S. V., 2009; PENEIREIRO *et al.*, 2008) apontando que as espécies exóticas podem contribuir positivamente na estrutura, funcionamento e sucessão da comunidade, e podem inclusive ser utilizadas como aliadas no manejo dos sistemas. Diante disso, o posicionamento do presente estudo é: ao tratar especialmente de áreas protegidas é necessária muita cautela no uso de espécies exóticas, mas estes elementos devem ser considerados segundo as funções que desempenham para a estrutura, funcionamento e sucessão do ecossistema.

Os indicadores de fauna foram excluídos por algumas razões: pela dificuldade de aplicação - as avaliações geralmente requerem longos períodos de amostragem, uma grande variedade de técnicas, recursos financeiros e humano qualificado; os registros de fauna não necessariamente correlacionam-se à qualidade do habitat (os animais podem apenas estar em trânsito, por exemplo); há estudos demonstrando a estreita correlação entre a abundância e diversidade da fauna e os atributos estruturais da vegetação que já estão sendo diretamente avaliados (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005; SAYRE *et al.*, 2003). Além disso, a discriminação das espécies da fauna em “positivas” e “negativas” pode incorrer ou induzir o erro já mencionado de julgamento e qualificação inapropriados das espécies. Mesmo as chamadas “pragas”, e as doenças, podem nos mostrar o que está errado no sistema, uma vez que indicam fragilidades do mesmo, como a má nutrição das plantas e falhas no manejo (PENEIREIRO *et al.*, 2008). Num SAF bem planejado e manejado, artrópodes e fungos convivem com as plantas sem causar prejuízos; ao invés de combater estes elementos do sistema, é preciso entender a(s) razão(ões) de suas ações a fim de agir de forma cooperativa e convergente aos processos naturais (IAFN, 2012; PENEIREIRO *et al.*, 2008).

Pertencentes à categoria “Função”, foram incluídos os indicadores “horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)” e “regenerantes e mudas”. A presença de matéria orgânica é de extrema importância ao constituir a fonte mais óbvia de nutrientes que possibilita o crescimento das plantas e microrganismos do solo, além de também aumentar a retenção de água e proteger o solo. Diante da inclusão desse indicador, outro foi excluído: “horizonte com acumulação de matéria orgânica decomposta, com cor escura”, que é indiretamente coberto pelo primeiro.

O indicador “regenerantes e mudas” foi incluído e é considerado dos mais importantes do conjunto final de indicadores por sintetizar e representar bem os principais objetos da avaliação e monitoramento propostos: a dinâmica e o funcionamento do ecossistema, o

cumprimento das funções de proteção da biodiversidade e a ocorrência de processos ecológicos e serviços ecossistêmicos. Se houver riqueza e abundância de regenerantes e mudas de espécies nativas (de diferentes ciclos de vida, estratos e funções ecofisiológicas), é possível a inferência de que os processos ecológicos estão ocorrendo de forma adequada a possibilitar a reprodução, o recrutamento e avanço na sucessão.

Segundo Ernst Götsch, a sucessão de espécies é o melhor indicador para avaliar e monitorar um ecossistema e mesmo as ações humanas sobre este: o ideal é dinamizar o ecossistema com a menor perda energética (entropização) possível, e avançar no processo de sucessão que leva ao aumento da biodiversidade e às espécies mais exigentes/adiantadas (VIVAN, 1998). No decorrer desse processo, a complexidade do ecossistema aumenta, levando à maior estabilidade e resiliência (IAFN, 2012).

Quadro 11 - Classificação dos indicadores nas categorias estrutura, composição e função; seleção do conjunto final e justificativas

Indicadores	Justificativa para inclusão/exclusão
<i>ESTRUTURA</i>	
Estrato (avaliação atemporal)	Caracterização do ecossistema quanto a sua distribuição vertical presente e (potencial) futura
Área Basal	Secundário se comparado ao indicador "distribuição em classes diamétricas", pois agrega demais a informação
Distribuição em classes diamétricas	Caracterização da biomassa, da estrutura etária, da dinâmica de crescimento e sucessão do ecossistema
Cobertura do dossel	Fundamenta-se na concepção de manutenção de sistemas estáticos. Indicador sujeito às variações decorrentes do manejo (podas das copas) e do período decorrido entre a intervenção e a avaliação do SAF
Densidade	Caracterização do ecossistema em sua distribuição horizontal
Estratos verticais (avaliação presente)	Secundário se comparado ao indicador "Estratos verticais (avaliação atemporal)", que possibilita não só a avaliação da estrutura vertical presente, mas a (potencial) futura
Estrutura etária da comunidade	Estrutura etária será caracterizada por meio da distribuição em classes diamétricas. A avaliação por meio das alturas poderia ser ineficiente devido à influência do manejo do SAF (podas das copas)
Estrutura etária das populações de espécies	
Mortalidade	Indicador sem clareza de valor no contexto das intervenções humanas no SAF. Avaliada indiretamente por meio de outros indicadores (abundância, distribuição em classes diamétricas, densidade, regenerantes e mudas)
Erosão do solo	Indiretamente coberto pelo indicador "Exposição do solo"
Exposição do solo	A cobertura do solo, pela vegetação e matéria orgânica, é essencial pois estabiliza o solo, reduz o escoamento superficial e contribui para o melhor aproveitamento da água pelo sistema, evita ou minimiza a erosão, reduz a lixiviação.
<i>COMPOSIÇÃO</i>	
Riqueza	Avaliação e monitoramento do cumprimento da função da RL de proteção da biodiversidade. A riqueza está relacionada à estabilidade do sistema, aos processos ecológicos e serviços ecossistêmicos, e constitui o primordial objetivo da conservação em áreas protegidas
Abundância	Avaliação e monitoramento do cumprimento da função da RL de proteção da biodiversidade, quanto à viabilidade ou perpetuação das espécies nativas no sistema

Indicadores	Justificativa para inclusão/exclusão
Espécies chaves	O status de espécie-chave é dependente do contexto (condições abióticas locais) e da composição da comunidade com a qual estabelece conexões e interações. O conhecimento ainda é incipiente acerca de quais seriam espécies chaves nos diferentes contextos
Ciclos de Vida	Avaliação e monitoramento do cumprimento da função da RL de proteção da biodiversidade, quanto à permanência das espécies nativas a longo prazo no sistema
Formas de Vida	Difícil aplicação. Importante avançar com estudos que incluam e integrem a totalidade dos elementos na compreensão dos ecossistemas. Indicadores parcialmente cobertos por outros como "riqueza", "estratos", "função das exóticas" e "regenerantes e mudas"
Síndromes de dispersão	
Função das exóticas	Avaliação do papel que as espécies exóticas, importantes componentes dos SAF, desempenham na estrutura e processos que influenciam o curso da sucessão
Espécies "invasoras"	Concepção e terminologia inapropriadas (ver discussão no texto)
Espécies nativas (fauna)	Difícil avaliação (requerem longos períodos de amostragem, uma variedade de técnicas, recursos financeiros e humano qualificado); os registros de fauna não necessariamente correlacionam-se à qualidade do habitat; há estreita correlação entre a abundância e diversidade da fauna e os atributos estruturais da vegetação, que já estão sendo diretamente avaliados
Espécies indicadoras "negativas" (fauna)	
Espécies indicadoras "positivas" (fauna)	
<i>FUNÇÃO</i>	
Regenerantes e mudas	Sintetiza e representa a dinâmica e o funcionamento do ecossistema, o cumprimento das funções de proteção da biodiversidade e a ocorrência de processos ecológicos e serviços ecossistêmicos
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	A presença de matéria orgânica constitui fonte de nutrientes para o crescimento dos organismos do sistema, aumenta a retenção de água e protege o solo
Horizonte com acumulação de matéria orgânica decomposta, com cor escura	Indiretamente coberto pelo indicador "Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)"

Legenda: Em verde os indicadores incluídos, em cinza os indicadores excluídos.

Diante da seleção e discussão feitas, os indicadores, e as respectivas descrições, sugeridos para avaliar e monitorar SAF enquanto alternativa de uso das RL são os apresentados no quadro a seguir.

Quadro 12 – Conjunto final de indicadores e respectivas descrições

Indicadores	Descrição
<i>Estrutura</i>	
Estrato (avaliação atemporal)	Presença e representação de espécies nativas e exóticas compondo os estratos verticais, em todos os ciclos de vida
Distribuição em classes diamétricas	Presença/ausência de estrutura em J invertido das classes diamétricas da comunidade arbórea nativa e exótica
Densidade	Número de indivíduos arbóreos e arbustivos nativos e exóticos por unidade de área.
Exposição do solo	Percentual da área com solo exposto (ausência de cobertura viva e morta)
<i>Composição</i>	
Riqueza	Número de espécies arbóreas e arbustivas nativas
Abundância	Número de indivíduos de cada espécie arbórea e arbustiva nativa
Ciclos de Vida	Presença e representação de espécies nativas de ciclo curto, médio e longo
Função das exóticas	Função desempenhada pelas espécies exóticas no contexto da estrutura e sucessão da comunidade
<i>Função</i>	
Regenerantes e mudas	Riqueza e abundância de regenerantes e mudas das espécies nativas
Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)	Quantidade (espessura da camada) e qualidade (composição - folhagem e/ou galhos e/ou troncos) da camada de matéria orgânica

Pela Lei nº 12.651/2012, os sistemas agroflorestais não só constituem uma alternativa para uso sustentável das reservas legais como uma opção para restauração dessas áreas protegidas. Em muitos casos, partir-se-á de condições ambientais degradadas que necessitarão de medidas sobre os componentes bióticos e/ou abióticos a fim de restabelecer a estrutura e função desses ecossistemas. Nesse caso, de restauração do ecossistema por meio da implantação de um SAF, o conjunto de indicadores tratado até o momento necessitará de adequações, uma vez que muitos deles adéquam-se ao contexto de prévia existência de uma comunidade florística, já composta por componentes arbóreos desenvolvidos. Assim, se faz necessário discutir e adaptar o conjunto de indicadores às especificidades do contexto da restauração.

Conforme destacado no capítulo 2, o conjunto de metas da restauração e as características do ecossistema a ser restaurado influenciam direta e decisivamente na dificuldade, no tempo e

nos recursos necessários, nas chances de sucesso e, conseqüentemente, na avaliação e monitoramento das áreas. Assim, a utilização do conjunto de indicadores proposto pode variar de acordo com o contexto da restauração. O grau de degradação, as condições do substrato, o clima, a disponibilidade de água, entre outros fatores, determinarão as espécies adequadas para implantação do SAF em cada situação (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2008). Conforme aponta Vaz da Silva (2012), algumas espécies crescem em áreas degradadas, praticamente sem matéria orgânica, solo desestruturado, com pouca disponibilidade de água e nutrientes; enquanto outras espécies precisam de grande disponibilidade de nutrientes solúveis, matéria orgânica e associação com diversos organismos. Assim, apenas mediante a colonização de um ambiente degradado por espécies mais rústicas, que complexificarão o local disponibilizando recursos outrora indisponíveis e aumentando a vida no lugar, criar-se-ão condições para que espécies mais exigentes vicejem no local (IAFN, 2012; PENEIREIRO *et al.*, 2002; VAZ DA SILVA, 2012). Portanto, é fundamental à restauração por meio de SAF, conhecer as espécies da região e planejar a implantação observando o nível de complexificação do ambiente demandado por cada uma das espécies, nativas e exóticas (IAFN, 2012; PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002; VAZ DA SILVA, 2012). Vale lembrar que, comumente, nos SAF sucessionais todas as espécies, inclusive as de vida mais longa, são semeadas de uma só vez. As espécies mais rústicas preparam as condições para as espécies mais exigentes, assim como as espécies de ciclo mais curto o fazem para as espécies de ciclo mais longo (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002).

A composição de espécies do SAF juntamente com a densidade de indivíduos na comunidade de plantas são os fatores críticos e determinantes da saúde, das taxas de crescimento e da produtividade do sistema (GÖTSCH, 1995; PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2008). Frequentemente, nos SAF sucessionais, todas as espécies são semeadas em alta densidade e, com o decorrer do tempo, se necessário, a seleção é feita naturalmente ou por meio de podas daquelas menos vigorosas (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002). Segundo esses autores, a alta densidade é possível e deve ser planejada buscando o melhor aproveitamento do espaço, baseado na complementaridade de funções das espécies, numa comunidade com elevada biodiversidade. Ressaltam também que o plantio adensado e manejo do sistema contribuem para que todo o espaço seja ocupado, evitando ou minimizando o combate das consideradas “plantas daninhas”, fornece biomassa para cobrir o solo e colabora para a dinâmica da matéria orgânica no sistema.

Reconhecendo a necessidade e importância da adequação do processo de restauração e, conseqüentemente, da avaliação e monitoramento do sistema ao contexto da área a ser restaurada, algumas considerações acerca do uso do conjunto de indicadores proposto podem ser feitas. Os indicadores “distribuição em classes diamétricas” e “regenerantes e mudas” podem ser inaplicáveis no momento inicial da implantação do SAF, no caso de áreas sem cobertura vegetal prévia; mas podem ser utilizados em momentos posteriores, tão logo uma comunidade vegetal comece a se estabelecer. Os indicadores cuja avaliação é centrada nos elementos arbóreos e arbustivos podem contemplar outras formas de vida, como plantas herbáceas, principalmente nos estádios sucessionais iniciais dos ecossistemas, especialmente daqueles intensamente degradados. Nesses casos, até mesmo espécies que são consideradas “plantas daninhas” podem colaborar para recuperação inicial do ambiente, recobrando o solo e dando início ao processo de sucessão natural (PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008). No momento inicial da implantação do SAF, os indicadores relativos à flora devem ser observados sob a ótica da flora a ser implantada e, quando possível, somada aos elementos já existentes no ecossistema. Quanto à flora, sugere-se a inclusão da observação do nível de complexificação do ambiente demandado¹¹ pelas espécies a serem implantadas no SAF. Os indicadores de solo – exposição do solo e horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa) – podem ser observados após o(s) manejo(s) inicial(ais) do sistema.

6.3. Apontamentos e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação

Nesta seção serão apresentadas considerações e sugestões acerca dos parâmetros para avaliação a ser realizada por meio dos indicadores propostos neste trabalho. Para alguns indicadores foram possíveis sugestões mais precisas de valores ou intervalos, enquanto para outros indicadores foram possíveis apenas apontamentos mais abrangentes.

As considerações e sugestões apresentadas baseiam-se:

- Na literatura relativa aos SAF complexos;
- Em dados provenientes de experiências práticas de SAF complexos existentes, principalmente, no Estado de São Paulo;
- Em dados provenientes de experiências práticas de restauração ecológica conduzidas, sobretudo, no Estado de São Paulo.

¹¹ Diz respeito ao grau de rusticidade de cada espécie, à capacidade de se estabelecerem e desenvolverem em locais quase inóspitos até os ambientes complexos e cheios de recursos (VAZ DA SILVA, 2012).

O Estado de São Paulo foi escolhido como contexto para esta seção em função da maior disponibilidade de dados e pela familiaridade da pesquisadora com esta realidade. Nos trabalhos consultados e apresentados, a vegetação predominantemente tratada foi a Floresta Estacional Semidecidual (FES). Portanto, os parâmetros adéquam-se especialmente a áreas cuja vegetação original é a FES.

Neste Estado, apenas 1,8% das propriedades rurais apresentam RL regularizadas (MARQUES, E. M.; RANIERI, 2012) e seu território atualmente conta com um reduzido percentual de cobertura florestal (cerca de 14%) com distribuição fragmentada e concentrada principalmente no Vale do Ribeira (SMA / IF, 2005). Assim, a regularização do Estado de São Paulo, segundo a Lei nº 12.651/2012, implicará na restauração de amplas áreas do território paulista. Assim, esta seção foi desenvolvida tendo como pano de fundo a restauração de porções do território paulista.

Ademais, as experiências práticas de SAF existentes no Estado de São Paulo também condizem com o contexto de restauração, uma vez que são práticas relativamente recentes (15 anos ou menos) e, geralmente, iniciadas em áreas de pastagens, lavouras ou capoeiras que foram derrubadas (CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, 2010; PENEIREIRO *et al.*, 2008; STEENBOCK *et al.*, 2013).

A literatura científica da área vem apontando que o retorno dos ecossistemas a condições originais é um objetivo irreal e inatingível para a restauração ecológica (CHOI, 2004; HOBBS, 2007; REY BENAYAS *et al.*, 2009) e o estabelecimento de parâmetros deve ser baseado em pesquisas que mapeiem as trajetórias sucessionais de ecossistemas em restauração, em cada região, e a referência seja estabelecida com base no que é possível (DURIGAN *et al.*, 2010). Assim, a presente discussão baseou-se em dados de ecossistemas em restauração ao invés de em dados de ecossistemas naturais remanescentes.

As experiências de restaurações no Estado de São Paulo vem sendo realizadas, frequentemente, para recomposição de matas ciliares, onde o plantio e técnicas empregadas visam a recuperação ambiental sem propósitos produtivos. O conhecimento e parâmetros obtidos a partir destes ecossistemas constituem as atuais referências existentes para nortear a implantação, manejo e avaliação de ecossistemas a serem restaurados. Os métodos e técnicas empregados nessas restaurações também constituem os modelos mais consolidados e, portanto, prováveis de serem massivamente replicados como moldes para restaurações. Assim, propõem-se que, de forma geral, os parâmetros baseiem-se em dados obtidos a partir de ecossistemas em restauração, realizada por métodos convencionais, de forma que os SAF

capazes de igualarem ou superarem os valores médios que vem sendo obtidos nos projetos de restauração convencional constituam alternativa para restauração das RL. Contudo, adaptações podem ser necessárias para adequação ao contexto dos SAF e da RL. Nesse sentido, esta seção também tem o objetivo de apresentar e comparar dados que vem sendo obtidos em ecossistemas restaurados por meios convencionais e por meio de SAF complexos.

Reconhecem-se as limitações da comparação de sistemas que visam estritamente a restauração ambiental com sistemas que possuem um importante componente socioeconômico. Da mesma forma, compreendem-se as implicações da comparação de contextos ambientais distintos (por exemplo, matas ciliares e reservas legais). Entretanto, a comparação se faz válida/necessária pelas seguintes razões:

- Embora, idealmente, o estabelecimento de parâmetros deva basear-se em sólidas pesquisas científicas específicas ao contexto, neste caso as RL e os SAF, a iminente gestão dessas áreas protegidas e desses sistemas que constituem alternativa para tais espaços, justifica a apropriação dos dados mais adequados disponíveis no dado momento;
- Entende-se que a restauração ecológica busca a recuperação dos atributos que correspondem às funções a serem cumpridas pela RL (em termos de biodiversidade e processos ecológicos). Assim, independente do modelo (SAF ou outro) empregado para restauração e/ou uso dessas áreas protegidas, os níveis correspondentes a estes atributos devem ser mantidos.

Em acordo com a literatura, este trabalho se deparou com as dificuldades decorrentes da não padronização de esforço amostral e dos métodos/técnicas de amostragem, que prejudicam as comparações e o estabelecimento dos parâmetros adequados.

Estrato (avaliação atemporal)

A estratificação da vegetação pode ser observada em qualquer momento do ano, em qualquer idade do SAF, uma vez que todos os consórcios, dos iniciais aos tardios, devem apresentar todos os estratos. O número de estratos identificados depende da acuidade técnica empregada. Minimamente, três estratos (baixo, médio e alto) devem estar presentes e com adequada ocupação. Idealmente, um quarto estrato (emergente) deve compor a estratificação vertical (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2008; VAZ DA SILVA, 2012). Segundo as observações de Ernst Götsch a densidade de ocupação de cada um dos estratos deve ser: 15 a 25% para o estrato emergente, 25 a 50% para o estrato alto, 40 a 60% para o estrato médio,

70 a 90% para o estrato baixo e 100% para o estrato rasteiro (PENEIREIRO *et al.*, 2008). Vaz da Silva (2012) indica a seguinte proporção de ocupação de copas por estrato: 10 a 15% para o estrato emergente, 30 a 40% para o estrato alto, 50 a 60% para o estrato médio e 80 a 100% para o estrato baixo.

O estrato ocupado por uma espécie não depende somente da altura que ela alcança, mas principalmente da sua demanda de luz e resistência ao sombreamento. Deve-se observar a vegetação nativa da espécie, sua dinâmica ao longo do ano e em que estrato dessa vegetação a espécie se insere (VAZ DA SILVA, 2012).

Distribuição em classes diamétricas

Observação da presença ou ausência de estrutura em J invertido. A distribuição em classes diamétricas caracteriza a estrutura, dinâmica e desenvolvimento do povoamento florestal. É desejável que os ecossistemas apresentem uma série completa de classes de diâmetro, decrescendo continuamente das classes de menor diâmetro para as classes de maior diâmetro. A presença da relação tamanho-frequência em forma de J invertido indica a estabilidade, o incremento populacional de populações auto regenerativas e a adequada dinâmica e desenvolvimento do povoamento, caracterizada pela afluência de indivíduos desenvolvendo-se e passando das classes de diâmetro menores para maiores, com mortalidade de indivíduos jovens maior que a dos indivíduos adultos.

Embora este indicador possa ser inaplicável no momento inicial da implantação do SAF, tão logo uma comunidade vegetal comece a se estabelecer, o acompanhamento do povoamento florestal torna-se possível e fundamental.

Densidade

Restaurações convencionais

Segundo Sukanuma (2013), a densidade total de espécies arbóreas ($DAP \geq 5$ cm) não segue trajetória previsível em função do tempo (idade dos plantios). O autor constata que a densidade dos ecossistemas em restauração ultrapassam os valores encontrados em ecossistemas naturais de referência; porém, ressalta que, com o decorrer do tempo, a densidade deverá se equiparar à das florestas nativas da região. Os plantios avaliados

apresentaram densidade variando de aproximadamente 600 a 2.000 indivíduos por hectare, sendo a média de 1.800 indivíduos/hectare.

Já Damasceno (2005) aponta para uma possível relação da densidade com a idade do plantio. Duas das áreas reflorestadas investigadas por essa autora tinham sido anteriormente avaliadas por Souza (2000). Uma das áreas apresentava densidade de 1.426 ind/ha aos 5 anos e, aos 11, apresentava 1.655 ind/ha. A outra área apresentava 1.519 ind/ha aos 10 anos e 1.822 ind/ha aos 16 anos.

O quadro a seguir apresenta os valores encontrados em diversos trabalhos para densidade de ecossistemas em restauração, nas respectivas idades de avaliação.

Quadro 13 - Densidade verificada em ecossistemas em restauração

Idade	Critério de inclusão	Densidade (ind/ha)	Referência
3 meses	indivíduos arbóreos	1447	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
1 ano	indivíduos arbóreos	1320	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	1240	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	1320	Melo e Durigan (2007)
	1 ano (média)	1293	
18 meses	indivíduos arbóreos	904	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
3 anos	indivíduos arbóreos	2200	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	1280	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	1580	Melo e Durigan (2007)
	3 anos (média)	1687	
5 anos	DAP \geq 4,8 cm	1426	Souza e Batista (2004)
6 anos	CAP \geq 15 cm	1151	Damasceno (2005)
7 anos	indivíduos arbóreos	1300	Melo e Durigan (2007)
8 anos	CAP \geq 10 cm	1100	Naves (2013)
9 anos	indivíduos arbóreos	1700	Melo e Durigan (2007)
9 anos	DAP \geq 4,8 cm	1661	Souza e Batista (2004)
	9 anos (média)	1681	
10 anos	DAP \geq 4,8 cm	1528	Souza e Batista (2004)
11 anos	CAP \geq 15 cm	1655	Damasceno (2005)
12 anos	CAP \geq 10 cm	1487	Naves (2013)
13 anos	indivíduos arbóreos	1688	Melo e Durigan (2007)
16 anos	CAP \geq 15 cm	1822	Damasceno (2005)
18 anos	CAP \geq 10 cm	1214	Castanho (2009)
20 anos	CAP \geq 10 cm	1318	Castanho (2009)

Legenda: DAP – diâmetro à altura do peito, CAP – circunferência à altura do peito.

Considerando a média de 1.800 indivíduos/hectare apontada pelo trabalho de Sukanuma (2013) e a média dos trabalhos apresentados no quadro acima (1419 ind/ha) temos como média de todos os trabalhos de restaurações “convencionais” observados: 1609 indivíduos/hectare.

Restaurações por meio de SAF complexos

Segundo Melli *et al.* (2013) (informação pessoal¹²) a densidade do SAF avaliado na Fazenda São Luiz é de 6.865 indivíduos/hectare, sendo amostrados todos os indivíduos com altura superior a 2 metros. Já na propriedade Três Colinas, onde foram amostrados todos os indivíduos de espécies arbóreas com DAP ≥ 5 cm, a densidade encontrada foi de 1.826 indivíduos/hectare (PENEIREIRO, 1999).

Em Steenbock *et al.* (2013) foram amostrados todos os indivíduos com mais de 1,5 metros de altura, incluindo elementos arbustivos e arbóreos, de 16 agroflorestas, com idades variando de 3 a 15 anos, pertencentes à Cooperafloresta. As densidades encontradas em cada SAF e as respectivas idades são apresentadas no quadro a seguir abaixo.

Quadro 14 - Densidade verificada nas agroflorestas da Cooperafloresta

Agrofloresta	Idade (anos)	Densidade (ind./ha)
Agrofloresta A	3 anos	2.960
Agrofloresta B	3 anos	6.480
Agrofloresta C	4 anos	5.240
Agrofloresta D	5 anos	8.500
Agrofloresta E	6 anos	10.000
Agrofloresta F	6 anos	7.420
Agrofloresta G	6 anos	8.560
Agrofloresta H	6 anos	5.900
Agrofloresta I	8 anos	6.260
Agrofloresta J	8 anos	7.380
Agrofloresta K	10 anos	8.580
Agrofloresta L	10 anos	7.660
Agrofloresta M	11 anos	7.800
Agrofloresta N	11 anos	7.567
Agrofloresta O	12 anos	8.000
Agrofloresta P	15 anos	2.720
<i>Média</i>		6.394

¹² Dado obtido a partir das planilhas de trabalho de Meli, C. B., recebidas por correio eletrônico em 10 out. 2013.

Siminski *et al.* (2011) utiliza o mesmo padrão de amostragem que Steenbock *et al.* (2013) para estudar a vegetação de florestas secundárias em várias regiões de Santa Catarina, área de ocorrência da Mata Atlântica. A densidade das áreas avaliadas é de 5645 indivíduos/hectare.

A comparação da densidade de indivíduos entre os trabalhos apresentados não pode ser linear uma vez que não há padronização de esforço amostral nem métodos de amostragem. Mas o plantio adensado dos SAF, associado ao manejo da sucessão natural secundária, propicia alta densidade de indivíduos nas agroflorestas (STEENBOCK *et al.*, 2013). O autor coloca que os SAF comportam tanto os indivíduos plantados como aqueles originados da sucessão natural.

Exposição do solo

O solo deve ser mantido sempre coberto, seja por meio de cobertura viva ou morta. Assim, desde o princípio ou decorridos os primeiros meses a partir do plantio inicial a exposição do solo deve aproximar-se de zero (PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008).

No início do processo de sucessão natural, inclusive as plantas consideradas “daninhas” podem colaborar, como pioneiras, para a recuperação inicial do sistema, recobrando o solo e preparando o terreno para as espécies seguintes do processo de sucessão (GÖTSCH, 1997; PENEIREIRO *et al.*, 2002, 2008).

Riqueza

Segundo Suganuma (2013), a riqueza total amostrada, que inclui espécies nativas e exóticas, plantadas ou não, apresenta relação aparente com a idade dos plantios. Variou de 18 espécies aos quatro anos até 100 espécies aos 53 anos. De acordo com o modelo criado por este autor, que estima a trajetória da riqueza total ao longo do tempo, os valores esperados para essa variável são apresentados no quadro a seguir. Ao mesmo tempo são expostos os valores encontrados em SAF complexos, nas respectivas idades de avaliação.

Quadro 15 - Valores esperados para riqueza segundo Suganuma (2013) e riqueza verificada em SAF complexos

<i>Idade</i> (anos)	Valores esperados (SUGANUMA, 2013)		Cooperafloresta (STEENBOCK <i>et al.</i> , 2013)	Fazenda São Luiz (MELI <i>et al.</i> , 2013)	Propriedade Três Colinas (PENEIREIRO, 1999)
	<i>Riqueza total</i>	<i>Riqueza (nativas)</i>			
3	-	-	10 espécies (SAF A) 22 espécies (SAF B) <i>Média</i> = 16 espécies		
4	26	25	26 espécies (SAF C)		
5	30	28	45 espécies (SAF D)		
6	34	31	58 espécies (SAF E) 41 espécies (SAF F) 67 espécies (SAF G) 52 espécies (SAF H) <i>Média</i> = 54,5 espécies		
7	37	33			
8	40	35	30 espécies (SAF I) 39 espécies (SAF J) <i>Média</i> = 34,5 espécies		
9	42	37			
10	44	38	63 espécies (SAF K) 60 espécies (SAF L) <i>Média</i> = 61,5 espécies		
11	46	40	48 espécies (SAF M) 29 espécies (SAF N) <i>Média</i> = 38,5 espécies		
12	48	41	61 espécies (SAF O)		58 espécies
13	50	42			
14	51	43		73 espécies	
15	53	44	31 espécies (SAF P)		

Apesar de, conforme o quadro acima, os SAF apresentarem alta riqueza quando comparados aos valores esperados para restaurações, há de se destacar que os SAF apresentam em sua composição muitas espécies exóticas. Considerando que áreas protegidas tem o propósito de proteger a biodiversidade nativa, é necessário estudar a composição dos SAF a fim de que estes sistemas sejam adaptados, e critérios definidos, para que estes cumpram com as funções de proteção da biodiversidade nativa. A riqueza de espécies nativas deve distribuir-se adequadamente nas categorias de “ciclo de vida” (curto, médio e longo) e “estrato” (baixo, médio, alto, emergente).

Segundo Peneireiro (1999), que avaliou a propriedade Três Colinas, do agricultor Ernst Götsch, constatou que 51 das 58 espécies encontradas na área são nativas, o que corresponde a 88% de espécies nativas.

A Lei nº 12.651/2012 determina que a recomposição da RL, realizada por meio do plantio intercalado de espécies nativas com exóticas ou frutíferas em sistema agroflorestal, deve ser realizada desde que a área recomposta com espécies exóticas não exceda 50% da área total a ser recuperada. O critério estabelecido, segundo a área de ocupação pelas espécies nativas ou exóticas, não condiz com o paradigma que fundamenta os SAF complexos, que buscam a similaridade estrutural e funcional com os ecossistemas naturais, onde não é viável a mensuração dos componentes nativos ou exóticos em termos da área ocupada, uma vez que estes estão dispostos espacialmente de forma integrada e, muitas vezes, irregular/aleatória. Recomenda-se que o critério para determinação da proporção dos elementos nativos e exóticos no sistema se dê em termos da riqueza (proporção de espécies nativas e exóticas compondo a riqueza total) e densidade (proporção de indivíduos exóticos compondo a densidade total do sistema).

Abundância

Restaurações convencionais

Na literatura consultada, que avalia aspectos de florestas restauradas, a abundância é predominantemente tratada por meio dos Índices de Shannon e Pielou. O quadro abaixo apresenta os valores encontrados em diversos trabalhos para o Índice de Pielou.

Quadro 16 – Valores para o Índice de Pielou verificados em ecossistemas em restauração

Idade	Critério de inclusão	Índice de Pielou (J')	Referência
3 meses	indivíduos arbóreos	0,712	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
1 ano	indivíduos arbóreos	0,788	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	0,684	Melo e Durigan (2007)
1 ano	indivíduos arbóreos	0,718	Melo e Durigan (2007)
1 ano (média)		0,730	
18 meses	indivíduos arbóreos	0,759	Rodrigues, E. <i>et al.</i> (2010)
3 anos	indivíduos arbóreos	0,784	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	0,704	Melo e Durigan (2007)
3 anos	indivíduos arbóreos	0,704	Melo e Durigan (2007)
3 anos (média)		0,731	
7 anos	indivíduos arbóreos	0,700	Melo e Durigan (2007)

Idade	Critério de inclusão	Índice de Pielou (J')	Referência
8 anos	CAP \geq 10 cm	0,860	Naves (2013)
9 anos	indivíduos arbóreos	0,741	Melo e Durigan (2007)
12 anos	CAP \geq 10 cm	0,810	Naves (2013)
13 anos	indivíduos arbóreos	0,757	Melo e Durigan (2007)
18 anos	CAP \geq 10 cm	0,745	Castanho (2009)
20 anos	CAP \geq 10 cm	0,695	Castanho (2009)
MÉDIA TOTAL		0,75	

Legenda: CAP – circunferência à altura do peito.

Restaurações por meio de SAF complexos

Segundo Melli *et al.* (2013) o Índice de Pielou para a avaliação feita na Fazenda São Luiz é 0,58.

A abundância é tratada por Steenbock *et al.* (2013) por meio do Índice de Simpson (1 – D). Considerando o conjunto total das espécies das 16 agroflorestas avaliadas, obteve-se o valor de 0,9485. Quanto mais este índice se aproxima de 1, mais equiana é a distribuição da diversidade.

Peneireiro (1999) apresenta os valores dos Índices de Shannon (H') e Pielou (J'), correspondentes ao SAF avaliado, apenas considerando (i) as espécies nativas ou (ii) as espécies nativas e as não regionais introduzidas sem exploração econômica. No primeiro caso, H' foi de 3,363 nats e J' de 0,855. No segundo caso, H' foi de 3,281 e J' de 0,815. Entretanto, podemos observar os valores de riqueza e densidade considerando todos os elementos do sistema e compará-los aos valores considerando apenas nativas. Enquanto ao considerar apenas nativas, tem-se 51 espécies e densidade de 412 indivíduos/ha, quando considerados todos os elementos do sistema, tem-se 58 espécies e densidade de 1826 indivíduos/ha. Diante disso, fica evidente o elevado predomínio numérico dos elementos que possuem aproveitamento econômico: 77,5 % dos indivíduos.

É de se esperar que os SAF apresentem uma maior densidade das espécies de interesse econômico que, muitas vezes, são espécies exóticas. Entretanto, é importante observar não só a riqueza de espécies nativas, mas a abundância destas, de forma que, no mínimo, se garanta a viabilidade e perpetuação das espécies nativas ao longo do tempo, também considerando a adequada distribuição segundo as categorias de ciclos de vida (curto, médio e longo) e estratos (baixo, médio, alto e emergente).

Ciclos de Vida

O ciclo de vida diz respeito ao momento em que a espécie atinge sua plenitude no cumprimento de sua função, e ao tempo em que ela permanece no sistema (VAZ DA SILVA, 2012).

A sucessão consiste numa progressão de estabelecimento de sucessivos consórcios, que caracterizam, um após o outro, a fisionomia dos respectivos estádios. Quando no auge de determinado consórcio, o próximo deve estar presente já convivendo com aquele. Cada consórcio transforma o ambiente, criando condições para as sucessoras, se transforma e é sucedido pelo próximo consórcio, até que uma nova perturbação reinicie um novo ciclo, a partir do consórcio das espécies pioneiras e adiante. Assim, é importante a presença de espécies de ciclos de vida curto (duração - até 30 anos), médio (duração - cerca de 70 anos) e longo (duração - mais de 100 anos), desde o início do sistema (PENEIREIRO, 2003; PENEIREIRO *et al.*, 2002; VAZ DA SILVA, 2012).

Função das exóticas

A observação da função das exóticas deve se dar no sentido de verificar se estas espécies estão contribuindo ou prejudicando o processo de sucessão do ecossistema rumo ao incremento da vida no local, em quantidade e diversidade. Tal avaliação, qualitativa, tem um forte caráter subjetivo e dependente do olhar e experiência do avaliador, o que pode, a princípio, posicionar tal indicador como inadequado ou de difícil aplicação. Entretanto, considera-se necessário apurar os sentidos e conhecimento acerca do papel que as espécies, sejam nativas ou exóticas, desempenham no contexto maior da estrutura e função do ecossistema, de forma que a avaliação seja feita sem prévias recriminação/discriminação de quaisquer espécies.

Regenerantes e mudas

No quadro abaixo são apresentados os valores esperados, segundo Suganuma (2013), ou amostrados em diversos trabalhos quanto à riqueza e densidade de regenerantes. Sugere-se a consideração dos dados de Suganuma (2013) para o estabelecimento de parâmetros.

Quadro 17 - Valores esperados segundo Suganuma (2013) e encontrados em ecossistemas em restauração para riqueza e densidade de regenerantes

Idade	Riqueza (n° de espécies esperada ou amostradas)	Densidade (ind/ha esperados ou amostrados)	Critério de inclusão	Referência
5 anos	7,0	0,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
5 anos	0,0	0,0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
5 anos	1,0	707,0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
6 anos	9,0	130,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
6 anos	7,0	2200,0	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
6 anos	15,0	5816,0	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
6 anos	19,0	-	altura entre 0,30 e 1,30m	Sorreano (2002)
6 anos	16,0	-	altura entre 0,30 e 1,30m	Sorreano (2002)
7 anos	10,0	370,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
7 anos	21,0	20400,0	altura ≥ 0,30 m	Melo e Durigan (2007)
8 anos	11,0	578,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
8 anos	27,0	9783,3	altura ≥ 50 cm / DAP < 10 cm	Naves (2013)
9 anos	12,0	762,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
9 anos	17,0	7500,0	altura ≥ 0,30 m	Melo e Durigan (2007)
9 anos	5,0	3448,0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
9 anos	5,0	4244,0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
9 anos	25,0	-	altura entre 0,30 - 1,30m	Sorreano (2002)
9 anos	19,0	-	altura entre 0,30 - 1,30m	Sorreano (2002)
10 anos	13,0	926,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
10 anos	5,2	6499,0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
10 anos	6,5	6631,0	altura > 50 cm / DAP < 4,8 cm	Souza e Batista (2004)
11 anos	14,0	1074,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
11 anos	9,0	11788,0	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
11 anos	9,0	6759,0	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
12 anos	15,0	1210,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
12 anos	42,0	10000,0	altura ≥ 50 cm / DAP < 10 cm	Naves (2013)
13 anos	16,0	1335,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
13 anos	26,0	4015,0	altura ≥ 0,30 m	Melo e Durigan (2007)
14 anos	17,0	1450,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
14 anos	15,0	17600,0	altura entre 0,30 e 2 m	Siqueira (2002)
15 anos	18,0	1558,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
16 anos	19,0	1658,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
16 anos	15,0	9902,0	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
16 anos	22,0	10531,0	altura ≥ 0,30m / CAP < 15 cm	Damasceno (2005)
17 anos	20,0	1753,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
18 anos	21,0	1842,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
18 anos	77,0	906,0	CAP ≥ 10 cm	Castanho (2009)

Idade	Riqueza (n° de espécies esperada ou amostradas)	Densidade (ind/ha esperados ou amostrados)	Critério de inclusão	Referência
19 anos	23,0	1926,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
20 anos	24,0	2006,0	DAP > 1 cm	Suganuma (2013)
20 anos	62,0	904,0	CAP ≥ 10 cm	Castanho (2009)

Legenda: DAP – diâmetro à altura do peito, CAP – circunferência à altura do peito.

Além dos valores esperados para riqueza e densidade de plantas com DAP > 1 cm, Suganuma (2013), apresenta a densidade total de plantas com DAP entre 1 e 5 cm, que variou de aproximadamente 0 a 3700 indivíduos/hectare. O autor ainda destaca que, dentro do conjunto de variáveis analisadas, a avaliação da regeneração natural por meio da densidade e riqueza de plantas arbóreas nativas com DAP ≥ 1 cm pode representar os processos ecológicos e o status das florestas restauradas mediante o esperado ao longo do tempo. Isso porque é neste estrato que se verifica a persistência das espécies introduzidas pelo plantio e a imigração de novas espécies pela ação de agentes dispersores.

A literatura consultada sobre os SAF complexos não apresenta dados relativos à regeneração desses sistemas.

Horizonte orgânico (serrapilheira ou turfa)

Foram encontrados na literatura, trabalhos que avaliam aspectos físicos, químicos e biológicos do solo em ecossistemas em restauração (DAMASCENO, 2005; NOGUEIRA JUNIOR *et al.*, 2011) e trabalhos que quantificam a acumulação de serrapilheira em áreas reflorestadas (MACHADO *et al.*, 2008; MOREIRA; SILVA, O. A., 2004; NUNES; PINTO, 2007; SPERANDIO *et al.*, 2012), conforme o quadro abaixo.

Quadro 18 - Produção de serrapilheira verificada em ecossistemas em restauração

Produção de serrapilheira	Referência
697 Kg/ha (estação seca)	Moreira e Silva (2004)
407 Kg/ha (estação úmida)	Moreira e Silva (2004)
5,61 Mg/ha	Sperandio <i>et al.</i> (2012)
8,98 Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹	Machado <i>et al.</i> (2008)
11,4 t ha ⁻¹ /ano	Nunes e Pinto (2007)

Usualmente são utilizados coletores de serrapilheira que possibilitam sua coleta, quantificação e estimativas da produção. Entretanto, embora ainda não se tenha os parâmetros para uma avaliação desse tipo, propõe-se que ela seja feita por meio de uma avaliação no local que meça a espessura da camada de serrapilheira e a qualidade (composição – folhagem e/ou galhos e/ou troncos) da camada de matéria orgânica. Idealmente, deve-se ter uma expressiva camada de serrapilheira, composta pelas diversas partes vegetais mencionadas.

7. Recomendações gerais para uso dos indicadores e considerações finais

- O uso do conjunto de indicadores e parâmetros deve considerar o histórico e as características gerais das áreas, em seus aspectos geográficos, geológicos, ecológico/ambientais e socioeconômicos;
- Apenas a combinação dos indicadores é capaz de caracterizar adequadamente o sistema. Assim, é necessária a utilização do conjunto de forma integrada e que todos os indicadores atendam, simultaneamente, as condições esperadas;
- O estabelecimento de objetivos e metas claras para as reservas legais, bem como pesquisas científicas específicas ao contexto dos SAF em RL, são essenciais para a definição das condições esperadas para essas áreas protegidas, que nortearão a restauração, uso, avaliação e monitoramento destes espaços;
- As metodologias de diagnóstico são ferramentas em uso que devem gerar discussão, aprendizados e, com isso, constantes atualizações, reparos, evolução.

CONCLUSÃO GERAL

No contexto onde a reorientação da relação entre a espécie humana e o meio ambiente é uma necessidade cada vez mais clara e premente, as áreas protegidas desempenham papel fundamental, para proteção da biodiversidade, dos processos ecológicos e habitats dos quais ela depende. Igualmente importante é buscar e aprimorar práticas sustentáveis de uso direto dos recursos naturais. Entretanto, a procura e aperfeiçoamento da adequada interação humana junto a populações, comunidades e ecossistemas, deveria ocorrer preferencialmente fora das áreas protegidas, uma vez que a conciliação de objetivos ambientais e socioeconômicos permanece um desafio e muitas espécies dependem da preservação de tais áreas como últimos habitats disponíveis para sua sobrevivência.

No Brasil, assim como em diversos outros países, existem categorias de áreas protegidas onde é permitido o uso direto e sustentável dos recursos naturais. A reserva legal (RL) é um desses instrumentos. Embora a legislação brasileira preconize a conciliação da proteção ambiental ao desenvolvimento socioeconômico nessas áreas, não esclarece ou orienta como concretizar esse objetivo, nem define critérios e metas claras, nas diferentes dimensões, para a restauração e uso sustentável das RL. Entre as diretrizes gerais dadas pela Lei nº 12.651/2012 e alterações, coloca que os sistemas agroflorestais (SAF) são uma alternativa para recomposição e uso sustentável das RL. Porém, a literatura aponta que, embora tais sistemas sejam expressivamente vantajosos, na dimensão ecológica/ambiental, quando comparados aos sistemas produtivos agropecuários convencionais, seu potencial para cumprir com objetivos de conservação é duvidoso. Dentre a gama de SAF, os arranjos complexos constituem a opção mais próxima de cumprir com princípios da sustentabilidade. Atualmente, os SAF complexos adequam-se e são conduzidos por pequenos produtores. Entretanto, mesmo os SAF de elevada biodiversidade são pobres substitutos para os ecossistemas naturais; portanto, SAF não devem ser promovidos em detrimento dos remanescentes de vegetação natural, mas como ferramenta complementar aos esforços de conservação, restaurando ecossistemas e compondo uma matriz de melhor qualidade fora das áreas protegidas.

A concretização da função ecológica das RL e averiguação da sustentabilidade preconizada pela lei para esse instrumento depende de monitoramento a longo prazo de componentes do sistema. Espera-se que o conjunto de indicadores proposto no capítulo 3 caracterize adequadamente os SAF, de forma que se possa verificar a sustentabilidade

ecológica/ambiental desses sistemas e sua adequação aos objetivos da RL. Embora o presente trabalho tenha tratado apenas da dimensão ecológica/ambiental da sustentabilidade, reconhece-se a importância de que as demais dimensões sejam também incluídas a fim de tratar a questão em sua totalidade. Deseja-se também que o conjunto de indicadores e parâmetros estabelecido gere discussões, aprendizado e seja aprimorado; e que subsidie as ações do Estado na orientação da implantação e manejo, na fiscalização e monitoramento dos SAF que compõem as RL, especialmente em médias e grandes propriedades que contribuem com maiores áreas para a conservação em amplas paisagens brasileiras. Por fim, embora se possa alegar a inadequação do modelo de SAF (SAF complexos) tratado neste trabalho, inclusive na definição do conjunto de indicadores, para o contexto de médias e grandes propriedades, o conhecimento presente ratifica que apenas nesses moldes SAF podem aproximar-se de efetivamente cumprir com objetivos de conservação e com princípios da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. Dezembro, p. 50-59, 2008.
- ALKAN, H.; KORKMAZ, M.; MCGILL, D. W.; EKER, M. Conflicts in benefits from sustainable natural resource management: two diverse examples from Turkey. **Journal of Environmental Biology**, v. 31, n. 1-2, p. 87-96, 2010.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. O potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 8, n. 2, 2011.
- AMADOR, D. B.; VIANA, V. M. Sistemas agroflorestais para recuperação de fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 105-110, 1998.
- ANDEL, J. VAN; ARONSON, J. **Restoration ecology: the new frontier**. Malden: Blackwell Publishing, 2006.
- ARTIOLA, J. F.; PEPPER, I. L.; BRUSSEAU, M. L. Monitoring and Characterization of the Environment. **Environmental Monitoring and Characterization**. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004. p. 1-9.
- ASASE, A.; TETTEH, D. A. The role of complex agroforestry systems in the conservation of forest tree diversity and structure in southeastern Ghana. **Agroforestry Systems**, v. 79, n. 3, p. 355-368, 20 maio 2010.
- AS-PTA; ILEIA. Agriculturas: experiências em agroecologia. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 8, n. 2, 2011.
- BACHA, C. J. C. O uso de recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras: uma visão histórica e parcial de um processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, v. 34, n. 2, p. 393-426, 2004.
- BACHA, C. J. C. Eficácia da política de reserva legal no Brasil. **Revista de Teoria e Evidência Econômica**, v. 13, n. 25, p. 9-27, 2005.
- BAIRD, I. G.; DEARDEN, P. Biodiversity conservation and resource tenure regimes: a case study from northeast Cambodia. **Environmental management**, v. 32, n. 5, p. 541-50, nov 2003.
- BATISH, D. R.; KOHLI, R. K.; JOSE, S.; SINGH, H. P. **Ecological basis of agroforestry**. Boca Raton: CRC Press, 2008.
- BELLEN, H. M. VAN. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- BERNARDO, K. T. **Análise do êxito dos sistemas estaduais de gestão de reservas legais com foco no mecanismo de compensação**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2010.

BHAGWAT, S. A.; WILLIS, K. J.; BIRKS, H. J. B.; WHITTAKER, R. J. Agroforestry: a refuge for tropical biodiversity? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 5, p. 261-7, maio 2008.

BOSSEL, H. **Indicators for sustainable development: theory, method, applications. A report to the Balaton Group.** . Winnipeg: [s.n.] , 1999

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. *et al.* Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

BRANCALION, P. H. S.; VIDAL, E.; KLAUBERS, C. Reserva Legal pode ser boa oportunidade de negócios em propriedades rurais. **Revista Visão Agrícola**, v. 7, n. 10, 2012.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 1934. .

BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Poder Legislativo, Brasília, DF: 02 de Set. Seção 1, 1981. p. 16509.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 1988. .

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III, VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Poder Legislativo, Brasília, DF: 19 de Jul. Seção 1, 2000. p. 01-06.

BRASIL. DECRETO Nº 5.758, DE 13 DE ABRIL DE 2006. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 2006. .

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente nº 04 de 08 de Setembro de 2009. Dos procedimentos técnicos para a utilização da vegetação da RL sob regime de manejo florestal sustentável. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de Set. Seção I. n. 172, 2009a. p. 64-65.

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente nº 05 de 08 de Setembro de 2009. Dos procedimentos metodológicos para restauração e recuperação das Áreas de Preservação Permanentes e da reserva legal. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF: 09 de Set. Seção I. n. 172, 2009b. p. 65-66.

BRASIL. Instrução Normativa Ministério do Meio Ambiente nº 03 de 08 de Setembro de 2009. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 2009c. .

BRASIL. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 196. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 2012a. .

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 2012b. .

BROOKS, T. M.; BAKARR, M. I.; BOUCHER, T. I. M. *et al.* Coverage Provided by the Global Protected-Area System: Is It Enough? **BioScience**, v. 54, n. 12, p. 1081-1091, 2004.

CALDEIRA, P. Y. C.; CHAVES, R. B. **Sistemas agroflorestais em espaços protegidos**. . São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. , 2010

CARDOSO, J. H. Ensaio de Sistema Agroflorestal com Espécies Nativas para a Restauração de Áreas de Reserva Legal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2616-2619, 2009.

CASTANHO, G. G. **Avaliação de dois trechos de uma Floresta Estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos, no Sudeste do Brasil**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2009.

CHAPE, S.; SPALDING, M.; JENKINS, M. D. **The World's Protected Areas**. Berkeley: University of California Press, 2008.

CHAPIN III, F. S.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A. **Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology**. New York: Springer, 2002.

CHOI, Y. D. Theories for ecological restoration in changing environment: toward "futuristic" restoration. **Ecological Research**, v. 19, p. 75-81, 2004.

CHRISTIANOU, M.; EBENMAN, B. Keystone species and vulnerable species in ecological communities: strong or weak interactors? **Journal of theoretical biology**, v. 235, n. 1, p. 95-103, 7 jul 2005.

CLOUGH, Y.; BARKMANN, J.; JUHRBANDT, J. *et al.* Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 20, p. 8311-6, 17 maio 2011.

CNA. **Produzir e preservar: por que precisamos de um novo código florestal?** Brasília, DF: Confederação da Agricultura e Pecuária (CNA), 2011.

CONWAY, G. R.; BARBIER, E. B. **After the Green Revolution: sustainable agriculture for development**. London: Earthscan Publications, 1990. p. 170-172

CORTINA-VILLAR, S.; PLASCENCIA-VARGAS, H.; VACA, R. *et al.* Resolving the conflict between ecosystem protection and land use in protected areas of the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. **Environmental management**, v. 49, n. 3, p. 649-62, mar 2012.

COSTA, J. N. M. N.; DURIGAN, G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasive or ruderal? **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 825-833, 2010.

CULLEN JÚNIOR, L.; BORGES, H. G.; LIMA, J. F. *et al.* Restauração de paisagens e desenvolvimento socioambiental em assentamentos rurais do Pontal do Paranapanema. **Revista Agriculturas**, v. 3, n. 3, p. 24-28, 2006.

CULLEN JÚNIOR, L.; VALLADARES-PADUA, C.; RUDRAN, R. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2006.

D'ANTONIO, C.; MEYERSON, L. A. Exotic Plant Species as Problems and Solutions in Ecological Restoration: A Synthesis. **Restoration Ecology**, v. 10, n. 4, p. 703-713, dez 2002.

DALE, V. H.; BEYELER, S. C. Challenges in the development and use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v. 1, n. 1, p. 3-10, ago 2001.

DAMASCENO, A. C. F. **Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2005.

DANIEL, O. **Definição de indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais**. [S.l.]: Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

DEARDEN, P.; BENNETT, M.; JOHNSTON, J. Trends in global protected area governance, 1992-2002. **Environmental management**, v. 36, n. 1, p. 89-100, jul 2005.

DÉSTRO, G. F. G.; CAMPOS, S. Implantação de Reservas Legais: Uma nova perspectiva na conservação dos recursos naturais em paisagem rural. **Revista Brasileira Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 887-895, 2010.

DIEGUES, A. C. **O Mito Moderno da Natureza Intocada**. 3. ed. São Paulo: Editora Hucitec, 2001.

DIEMONT, S. A. W.; BOHN, J. L.; RAYOME, D. D.; KELSEN, S. J.; CHENG, K. Comparisons of Mayan forest management, restoration, and conservation. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1696-1705, maio 2011.

DUDLEY, N. **Guidelines for Applying Protected Area Management Categories**. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2008.

DUDLEY, N.; PARRISH, J. D.; REDFORD, K. H.; STOLTON, S. The revised IUCN protected area management categories: the debate and ways forward. **Oryx**, v. 44, n. 04, p. 485-490, 24 ago 2010.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. Universidade Federal do Paraná, 2006. .

DURIGAN, G.; ENGEL, V. L.; TOREZAN, J. M. *et al.* Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 471-485, 2010.

EHRENFELD, J. G. Defining the Limits of Restoration: The Need for Realistic Goals. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 1, p. 2-9, mar 2000.

ELI. **Legal tools and incentives for private lands conservation in Latin America: building models for success**. Washington: Environmental Law Institute (ELI), 2003.

ELLIS, E. A.; PORTER-BOLLAND, L. Is community-based forest management more effective than protected areas? A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 11, p. 1971-1983, nov 2008.

ENGEL, V. L. **Introdução aos Sistemas Agroflorestais**. Botucatu: FEPAF, 1999.

ESALQ. Agricultura e sustentabilidade. **Revista Visão Agrícola**, v. 7, n. 10, 2012.

FAO. **Advancing Agroforestry on the Policy Agenda: A guide for decision-makers**. [S.l.]: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.

FASIABEN, M. C. R. **Impacto economico da reserva legal florestal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária.** [S.l.]: Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, 2010.

FAZENDA SÃO LUIZ. **Fazenda São Luiz.** Disponível em: <<http://www.fazendasao Luiz.com/>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

FEARNSIDE, P. M. Código Florestal : o perigo de abrir brechas. **Ciência Hoje**, v. 28, n. 163, p. 62-63, 2000.

FERNANDEZ, F. A. S. Aprendendo a lição de Chaco Canyon: do “Desenvolvimento Sustentável” a uma Vida Sustentável. **Reflexão**, v. Ano 6, n. 15, 2005.

FERNANDEZ, F. A. S.; ANTUNES, P. C.; MACEDO, L.; ZUCCO, C. A. How Sustainable Is The Use of Natural Resources in Brazil? **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 1, p. 77-82, 2012.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; IGLIORI, D. Sistema de reserva legal extra-propriedade em Goiás: análise de custo e benefícios econômicos e ambientais à escala da paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 1, 2007.

FRANKLIN, J. F.; CROMACK, K.; DENISON, W. *et al.* **EcologicL Characteristics of Old-Growth Douglas-Fir Forests.** . Portland: USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-118. , 1981

FRANZEL, S.; SCHERR, S. J. **Trees on the Farm: Assessing the Adoption Potential of Agroforestry Practices in Africa.** Oxon: CABI Publishing e ICRAF, 2002.

GALLOPÍN, G. . Indicators and their use: Information for Decision-making. Part One - Introduction. **Sustainability indicators. A Report on the Project on Indicators of Sustainable Development.** Wiley, Chichester: SCOPE 58, 1997. p. 13-27.

GALLOPÍN, G. . **A systems approach to sustainability and sustainable development.** Santiago: Sustainable Development and Humam Settlements Division, Naciones Unidas, 2003.

GALVÃO, A. P. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração Florestal: Fundamentos e Estudos de Caso.** Colombo: Embrapa Florestas, 2005.

GALVIN, M.; HALLER, T. **People, Protected Areas and Global Change: Participatory Conservation in Latin America, Africa, Asia and Europe.** Bern: Geographica Bernensia, 2008. v. 3

GLAVIČ, P.; LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 18, p. 1875-1885, dez 2007.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1995.

GÖTSCH, E. **Homem e Natureza: Cultura na Agricultura.** . Recife: Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá. , 1997

GOTTFRIED, R.; WEAR, D.; LEE, R. Institutional solutions to market failure on the landscape scale. **Ecological Economics**, v. 18, n. 2, p. 133-140, ago 1996.

GREENBERG, R.; PERFECTO, I.; PHILPOTT, S. M. Agroforests as model systems for tropical ecology. **Ecological Society of America**, 2008.

GUNGOR, B. S. Management system of protected areas for sustainable use of natural resources. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 8, n. 2, p. 434-441, 2007.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators ? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 584-593, 2010.

HESTER, R. E.; HARRISON, R. M. Ecosystem Services. **Issues in Environmental Science and Technology**, v. 30, 2010.

HOBBS, R. J. Setting Effective and Realistic Restoration Goals: Key Directions for Research. **Restoration Ecology**, v. 15, n. 2, p. 354-357, 2007.

HOCKINGS, M.; PHILLIPS, A. How well are we doing? – some thoughts on the effectiveness of protected areas. **PARKS**, v. 9, n. 2, 1999.

IAFN. **Analog Forestry : A Practitioner's Guide**. Quepos: International Analog Forestry Network, 2012. p. 1-58

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. . Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. , 2012

INSTITUTO FLORESTAL. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. **Série Registros**, n. 44, p. 1-38, 2011.

IPÊ. **Instituto de Pesquisas Ecológicas**. Disponível em: <<http://www.ipe.org.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

IPEF; PACTO; SMA. **Workshop sobre florestas nativas - Propostas para subsidiar um plano de implantação de florestas nativas com viabilidade econômica e ecológica**. . Piracicaba: Secretaria de Estado de Meio Ambiente; Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais; Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. , 2012

IUCN. **Guidelines for Protected Area Management Categories**. Gland, Switzerland e Cambridge: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 1994.

IUCN; UNEP-WCMC. **The World Database on Protected Areas**. Cambridge: United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre, 2012.

JØRGENSEN, S. E.; XU, F. L.; COSTANZA, R. **Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health**. Boca Raton: CRC Press, 2010. v. 20100526

JOSE, S. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. **Agroforestry Systems**, v. 76, n. 1, p. 1-10, 7 abr 2009.

JOSE, S. Managing native and non-native plants in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 83, n. 2, p. 101-105, 12 out 2011.

JOSE, S. Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. **Agroforestry Systems**, v. 85, n. 1, p. 1-8, 26 abr 2012.

JOSE, S.; GORDON, A. M. **Toward Agroforestry Design: An Ecological Approach - Advances in Agroforestry 4**. Dordrecht: Springer, 2008.

KEENLEYSIDE, K.; DUDLEY, N.; CAIRNS, S.; HALL, C.; STOLTON, S. **Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices**. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2012.

KHAN, M. S.; BHAGWAT, S. A. Protected Areas: A Resource or Constraint for Local People? **Mountain Research and Development**, v. 30, n. 1, p. 14-24, fev 2010.

LANGHOLZ, J.; BRANDON, K. Privately Owned Protected Areas. **The Encyclopedia of Ecotourism**. New York: CABI Publishing, 2001. .

LINDENMAYER, D. B.; LIKENS, G. E. The science and application of ecological monitoring. **Biological Conservation**, v. 143, n. 6, p. 1317-1328, jun 2010.

LIYANAGE, W. K. D. D.; GAMAGE, S. N.; XULONG, L.; BURNET, J. E. Analog forest's contribution to biodiversity conservation; a biodiversity assessment of an analog forest on a private property in south-western wet zone of Sri Lanka. **Journal of American Science**, v. 5, n. 2, p. 69-82, 2009.

LOCKE, H.; DEARDEN, P. Rethinking protected area categories and the new paradigm. **Environmental Conservation**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 25 abr 2005.

LOPES, S. B.; ALMEIDA, J. Arranjos institucionais e a sustentabilidade dos sistemas agrofloreais: a importância das formas de organização. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 19, n. 3, p. 377-406, 2002.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agrofloreais**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2000.

MACHADO, M. R.; RODRIGUES, F. C. M. P.; PEREIRA, M. G. Produção de serrapilheira como bioindicador de recuperação em plantio adensado de revegetação. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 143-151, 2008.

MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, v. XV, n. 1, p. 131-145, 2012.

MARTINELLI, L. A.; JOLY, C. A.; NOBRE, C. A.; SPAROVEK, G. A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV, 2009.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. **Manual agrofloreais para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development. A report to the Balaton Group**. . Hartland Four Corner: [s.n.], 1998

- MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. IX, n. 1, p. 41-64, 2006.
- MELI, C. B.; VALERI, S. V.; BOTELHO, R. C.; LEMOS, P. P. L. **Estudo fitossociológico do sistema agroflorestral da Fazenda São Luiz**. Anais do IX congresso brasileiro de sistemas agroflorestrais: políticas públicas, educação e formação em sistemas agroflorestrais na construção de paisagens sustentáveis. **Anais...** [S.l.]: SBSAF. , 2013
- MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, n. 73, p. 101-111, 2007.
- METZGER, J. P. Bases biológicas para a “reserva legal”. **Ciência Hoje**, v. 3, n. 183, p. 48-49, 2002.
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, 2010.
- MILLER, R. P.; NAIR, P. K. R. Indigenous Agroforestry Systems in Amazonia: From Prehistory to Today. **Agroforestry Systems**, v. 66, n. 2, p. 151-164, fev 2006.
- MMA; REBRAF. **Políticas Públicas e Financiamento para o Desenvolvimento Agroflorestal no Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Instituto Rede Brasileira Agroflorestal, 2005.
- MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. F. **Tropical Forest Ecology: The Basis for Conservation and Management**. Berlin - Heidelberg: Springer, 2005.
- MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. Produção de serrapilheira em área reflorestada com essências nativas. **Revista Árvore**, v. 28, p. 49-59, 2004.
- MORSE, S. **Sustainability: A Biological Perspective**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume : Fapesp, 2006.
- MULONGOY, K. J.; CHAPE, S. **Protected areas and biodiversity: An overview of key issues**. Nairobi: UNEP/CBD Publications, 2004.
- NAEEM, S.; BUNKER, D. E.; HECTOR, A.; LOREAU, M.; PERRINGS, C. **Biodiversity, Ecosystem Functioning & Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective**. New York: Oxford University Press, 2009.
- NAIR, P. K. R. The coming of age of agroforestry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 1613-1619, 2007.
- NAIR, P. K. R. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784-90, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century**. Washington: The National Academies Press, 2010.
- NAUTIYAL, S.; KAECHHELE, H. Conserving the Himalayan forests: approaches and implications of different conservation regimes. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 13, p. 3737-3754, 6 jun 2007.

NAVES, R. P. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração de áreas em processo de restauração com diferentes idades, comparadas a ecossistema de referência.** [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2013.

NEWTON, A. C. **Forest Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques.** Nairobi: Oxford University Press, 2007.

NIEMELÄ, J.; YOUNG, J.; ALARD, D. *et al.* Identifying, managing and monitoring conflicts between forest biodiversity conservation and other human interests in Europe. **Forest Policy and Economics**, v. 7, n. 6, p. 877-890, nov 2005.

NIEMI, G. J.; MCDONALD, M. E. Application of Ecological Indicators. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, n. 1, p. 89-111, 15 dez 2004.

NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; GONÇALVES, J. L. M.; ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. Soil dynamics and carbon stocks 10 years after restoration of degraded land using Atlantic Forest tree species. **Forest Systems**, v. 20, n. 3, p. 536-545, 2011.

NOSS, R. F. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation biology**, v. 4, n. 4, p. 355-364, 1990.

NUNES, F. P.; PINTO, M. T. C. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 97-102, 2007.

OLIVEIRA, J. S. R.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F.; QUEIROZ, J. C. B. Evaluation of sustainability in Eastern Amazon under proambiente program. **Agroforestry Systems**, v. 78, n. 3, p. 185-191, 22 jan 2010.

OLIVEIRA, S. J. M.; BACHA, C. J. C. Avaliação do cumprimento da Reserva Legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 1, n. 2, p. 177-204, 2003.

ORSI, F.; GENELETTI, D.; NEWTON, A. C. Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 2, p. 337-347, mar 2011.

PAPP, L. O Código Florestal na legislação: elementos condicionantes à agropecuária. **Revista Visão Agrícola**, v. 7, n. 10, 2012.

PAWŁOWSKI, A. How many Dimensions Does Sustainable Development Have? **Sustainable Development**, v. 16, p. 81-90, 2008.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: Um estudo de caso.** [S.l.]: Universidade de São Paulo, 1999.

PENEIREIRO, F. M. **Fundamentos da agrofloresta sucessional.** II Simpósio sobre Agrofloresta Sucessionais. **Anais...** Sergipe: [s.n.], 2003

PENEIREIRO, F. M.; AMADOR, D. B.; MARÇAL, M. F. M.; PINHO, R. Z. **Liberdade e Vida com Agrofloresta.** . São Paulo: Superintendência Regional do INCRA em São Paulo. , 2008

PENEIREIRO, F. M.; RODRIGUES, Q. F.; BRILHANTE, M. O.; LUDEWIGS, T. **Apostila do educador agroflorestal - Introdução aos sistemas agroflorestais: um guia técnico.** Rio Branco: Editora da Universidade / UFAC, 2002.

PERES, C. A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. *et al.* Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, v. 302, n. 5653, p. 2112-4, 19 dez 2003.

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: a new conservation paradigm. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1134, p. 173-200, jan 2008.

PHALAN, B.; ONIAL, M.; BALMFORD, A.; GREEN, R. E. Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared. **Science**, v. 333, p. 1289-91, 2 set 2011.

POMPERMAYER, E. F. **Compensação da reserva florestal legal como instrumento da gestão integrada floresta-água: análise jurídica**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2006.

PORRO, R.; MICCOLIS, A. **Políticas Públicas para o Desenvolvimento Agroflorestal no Brasil**. Belém: ICRAF - World Agroforestry Centre, 2011.

PRETZSCH, H. **Forest Dynamics, Growth and Yield**. Berlin: Springer, 2009.

QUEIROZ, H. A reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá. **Estudos avançados**, v. 19, n. 54, p. 183-203, 2005.

RAMOS FILHO, L. O. **Uso de sistemas agroflorestais para recuperação de APP e Reserva Legal na agricultura familiar**. . Sumário de palestra apresentada em 21 de novembro de 2007, no I Fórum sobre Área de Preservação Permanente e Reserva Legal na Paisagem e Propriedade Rural, ESALQ/USP - Piracicaba: [s.n.] . , 2007

RANIERI, V. E. L.; MORETTO, E. M. Áreas protegidas: por que precisamos delas? **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. São Paulo: Elsevier, 2012. p. 717-740.

RAPPORT, D. J.; LASLEY, W. L.; ROLSTON, D. E. *et al.* **Managing for Healthy Ecosystems**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2003.

RESENDE, R. U. **As regras do jogo: legislação florestal e desenvolvimento sustentável no Vale do Ribeira**. São Paulo: Annablume : Fapesp, 2002.

REY BENAYAS, J. M. R.; NEWTON, A. C.; DIAZ, A.; BULLOCK, J. M. Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. **Science**, v. 325, p. 1121-1124, 2009.

RIBEIRO, R. N. S.; TOURINHO, M. M.; SANTANA, A. C. Avaliação da sustentabilidade agroambiental de unidades produtivas agroflorestais em várzeas flúvio marinhas de Cameté - Pará. **Acta amazonica**, v. 34, n. 3, p. 359-374, 2004.

RODRIGUES, A. S. L.; ANDELMAN, S. J.; BAKARR, M. I. *et al.* Effectiveness of the global protected area network in representing species diversity. **Nature**, v. 428, n. April, p. 9-12, 2004.

RODRIGUES, E. C. **Análise sobre o cumprimento da obrigatoriedade da reserva legal florestal**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário de Araraquara, 2007.

RODRIGUES, E. R.; CULLEN JÚNIOR, L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007.

RODRIGUES, E. R.; CULLEN JÚNIOR, L.; MOSCOGLIATO, A. V.; BELTRAME, T. P. O uso do sistema agroflorestal Taungya na restauração de reservas legais: indicadores econômicos. **FLORESTA**, v. 38, n. 3, p. 517-525, 2008.

RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JÚNIOR, L. Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 853-861, 2010.

RODRIGUES, G. S.; BARROS, I.; EHABE, E. E.; LANG, P. S.; ENJALRIC, F. Integrated indicators for performance assessment of traditional agroforestry systems in South West Cameroon. **Agroforestry Systems**, v. 77, n. 1, p. 9-22, 13 jun 2009.

ROGERS, P. P.; JALAL, K. F.; BOYD, J. A. **An introduction to sustainable development**. London: Earthscan, 2008.

RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration Success: How Is It Being Measured? **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569-577, set 2005.

RUSSO, R.; PÁDUA, C. V. Avaliação de aspectos da sustentabilidade ambiental de sistemas agroflorestais. **Brasil Florestal**, n. 71, 2001.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, A. C. **O papel dos sistemas agroflorestais para usos sustentáveis da terra e políticas públicas relacionadas - Indicadores de Funcionalidade Econômica e Ecológica de SAFs em Redes Sociais da Amazônia e Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Subprograma Projetos Demonstrativos (PDA), 2010.

SAYRE, R.; ROCA, E.; SEDAGHATKISH, G. *et al.* **Natureza em foco: avaliação ecológica rápida**. Arlington: The Nature Conservancy, 2003.

SBPC; ABC. **O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o Diálogo**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011a.

SBPC; ABC. **Propostas e considerações da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e Academia Brasileira de Ciências (ABC) acerca da reforma do Código Florestal (PLC 30/2011)**. . [S.l.]: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. , 2011b

SCALES, B. R.; MARSDEN, S. J. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. **Environmental Conservation**, v. 35, n. 2, p. 160-172, 4 ago 2008.

SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A. *et al.* **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington: Island Press, 2004a.

SCHROTH, G; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A. *et al.* Introduction: The Role of Agroforestry in Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes. In: SCHROTH, G; FONSECA, G. DA; HARVEY, C. *et al.* (Eds.). **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington: Island Press, 2004b. p. 1-12.

SCHROTH, G; HARVEY, C. A.; VINCENT, G. Complex Agroforests: Their Structure, Diversity, and Potential Role in Landscape Conservation. In: SCHROTH, G; FONSECA, G; HARVEY, C. *et al.* (Eds.). **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. Washington: Island Press, 2004. p. 227-260.

SER. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. . Tucson: Society for Ecological Restoration International. , 2004

SHOGREN, J. F.; PARKHURST, G. M.; SETTLE, C. Integrating economics and ecology to protect nature on private lands: models, methods, and mindsets. **Environmental Science & Policy**, v. 6, n. 3, p. 233-242, jun 2003.

SILVEIRA, P. C. B. Parks in Peril: People, Politics and Protected Areas. **Ambiente & Sociedade**, v. IV, n. 9, p. 157-162, 2001.

SIMINSKI, A.; FANTINI, A. C.; GURIES, R. P.; RUSCHEL, A. R.; REIS, M. S. Secondary Forest Succession in the Mata Atlantica, Brazil: Floristic and Phytosociological Trends. **ISRN Ecology**, v. 2011, p. 1-19, 2011.

SIQUEIRA, L. P. **Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2002.

SMA. **Reserva legal**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Departamento de Proteção da Biodiversidade, 2011a.

SMA. **Cadernos da Mata Ciliar N. 4: Monitoramento de áreas em recuperação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, 2011b.

SMA / IF. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. . São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente / Instituto Florestal Imprensa Oficial. , 2005

SMITH, R. J.; MUIR, R. D. J.; WALPOLE, M. J.; BALMFORD, A.; LEADER-WILLIAMS, N. Governance and the loss of biodiversity. **Nature**, v. 426, n. 6962, p. 67-70, 6 nov 2003.

SORREANO, M. C. M. **Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades**. [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2002.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, v. 191, p. 185-200, 2004.

SOUZA, H. N.; GRAAFF, J.; PULLEMAN, M. M. Strategies and economics of farming systems with coffee in the Atlantic Rainforest Biome. **Agroforestry Systems**, v. 84, p. 227-242, 19 nov 2011.

SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Revista Visão Agrícola**, v. 7, n. 10, 2012.

SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG, I. L. F.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos**, v. 89, p. 111-135, 2011.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; BARRETTO, A. G. D. O. P.; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65-72, fev 2012.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. L. F.; BARRETTO, A. G. O. P. Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges. **Environmental Science & Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046-53, 15 ago 2010.

SPERANDIO, H. V.; CECÍLIO, R. A.; SILVA, V. H. *et al.* Emprego da Serapilheira Acumulada na Avaliação de Sistemas de Restauração Florestal em Alegre-ES. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 460-467, 2012.

STEENBOCK, W.; SILVA, L. C.; SILVA, R. O. *et al.* **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Kairós, 2013.

STEM, C.; MARGOLUIS, R.; SALAFSKY, N.; BROWN, M. Monitoring and Evaluation in Conservation: a Review of Trends and Approaches. **Conservation Biology**, v. 19, n. 2, p. 295-309, abr 2005.

SUDING, K. N. Toward an Era of Restoration in Ecology: Successes, Failures, and Opportunities Ahead. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 42, n. 1, p. 465-487, dez 2011.

SUGANUMA, M. S. **Trajetórias sucessionais e fatores condicionantes na restauração de matas ciliares em região de floresta estacional semidecidual**. [S.l.]: Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2013.

TIERNEY, G. L.; FABER-LANGENDOEN, D.; MITCHELL, B. R.; SHRIVER, W. G.; GIBBS, J. Monitoring and evaluating the ecological integrity of forest ecosystems. **Front Ecol Environ**, v. 7, n. 6, p. 308-316, 2009.

TIKKA, P. M.; KAUPPI, P. Introduction to special issue: Protecting Nature on Private Land—from Conflicts to Agreements. **Environmental Science & Policy**, v. 6, n. 3, p. 193-194, jun 2003.

TORQUEBIAU, E. F. A renewed perspective on agroforestry concepts. **C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie / Life Science**, v. 323, p. 1009-1017, 2000.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TWYMAN, C. Natural resource use and livelihoods in Botswana's Wildlife Management Areas. **Applied Geography**, v. 21, p. 45-68, 2001.

UDAWATTA, R. P.; GODSEY, L. D. Agroforestry comes of age: putting science into practice. **Agroforestry Systems**, v. 79, n. 1, p. 1-4, 13 mar 2010.

UMRANI, R.; JAIN, C. K. **Agroforestry Systems and Practices**. Jaipur: Oxford Book Company, 2010.

UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. New York: United Nations, 2007.

VAZ DA SILVA, P. P. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP.** [S.l.]: Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2002.

VAZ DA SILVA, P. P. **Guia para monitoramento de projetos de restauração florestal baseados em sistemas agroflorestais.** . São Paulo: Secretaria de Estado de Meio Ambiente. , 2012

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI.** 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2010. v. VII

VIANA, V. M. Envolvimento sustentável e conservação das florestas brasileiras. **Ambiente & Sociedade**, p. 241-244, 1999.

VIANA, V. M.; MAY, P. H.; LAGO, L.; DUBOIS, O.; GRIEG-GRAN, M. **Instrumentos para o manejo sustentável do setor florestal privado no Brasil. Uma análise das necessidades, desafios e oportunidades para o manejo de florestas naturais e plantações florestais de pequena escala.** Londres: International Institute for Environment and Development, 2002.

VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. Agro-Successional Restoration as a Strategy to Facilitate Tropical Forest Recovery. **Restoration Ecology**, v. 17, n. 4, p. 451-459, jul 2009.

VIVAN, J. L. **Agricultura e Florestas: princípios de uma interação vital.** Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1998.

VIVAN, J. L. **O papel dos sistemas agroflorestais para usos sustentáveis da terra e políticas públicas relacionadas - Relatório Síntese e Estudos de Caso.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Subprograma Projetos Demonstrativos (PDA), 2010.

VUCETICH, J. A.; NELSON, M. P. Sustainability: Virtuous or Vulgar? **BioScience**, v. 60, n. 7, p. 539-544, jul 2010.

WHISENANT, S. **Repairing Damaged Wildlands: a process-oriented, landscape-scale approach.** Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.

YAMADA, M.; GHOLZ, H. L. An evaluation of agroforestry systems as a rural development option for the Brazilian Amazon. **Agroforestry Systems**, p. 81-87, 2002.

ZAKIA, M. J. **Breve histórico das mudanças no Código Florestal: ênfase na Reserva Legal.** . Piracicaba: Práxis Socioambiental. , 2010

APÊNDICES

Apêndice A – Questão enviada a especialistas para determinação dos casos a serem consultados

Olá,

Meu nome é Tatiana Parreiras Martins, sou mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo. A razão desse contato é um pedido de colaboração à pesquisa em desenvolvimento, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, orientada pelo Prof. Dr. Victor Eduardo Lima Ranieri. Para tanto, farei um breve panorama da mesma.

As Reservas Legais são, conforme a Lei nº 4.771 de 15/09/65 e alterações, áreas destinadas à conservação ambiental em propriedades privadas, sendo permitido seu uso sustentável. Dentre as alternativas de uso dos recursos naturais que aliam produção à conservação ambiental, estão os Sistemas Agroflorestais (SAFs), apontados pela literatura como adequados por cumprirem funções biológicas e socioeconômicas, respeitando princípios básicos de manejo sustentável dos agroecossistemas. Entretanto, a noção de sustentabilidade continua permeada por fraquezas e imprecisões que distanciam o discurso da prática. A sustentabilidade tem sido frequentemente assumida sem ser testada ou demonstrada. A presente pesquisa se insere nesse contexto, visando estabelecer um conjunto adequado de indicadores para monitoramento da sustentabilidade de SAFs enquanto alternativa de uso sustentável das reservas legais e discutir a adequação desses sistemas a essas áreas protegidas.

Para tanto, parte da pesquisa será composta por estudos de caso, que serão estabelecidos por meio de consulta a especialistas. Nesse ponto, peço sua colaboração à pesquisa, contribuindo para a inclusão dos casos mais expressivos ao propósito do trabalho.

Sendo assim, lhe faço a seguinte pergunta:

Quais são os casos concretos de SISTEMAS AGROFLORESTAIS, existentes no ESTADO DE SÃO PAULO, que em sua opinião mais se aproximem de princípios da SUSTENTABILIDADE e de constituírem exemplos de SAFs adequados para comporem as RESERVAS LEGAIS?

Obrigada.

Atenciosamente,

Tatiana Parreiras Martins

Mestranda em Ciências da Engenharia Ambiental

Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP

Email: tatiana.martins1@gmail.com / tatiana_martins@sc.usp.br

Apêndice B - Aspectos teóricos sobre os indicadores

FLORA

- **Riqueza**

Riqueza de espécies refere-se ao número de espécies em uma determinada área.

- **Abundância**

Estima o número de espécies presentes na comunidade, mantendo a informação da abundância (quantidade de indivíduos) de cada espécie na comunidade.

- **Espécies chaves**

Espécies que desempenham papel crítico (chave) na manutenção da estrutura de uma comunidade ecológica e no funcionamento de um ecossistema. Essas espécies interagem fortemente com o meio e afetam muitos outros organismos. Por isso, têm um grande impacto no ecossistema; maior do que seria esperado com base na sua abundância relativa ou biomassa total. A remoção ou adição de uma espécie-chave determina grandes mudanças na abundância de outras espécies, alterando a composição da comunidade.

- **Ciclos de Vida**

O ciclo de vida diz respeito ao momento em que a espécie atinge sua plenitude no cumprimento de sua função e ao tempo em que a espécie permanece no sistema. Normalmente, essa plenitude ocorre quando inicia sua fase adulta, ao se reproduzir, até o momento em que começa sua senescência. Sugere-se a consideração de três ciclos de vida: Ciclo Curto (duração - até 30 anos), Ciclo Médio (duração - cerca de 70 anos), Ciclo Longo (duração – mais de 100 anos).

- **Estrato (avaliação atemporal)**

O estrato que uma espécie ocupa depende não somente da altura que ela alcança, mas principalmente da sua demanda de luz e resistência ao sombreamento. Deve-se observar a vegetação nativa da espécie em questão, sua dinâmica ao longo do ano e em que estrato dessa vegetação a espécie se insere. Sugere-se a consideração de quatro estratos: Emergente (densidade de ocupação – 10 a 15%), Dossel (30 a 40%), Médio (50 a 60%) e Baixo (80 a 100%).

- **Forma de vida (ou hábito)**

O hábito ou forma de vida de uma planta é classificado considerando diversos fatores como porte, características do caule, padrão de ramificação, o desenvolvimento e a textura. A maioria das plantas pode ser designada como erva, trepadeira, liana, arbusto ou árvore (com algumas subcategorias). A presença de todas as formas de vida tem papel fundamental no restabelecimento dos processos ecológicos fundamentais para garantir a restauração e perpetuação dos ecossistemas.

- **Área Basal**

Área Basal define a área de uma determinada seção transversal de troncos. É calculada a partir de medições do perímetro ou diâmetro do tronco à altura padrão ou altura do peito

(1,30m de altura a partir do chão). A área basal permite analisar a biomassa, o volume de madeira, o crescimento e densidade do povoamento florestal. A área basal também apresenta íntima relação com a cobertura da copa, principalmente em povoamentos florestais jovens.

- **Distribuição em classes diamétricas**

A distribuição em classes diamétricas permite caracterizar a estrutura, dinâmica e fase de desenvolvimento de um povoamento florestal. Possibilita inferências sobre o abate de árvores, problemas de reprodução, sobrevivência, recrutamento, perturbação na floresta, sucessão, regeneração e etc. Em uma comunidade em equilíbrio dinâmico deve-se esperar uma série completa de classes de diâmetro, posto que cada indivíduo que morre ou envelhece deve ser substituído por outros imediatamente mais novos (recrutamento). Considerando que a mortalidade de indivíduos jovens é maior que a dos indivíduos adultos, e que há uma contínua, porém decrescente, afluência de árvores desenvolvendo-se e passando de classes de diâmetro menores para maiores, numa situação de equilíbrio a frequência das classes de diâmetro segue uma série geométrica decrescente.

- **Cobertura do Dossel**

A cobertura do dossel é um indicador estrutural integrativo da cobertura da área. A cobertura de copas controla a quantidade, qualidade e distribuição da luz, condiciona o micro-habitat interno da floresta, afeta processos de oxidação da matéria orgânica, interfere no crescimento e sobrevivência de plântulas, determinando a composição da comunidade. Além da importância para restauração da estrutura e processos do ecossistema, a rápida promoção da cobertura é importante para o controle da competição e para a estabilização do solo devido à interceptação da água das chuvas.

A cobertura do dossel pode intimamente relacionar-se com a área basal em povoamentos florestais jovens, mas a relação entre essas variáveis é frequentemente menos pronunciada em povoamentos florestais mais maduros.

- **Densidade**

Densidade refere-se ao número médio de indivíduos (plantas) por unidade de área. Possibilita compreensão do número de indivíduos que compõem a comunidade, mas não do modo como eles se arranjam no espaço, embora o padrão espacial dos indivíduos influa nos valores da densidade. Pode ser obtida pela contagem do número de indivíduos presentes em uma dada área, mas a área basal e a extensão da cobertura da copa também podem ser utilizadas como medidas da densidade do povoamento, especialmente para fins de manejo florestal.

- **Estratos verticais (avaliação presente)**

A estrutura vertical de povoamentos florestais é tradicionalmente descrita por meio do mapeamento das posições (alturas) dos indivíduos de plantas, num diagrama de perfil, nos dando ideia dos estratos verticais que o povoamento apresenta em um dado momento.

- **Estrutura etária**

A estrutura etária permite avaliar como os indivíduos de idades diferentes estão distribuídos, dando ideia da história do recrutamento das árvores e dos padrões de distúrbios anteriores. Essa informação permite discutir se a população (e comunidade) está em crescimento ou em declínio.

O tamanho das plantas constitui um bom descritor do comportamento da população a fim de caracterizar sua estrutura etária.

Povoamentos são tipicamente caracterizados pela presença de um elevado número de indivíduos arbóreos em menores classes de tamanho e poucos nas maiores (frequência decrescente conforme a classe de tamanho aumenta). Essa relação tamanho-frequência muitas vezes é referida como em forma de J invertido. Este tipo de estrutura é frequentemente interpretada como indicador de estabilidade ou incremento populacional, já que um grande número de indivíduos nas menores classes de tamanho indicariam que a população é auto regenerativa (contínuo recrutamento, sugerindo que a população é viável havendo suficiente regeneração para que a população seja mantida).

- **Regenerantes e mudas**

Os regenerantes e mudas (sua riqueza e abundância) possibilitam a manutenção e perpetuação do ecossistema. Por meio de sua avaliação é possível ter ideia da potencial comunidade futura.

- **Mortalidade**

A taxa de mortalidade é dada pelo número de indivíduos mortos em relação ao número total de indivíduos da comunidade.

- **Síndromes de dispersão**

A síndrome de dispersão de uma planta é o conjunto de características que permite diagnosticar qual a estratégia utilizada pela planta para obter sucesso na fase de dispersão de suas sementes. Podem ser classificadas em duas formas principais: (1) dispersão biótica ou zoocoria, que utiliza animais como agentes dispersores; (2) dispersão abiótica, que pode ocorrer por meio do vento (anemocoria), da água (hidrocoria), da gravidade (barocoria) ou dispersão própria (autocoria). A interação entre as plantas e seus dispersores tem papel importante na caracterização do ambiente e na sua manutenção.

- **Espécies “invasoras”**

O termo espécies invasoras está sendo utilizado para se referir a processos em que uma espécie exótica (não nativa) coloniza e se estabelece para além de sua ocupação anterior, podendo causar impactos ecológicos indesejáveis sobre a biodiversidade e estrutura física do ambiente. Espécies invasoras ou exóticas podem indicar que um processo benéfico do ecossistema não está funcionando satisfatoriamente.

SOLO

- **Erosão do solo**

A erosão do solo consiste na desagregação e remoção de partículas do solo e/ou fragmentos e partículas das rochas, devido à ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e organismos (plantas e animais). Os processos erosivos podem ser naturais ou acelerados por ação antrópica decorrentes das práticas inadequadas de uso do solo.

A água é, frequentemente, considerado o agente erosivo mais importante. O escoamento concentrado ocasiona entalhamentos profundos, bem como o movimento de grandes massas de solo. A erosão hídrica pode ser: (1) laminar, quando há a remoção de uma delgada e uniforme camada do solo superficial, provocada por fluxo hídrico não concentrado; (2) linear, decorrente da ação de escoamento hídrico superficial concentrado, desenvolvendo-se em três tipos diferentes (diferenciados pelo estágio de evolução dos processos de erosão) – sulcos, ravinas e voçorocas.

- **Exposição do solo**

A cobertura do solo pela vegetação e matéria orgânica tem grande importância para a estrutura e funcionamento dos processos essenciais a um ambiente íntegro e saudável. A vegetação controla a competição, intercepta a água das chuvas reduzindo sua velocidade, estabiliza o solo, evita ou minimiza a erosão. As raízes dão sustentação mecânica ao solo e formam canais para penetração da água no solo.

- **Horizonte orgânico (serapilheira ou turfa)**

A matéria orgânica desempenha muitos papéis importantes para uma agricultura sustentável: é a fonte mais óbvia de nutrientes para crescimento das plantas e microrganismos do solo; aumenta a retenção de água; constrói, promove, protege e mantém o ecossistema do solo. Dependendo das práticas de cultivo usadas, essas características podem ser rapidamente alteradas para melhor ou pior.

- **Horizonte com acumulação de matéria orgânica decomposta (camada superficial do solo de coloração escura)**

A matéria orgânica é decomposta, por diversos mecanismos e agentes, como microrganismos, num processo conhecido como humificação, que confere a coloração mais escura ao solo. Os componentes derivados da decomposição constituem fonte de nutrientes para manutenção e crescimento da comunidade biótica, bem como influenciando a estrutura e funcionamento da comunidade afetando características do solo como textura, densidade, pH e capacidade de troca catiônica.

FAUNA

Avaliações de fauna requerem longos períodos de amostragem e uma grande variedade de técnicas. Assim, são difíceis de serem realizadas em curta duração, com técnicas limitadas, com escassez de recursos (financeiro e humano qualificado para o trabalho). Ao

mesmo tempo, há estudos demonstrando estreita correlação entre atributos estruturais da vegetação (que são mais fáceis de avaliar) e a abundância e diversidade de fauna. Portanto, a avaliação da fauna é proposta como complementar aos demais critérios e indicadores, por vezes constituindo um caráter diferenciador. A observação destes elementos oferece muitas boas indicações sobre o ecossistema sob investigação; a ausência (= não observação no dado momento da avaliação) não deve ser considerada de forma conclusiva.

- **Espécies nativas**

Espécies nativas são aquelas espécies de ocorrência natural em uma determinada região ou ecossistema. A presença/ausência e abundância podem ser observadas diretamente (pela visualização dos indivíduos) ou indiretamente por meio de sinais como fezes, pegadas, trilhas, tocas/esconderijos/ninhos e vocalizações que constituem indícios da presença de fauna.

- **Espécies indicadoras “negativas”**

Espécies indicadoras são aquelas cujas características (presença/ausência, densidade populacional, dispersão, sucesso reprodutivo, etc.) indicam outros atributos mais difíceis, inconvenientes ou caros de se medir, para outras espécies ou condições ambientais de interesse.

O termo “espécies indicadoras negativas” está sendo utilizado para designar espécies que indicam ambientes degradados ou pouco preservados. Exemplo de espécies indicadoras negativas: espécies de animais domésticos, espécies invasoras (problema).

- **Espécies indicadoras “positivas”**

O termo “espécies indicadoras positivas” está sendo utilizado para designar espécies que indicam ambientes íntegros, saudáveis e bem preservados. Exemplos de espécies indicadoras positivas: espécies que requerem amplas áreas para manutenção de populações viáveis (ex. mamíferos carnívoros), espécies sensíveis ou típicas de áreas centrais de fragmentos bem conservados, espécies que requerem recursos específicos (ex. dispersores, polinizadores, animais que nidificam em cavidades).

ANEXO

Anexo A – Critérios e indicadores identificados em Orsi et al. (2011)

Criteria and indicators for the B factor, which refers to the need for biodiversity conservation.

Criteria	Indicators
Climatic conditions	Humidity; precipitation; temperature
Connectivity-corridors	Amount of interior habitat within a unit; corridor length; corridor width; distance from protected sites; linkages between habitat units; presence or absence of wild areas connected to the restoration area; types of linkages
Degree of threat	Area with threatened species; number of red list species; presence or absence of red list species; % of endangered forest; % of remained forest
Disturbance	Amount of area logged (ha); area of vegetation type after disturbance/area of vegetation type before disturbance; area/perimeter; density of stream crossings; distance from roads; disturbance classification; number of people depending upon the ecosystem; number of people living within the ecosystem; Natural Disturbance Type (NDT) classification; road density; % of agricultural area; % of area logged by slope class; % of invasive species; % of populated area
Diversity (ecosystem and landscape level)	Altitudinal variation; amount of dead wood; amount of deciduous trees; azimuthal variation; canopy cover; diversity of soil; landscape functional diversity; landscape structural diversity; presence or absence of diverse ecosystems at the landscape scale; presence or absence of water; quality of dead water
Diversity (species level)	Abundance; age; Beta diversity; evenness; Fisher's Alpha; forest density; number of birds; number of endemic species; number of interactions among species; number of keystone species; number of keystone species lost; number of major vegetation types; number of native species/number of exotic species; number of TER species; presence or absence of non-game species; Shannon diversity; species richness; % live/dead (mortality)
Diversity (genetic level)	Adaptive traits; canopy cover; genetic diversity among population; isozymes; number of stems per hectare by size class; neutral markers; nuclear inheritance; species-specific microsatellites
Ecosystem services	Carbon sequestration/productivity; distance from water; elevation; slope; soil retention (mass/ha); water provision (yield)
Fragmentation	Area of the fragments; core area; forest patch density; isolation; number of fragments; proximity; representativeness of the ecosystem in the world
Habitat availability	% ecosystem type by habitat type by watershed (500–5000 ha) (fine filter); % ecosystem type by habitat type by region (medium filter); % habitat type by region (coarse filter)
Historically forested area	Areas that were historically forested
Landscape degradation	Deforestation rate; fire frequency; frequency of landslides; land use change (%); pollution indices; road density; soil erosion; volume of sediment-debris
Protected areas	Distance from protected areas; presence or absence of protected areas
Rarity	Presence or absence of rare species; representation of biotype in the broader landscape; uniqueness index
Recreation	Amenity value; number of people visiting the area; visual impact assessment

Criteria	Indicators
Remnants	Amount of primary and secondary forest at varying distances; distance from edge of forest; distance from forest of certain size; distance from remnant vegetation; distance from seed sources; presence or absence of adjacent areas with land use types suitable for restoration; presence or absence of remnant vegetation; presence or absence of seed dispersers; tree and shrub density
Size	Area; area needed for restoring a vegetation type
Soil conditions	Nitrogen soil content; Organic matter content of upper soil horizon; Phosphorous soil content; soil macrofauna abundance; soil respiration; soil texture
Vegetation structure	Height distribution; horizontal structure: coarse woody debris-amount, size, level of decay; plant – strata diversity; structural stage; tree diameters; vertical structure: plant species composition, snags/wildlife trees-level of decay, cavity trees
Water ecosystem	Alkalinity; bank height; channel depth; channel width; dissolved O ₂ ; distance from large rivers; hardness; length of water courses in the restoration areas; peak flow; pH; water clarity; wetness index; width of active floodplain

Fonte: Orsi *et al.* (2011), p. 341.

Criteria and indicators for F factor, which refers to the feasibility of restoration interventions.

Criteria	Indicators
<i>Ecological</i>	
Accessibility	Distance from centres of appropriate capacities; distance from transport infrastructures; distance from cities; geomorphology; number of available vehicles; type of roads; type of vegetation
Climate	Climate change parameters; rainfall; relative humidity; wind
Degradation levels	Amount of old-growth trees; amount of remnant vegetation; amount of seed dispersers; compaction; erosion of topsoil; number of pioneer species; number of remnant tree species; nutrient depletion; soil fertility; species richness
Disturbance	Amount of herbivores; fire frequency; land use; livestock data; number of invasive species; people per km ² ; presence or absence of invasive species; presence or absence of noxious weeds; presence or absence of pests and diseases in the region; regeneration ability of invasive species; road density; type of livestock
Forest characteristics	Calliper – diameter; diversity; historical forest composition and structure; Landscape Biological Survey of Vegetation (LaBiSV); number of exotic species; number of forest patches; number of stems per hectare by size class; patch distribution; presence or absence of desired plant species; presence or absence of mycorrhizae; presence or absence of old growth forest; presence or absence of secondary forest; species richness; tree height; uneven-aged/even aged forest; % live/dead; % threatened plants; % tree – plant species composition as a deviation from a baseline such as site series or late-seral plant community

Criteria	Indicators
Land use conflicts	Differential land cover use transformation rates; land use; landscape development plans; presence or absence of abandoned lands; presence or absence of private properties; presence or absence of utilities (power lines, etc.); suitability of land for alternative land uses; transformation matrix for each land cover type
Natural regeneration potential	Distance from natural forest; distance from protected areas; distance to seed sources; growth potential; number of birds; number of seed trees and shrubs; pests and diseases adaptability; presence or absence of minimal biotic structures; presence or absence of biological corridors; presence or absence of unique genetic variants at populations using neutral markers, such as isozymes, microsatellites or DNA sequences; rhizomes and root material; seedling density; survival capacity; syndromes classification of the landscape unit; wind direction; % of species with different dispersal modes
Size of habitat	Area; number of fragments
Soil	Acidification of the substrate; altitude; aspect; bedrock type; bulk density; cation exchange capacity; compaction; concentrations of heavy metals; concentrations of pesticides; daily and annual temperature fluctuation; depth; erosion; fertility; microbial communities; organic matter (%); pH; plant-available phosphorous; precipitation; presence or absence of toxic chemicals; presence or absence of toxins; slope; slope below 35%; soil type; structure; total nitrogen
Water availability	Annual precipitation; aridity and humidity index; distance from rivers; elevation above the average groundwater level; field capacity of the soil; infiltration rate; precipitation distribution; soil depth
Socioeconomic	
Economic sustainability	Amount of food provided; amount of wood provided; number of economically important species; price of products
Forest governance	Inspections; laws and regulations
Land ownership	Area of ownership; pattern of land ownership and tenure; public or private owner
Monitoring	Amount of funds; partnerships
Political will	Amount of incentives; amount of resources invested; number of institutions involved; presence or absence of incentives; subsidies or fines to stimulate or discourage restoration activities
Restoration costs	Area to be restored; cost of fences; economic value of land; labour cost; monetary cost; perimeter; seedling production cost
Technical knowledge	Presence or absence of technical information
Willingness of locals	Amount of community investment; degree of interest; number of NGOs working in the area; number of people interested; number of programs of environmental education

Fonte: Orsi *et al.* (2011), p. 342.