Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Centro de Energia Nuclear na Agricultura

A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema

Paulo Rogério Lopes

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba
2014

Paulo Rogério Lopes
Licenciatura em Ciências Biológicas

A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador
Prof. Dr. **PAULO YOSHIO KAGEYAMA**

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ecologia Aplicada

Piracicaba
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Lopes, Paulo Rogério
A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema / Paulo Rogério Lopes. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2014.
172 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2014.

1. Sistemas agroecológicos 2. Diversidade biológica 3. Sistemas agroflorestais 4. Resistência 5. *Leucoptera coffeella* 6. Cafeicultura ecológica I. Título

CDD 633.73
L864b

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico este trabalho aos cafeicultores agroecológicos da região Pontal do Paranapanema pela alegria em produzir de maneira sustentável; à minha esposa Keila Cássia Santos Araújo Lopes pela colaboração nas coletas de campo e tabulações dos dados, além da presença carinhosa nos 1500 km percorridos mensalmente em prol da pesquisa durante quase dois anos; aos meus pais, Paulo Sérgio Lopes e Fátima Chimello, que são cafeicultores no Sul de Minas Gerais, aos meus avós, agricultores familiares, Emídio Lopes Neto, Maria Ferreira Bassoto Lopes (in memoriam), Frederico Chimello e Benedicta Chimello (in memoriam), que com seus conhecimentos me ensinaram a valorizar a cultura caipira.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela iluminação, força e proteção em todos os momentos da pesquisa;

Ao meu Orientador, Professor Dr. Paulo Yoshio Kageyama, pela orientação, empenho, colaboração e ensinamentos em diversas áreas do conhecimento, em especial com os temas assentamentos rurais, biodiversidade, diversidade genética e recursos florestais;

À minha esposa, Keila Cássia Santos Araújo Lopes, que esteve presente em todos os momentos de dificuldades e superações, nas coletas de campo, viagens de campo extensas e cansativas, colaborou ativamente nas tabulações de dados e sempre manifestou muito carinho e amor em todas essas atividades, dentre outras;

À minha família, em especial meus pais, Paulo Sérgio Lopes e à minha mãe, Fátima Aparecida Chimello pelo apoio, incentivo na realização do curso de doutorado e ensinamentos em agricultura, principalmente com a cafeicultura que esteve presente na nossa unidade familiar de produção desde que "me entendo por gente". Também agradeço imensamente aos meus avós paternos, Emídio Lopes Neto e minha avó Maria Ferreira Bassoto Lopes (in memoriam), e maternos Frederico Chimello e Benedicta Chimello (in memoriam), que sempre me ensinaram e transmitiram muitos conhecimentos tradicionais agrícolas e as principais virtudes e princípios importantes à formação do ser humano: simplicidade, humildade, honestidade, gratidão e caridade.

Aos agricultores da região do Pontal do Paranapanema: Santiago, João Moreno, Zé do Fusca, Francisco, Maria, Brás, Durval, Tereza, Antônio, Manoel e familiares, pela disponibilização das áreas para implantação das parcelas experimentais, pelas experiências agroecológicas divididas, pelos ensinamentos em cafeicultura orgânica, solidariedade e principalmente pelo respeito que têm com os recursos naturais;

À Professora Dra. Angélica Maria Dias Penteado, pelos ensinamentos, doações das armadilhas Malaise para coleta de insetos, liberação do seu laboratório (HYMPAR – Instituto de Hymenoptera parasitoides da região Sudeste), localizado na UFSCar (Universidade Federal de São Carlos), para triagem e identificação dos insetos parasitoides e predadores, além da participação da banca de qualificação;

À colaboradora Mara, gentileza em pessoa, representante da secretaria do Programa de Pós Graduação em Ecologia Aplicada (ESALQ-CENA) pela colaboração, trabalho e compromisso com o curso;

Aos Professores Dr. Manoel Baptista da Costa, Dr. Fernando Silveira Franco, Dr. Marcelo Nivert e Dr. José Maria Gusman Ferraz, pelos ensinamentos em Agroecologia e agricultura familiar e pela amizade estabelecida ao longo dos últimos 9 anos;

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada (ESALQ-USP), especialmente aos professores Dr. Antônio Almeida (ex- coordenador), Maria Victoria (atual coordenadora do curso), Dr. Paulo Moruzzi, Weber, Paulo Yoshio Kageyama, por terem contribuído de forma direta ou indireta com o meu aprendizado e com a minha formação profissional;

Aos professores externos ao programa que possibilitaram à minha pessoa cursar suas disciplinas em outros programas de Pós-graduação. Destacando o importante aprendizado adquirido nas disciplinas cursadas nos cursos de Pós Graduação em Ecologia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Programa de Pós Graduação em Entomologia da UNESP (Jaboticabal/SP) e Programa de Pós-Graduação em Zoologia da UNESP (Rio Claro): Manejo Integrado de Pragas, oferecida pelo prof. Dr. Ivan Cruz e Maria de Lourdes; Controle Biológico de Pragas, oferecida também pelos mesmos professores; Hymenoptera Parasítica, ministrada pela professora Angélica Maria Penteado Martins Dias, Insetos Aquáticos como bioindicadores, conduzida pela prof. Suzana Trivinho Strixino; Ecologia Numérica, oferecida pelo prof. Dr. Alberto Carvalho Peret, Educação ambiental, ministrada pela prof. Drª Haydée Torres de Oliveira; Entomologia Econômica, lecionada pelo Prof. Dr Carlos Roberto Sousa e Silva; Ecologia da Paisagem, oferecida pelo Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro e Pragas das culturas agrícolas, conduzida pelo Prof. Dr. Sergio Antônio de Bortolli.

Ao Dr. Eduardo Shimbori, Ms. Gabriela de Almeida Locher; prof. Dr. Gilberto Giannotti e Drª Helena Carolina Onody pela colaboração nas identificações dos insetos;

Aos colaboradores Rafael Rangel, Iara Lopes, Williana, André e Edimilson que atuaram gentilmente e amigavelmente nas coletas de campo, levantamento florístico e monitoramento de ataques de pragas;

Aos meus estagiários do laboratório Hympar, Marília, Tiago, Bárbara, Roberta, Caue e Kenny que colaboraram na triagem e identificação dos insetos;

Aos educandos e amigos do curso de agronomia com ênfase em Agroecologia: Serginho, Roberson, Elaine, Natan e Sirlene, que residem no município de Teodoro Sampaio/SP e me acompanharam durante a primeira fase da pesquisa, que consistiu na aplicação de questionários semi-estruturados;

Aos colegas de laboratório, Clóvis, Eduardo, Keila, Suzan, Luiza, Ivy, Luciana, Rafael, André, Aline e Carol pela amizade, cafés, almoços e aprendizados compartilhados;

Ao IPÊ (Instituto de Pesquisas Ecológicas), representados pelos pesquisadores Jefferson Lima, que gentilmente nos indicou muitas áreas escolhidas para a pesquisa (Sistemas Agroflorestais) e Williana, que nos acompanhou em muitas atividades de Campo;

Aos colaboradores do Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD) pela parceria e colaborações;

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela concessão da bolsa de doutorado.

“Eu me considero irmão da terra. Eu entendo a terra como ela me entende. Talvez ela me entende mais que eu a entendo. Eu tenho muito que aprender com a natureza e com a terra. “

(**Pedro Mandotti**

Agricultor familiar da região do Pontal do Paranapanema)

SUMÁRIO

RESUMO..... 15

ABSTRACT..... 17

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA..... 17

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 27

2.1 Agricultura monocultura e intensiva em agroquímicos..... 27

2.2 Estilos alternativos de Produção – Agriculturas de base ecológica..... 30

2.2.1 Agricultura Biodinâmica..... 32

2.2.2 Agricultura Biológica..... 32

2.2.3 Agricultura Orgânica..... 33

2.2.4 Agricultura Natural..... 33

2.3 Agroecologia..... 34

2.4 Transição agroecológica..... 38

2.5 Biodiversidade – Conceitos..... 39

2.6 Perda da biodiversidade..... 42

2.7 Biodiversidade: ferramenta no manejo da fertilidade e sanidade de sistemas..... 46

2.8 Redesenho e incremento de biodiversidade em agroecossistemas..... 52

2.8.1 Cultivo consorciado ou policultivos..... 54

2.8.2 Cultivos em faixas..... 55

2.8.3 Cerca viva..... 55

2.8.4 Cultura de cobertura..... 55

2.8.5 Rotação de cultura..... 56

2.8.6 Sistemas agroflorestais..... 57

2.9 Café em sistemas agroflorestais..... 61

2.10 Principal praga do cafeeiro (Leucoptera coffeella)..... 70

2.11 Uso inadequado de inseticidas para o controle do bicho-mineiro..... 72

2.12 Manejo ecológico do bicho-mineiro..... 74

2.13 Controle biológico realizados por vespas predadoras e parasitóides..... 79

3 MATERIAL E MÉTODOS..... 83

3.1 Área de estudo..... 83

3.2 Aspectos metodológicos..... 86

3.3 Coleta de dados..... 87

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 95

4.1 Aspectos sócioeconônimos, históricos e ambientais das unidades produtivas 95

4.2 Agroecologia e experiências de construção da agricultura sustentável..... 105

4.3 Percepções ambientais dos agricultores..... 115

4.4 Características produtivas e agronômicas dos sistemas de produção..... 118

4.5 Caracterização florística de sistemas agroflorestais..... 130

4.6 Incidência do ataque do bicho-mineiro e a diversidade nos agroecossistemas..... 141

4.7 Monitoramento de *Leucoptera coffeella*, vespas predadoras e parasitóides..... 148

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 158

REFERÊNCIAS..... 160

RESUMO

A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema

O sistema de produção de café orgânico vem surgindo como uma alternativa tecnológica e economicamente rentável, que visa eliminar os impactos ambientais provocados pelo uso irracional dos recursos naturais. Muitas experiências e análises apontam a biodiversidade como precursora da estabilidade biológica encontrada nesses agroecossistemas produtivos diversificados (SAFs). No entanto, são incipientes os estudos científicos sobre o efeito da biodiversidade nos sistemas agrícolas de produção. Assim, o maior desafio da pesquisa foi identificar qual o sistema de manejo propiciava mais sinergismos biológicos, serviços ecológicos-chaves, tais como o controle biológico da principal praga do cafeeiro. E é nesse sentido que a presente pesquisa foi desenvolvida, com o objetivo de avaliar se a biodiversidade presente nos agroecossistemas está relacionada com a estabilidade ecológica, ou seja, com o equilíbrio dinâmico da população de insetos, que em determinados níveis podem causar elevados danos econômicos à cultura do café. A pesquisa foi desenvolvida na região do Pontal do Paranapanema, nos sistemas agroflorestais conduzidos pelos agricultores assentados sob responsabilidade técnica do IPÊ (Instituto de Pesquisas Ecológicas), instituição responsável pela implantação dos SAFs, por meio do projeto intitulado "Café com Floresta". Tal estudo possibilitou um melhor entendimento do efeito da biodiversidade sobre agroecossistemas cafeeiros diversificados que não utilizam inputs externos (fertilizantes e agrotóxicos), além de propiciar uma análise e sistematização dos sistemas de manejo agroecológicos existentes nos assentamentos rurais, bem como a caracterização do manejo e das práticas agroflorestais realizadas pelos agricultores familiares, que envolvem aspectos socioeconômicos da produção. Dessa maneira, a pesquisa tem grande relevância científica, visto que, possibilitou averiguar que os arranjos agroflorestais estudados na região possibilitaram uma menor incidência da principal praga do cafeeiro (*Coffea arabica)*, o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), mostrando que os SAFS são uma alternativa ecológica e social apropriada à agricultura familiar, uma vez que confere maior resiliência aos agroecossistemas.

Palavras-chave: Sistemas agroecológicos; Diversidade biológica; Sistemas agroflorestais; Resilência; *Leucoptera coffeella;* Cafeicultura ecológica

ABSTRACT

Biodiversity as leading factor to agricultural production in shaded coffee agroecosystems in the Pontal do Paranapanema

The system of production of organic coffee is emerging as an alternative technology and affordable, which aims to eliminate the environmental impacts caused by irrational use of natural resources. Many experiments and analyzes indicate biodiversity as a precursor of biological stability found in these diverse productive agroecosystems. However, are incipient scientific about the effect of biodiversity on agricultural production systems studies. Thus, the biggest challenge of the research was to identify which system management propitiated more synergisms biological, ecological services - keys, such as biological control of major pest of coffee. And that is what this research was developed with the aim of evaluating whether the present biodiversity in agroecosystems is related to ecological stability ,ie, the dynamic balance of the insect population , which at certain levels can cause major economic damage the coffee culture. The research was conducted in the Pontal region in agroforestry systems driven by farmers settled under the technical responsibility of IPE (Institute for Ecological Research), the institution responsible for the implementation of the SAF, through the project entitled "Coffee with Forest". This study allowed a better understanding of the effect of biodiversity on diversified coffee agroecosystems that do not use external (fertilizers and pesticides) inputs, as well as providing an analysis and systematization of existing agroecological management systems in rural settlements, as well as the characterization and handling of agroforestry practices carried out by farmers, involving socioeconomic aspects of production. Thus, the research has scientific importance, since possible to ascertain that the studied agroforestry arrangements in the region allowed a lower incidence of major pest of coffee (*Coffea arabica*) , the leaf miner (*Leucoptera coffeella*) , showing that the diversified coffee agroecosystems (SAF) are an appropriate ecological and social alternative to family farming, since it gives greater resilience to agroecosystems.

Keywords: Agro-ecological systems; Biological diversity; Agroforestry systems; Resilience; *Coffeella Leucoptera*; Ecological agroecossystems coffee

1 INTRODUÇÃO

Sistemas sombreados de café aumentam a biodiversidade nas propriedades e contribuem para a mitigação do aquecimento global, além de apresentarem vantagens técnicas potenciais, como menor pressão de pragas e doenças e melhoria das condições hídricas e térmicas locais (MOREIRA, 2009).

De acordo com Khatounian (2001), as plantas de café possuem origem africana, pertencem à família das Rubiáceas e caracterizam-se por serem perenes e arbustivas. De acordo com o mesmo autor a espécie *Coffea arabica* é uma planta de sub-bosque das florestas de altitude, localizadas nos planaltos da Etiópia e Sul do Sudão (KHATOUNIAN, 2001). Nestas regiões de origem é encontrado em estado espontâneo nas galerias florestais, abrigado e protegido pela galeria das árvores (CAMARGO; TELLES JÚNIOR, 1953).

Segundo Pedini (2006), a espécie *Coffea arabica* é uma planta tropical de altitude, adaptada ao clima úmido, de temperaturas amenas, condições que prevalecem na região de sua origem, os altiplanos da Etiópia, sendo a faixa de temperatura ideal de 19° a 22° e índice pluviométrico acima de 1200 mm anuais (PEDINI, 2006).

De acordo com Furtado (2005) e Prado Júnior (1967), a cafeicultura brasileira desenvolveu-se bem devido às características locais de produção do cafeeiro corresponder às condições ecológicas dos países de origem. De acordo com Lopes (2009) esse potencial edafoclimático e ecológico para produção cafeeira no país favoreceu a ampla expansão desse produto nas terras brasileiras. Vale ressaltar que, apesar desse potencial de produção de café no Brasil, os cafeicultores nunca se preocuparam em realizar uma cafeicultura pautada na conservação dos solos e da biodiversidade, favorecendo nos séculos passados o desenvolvimento de uma cafeicultura quase que itinerante, pois sempre almejavam a ampliação do parque cafeeiro e ao aumento da produção do café nas unidades produtivas (LOPES, 2009). No entanto, essas aspirações comerciais, baseadas principalmente na quantidade de café produzido, não possibilitaram o aproveitamento das características ambientais que o país oferece para a produção de cafés de qualidade (cafés sustentáveis e especiais). Pelo contrário, o depauperamento dos solos e a destruição da biodiversidade foram constantes nos três últimos séculos.

De acordo com Dean (1997), sem orientações técnicas no cultivo do café, a cafeicultura propagou-se com a crença que deveria ser realizada em solo coberto por floresta virgem e a pleno sol. Desconsiderando as condições nativas da planta, esse sistema provocava a dizimação das áreas florestadas, através do machado e fogo, impedindo o sombreamento das plantas de café. As únicas árvores que eram mantidas tinham o único propósito de evidenciar

a qualidade do solo, como o pau d'alho, dentre outras. Em pouco tempo, o Vale do Paraíba, região onde se iniciou a expansão da cafeicultura no estado de São Paulo, transformou-se numa colcha de retalhos de cafezais e de mata primária (DEAN, 1997). De acordo com Kiehl (1985), a prática de derrubada das matas nativas foi assumida pelos agricultores como a única maneira de cultivar-se café, criando-se o mito que o cafeeiro produzia bem somente sentindo o "bafo da mata".

Porém, de acordo com Souza (2006), com o predomínio da monocultura em sistema extensivo, os cafezais não sombreados envelheciam mais cedo. Em resposta a esse sistema, o cafeeiro começa a produzir a partir do terceiro ano de vida, e por volta dos vinte, eventualmente até os dez ou doze anos, quando a matéria orgânica oriunda da antiga mata e a fertilidade natural dos solos se esgotava, os cultivos eram abandonados para serem substituídos por novas plantações em áreas virgens e ricas em matéria orgânica. As terras íngremes e erodidas eram então arrendadas aos comerciantes de lenha e posteriormente, ocupadas pelo gado, muitas vezes sob nova administração.

De acordo com Lopes (2009), no passado o abandono de diversas lavouras cafeeiras era ocasionado pelo rápido depauperamento das mesmas, visto que essas, implantadas em monocultivos, sofriam com as adversidades climáticas (sol, estresse hídrico, ventos), pragas, doenças, ausência de práticas conservacionistas do solo e de nutrição adequada. A deficiência nutricional das plantas aumenta a sua susceptibilidade a pragas e doenças, que com o desequilíbrio ecológico, torna-se um problema relevante. Assim, o uso de pesticidas e fertilizantes sintéticos é realizado pelos cafeicultores como medida paliativa de proteção e nutrição das lavouras, porém, sabe-se que tais medidas não solucionam os problemas fitossanitários e ainda acarretam outros de severas implicações econômicas e sócio-ambientais. Isso evidencia a necessidade de um melhor entendimento desses problemas de origem fitossanitária, bem como a ausência de propostas de soluções que sejam ambientalmente corretas, socialmente justas, energeticamente eficientes e economicamente viáveis aos agricultores (LOPES, 2009).

De acordo com Silva (1994), no período pré-revolução verde, a cafeicultura brasileira, dentre outras culturas, passaram por um conjunto de transformações tecnológicas, institucionais e creditícias que possibilitaram a sua adequação ao modelo produtivista da agricultura. Segundo o mesmo autor, baseando-se em variedades de alto rendimento, na utilização de insumos modernos, e em amplo apoio financeiro sustentado por linhas de crédito especiais, iniciou-se um processo de inovação que modificou o perfil da cafeicultura nacional.

A partir desse período, o uso do pacote tecnológico oferecido pela revolução verde (agrotóxicos, fertilizantes sintéticos e máquinas agrícolas) passou a ser adotado pela grande maioria dos cafeicultores, favorecendo ainda mais os problemas socioambientais já existentes na época. Nesta época, iniciou-se um processo de substituição do serviço humano pelas máquinas e acelerou-se o processo de devastação ambiental (GALETI, 2004). De acordo com Silva (1994), dentre as principais instituições de pesquisas voltadas para o desenvolvimento da cafeicultura brasileira, teve grande destaque o Instituto Agronômico de Campinas (IAC), maior centro de pesquisas cafeeiras da época, que possibilitou o aumento da produtividade das variedades, por meio do trabalho incessante do melhoramento genético. Essa busca por variedades mais produtivas, de alto rendimento, também favoreceu o mercado de agrotóxicos e fertilizantes, uma vez que essas plantas também começaram a exigirem adubações pesadas, dado a elevada densidade populacional dos cafeeiros e o aumento da produção, além de terem surgidos muitos problemas de ordem fitossanitária, como a broca do café e o bicho-mineiro.

Segundo Santana (2005), a substituição dos sistemas de produção de maior diversidade cultural por sistemas mais simplificados, baseados no uso de insumos industriais químicos promoveu um aumento na produtividade, mas diminuiu drasticamente a estabilidade ecológica e social da produção agrícola.

Ao romper com os processos de resiliência e auto-suficiência dos agroecossistemas diversificados, devido à simplificação do ambiente agrícola, as intervenções com agroquímicos tornaram-se necessárias, comprometendo ainda mais as relações ecológicas (LOPES, 2009).

Para Gliessman (2005), o sucesso e o impulso na crescente produção de alimentos dada no último século deveram-se principalmente a avanços científicos e inovações tecnológicas. No entanto, segundo o mesmo autor, diversos danos ambientais foram causados pela agricultura industrial e se expressam na diminuição da fertilidade dos solos, perda de matéria orgânica, lixiviação de nutrientes, degradação e aumento da erosão dos solos, contaminação e esgotamento de fontes hídricas, aumentos de pragas e de doenças, contaminação de ambientes agrícolas e ecossistemas naturais, danos à saúde de agricultores e assalariados agrícolas, destruição de insetos e microorganismos benéficos, diminuição drástica da biodiversidade regional e desequilíbrios no ciclo global de nitrogênio, com consequente agravamento dos problemas na camada de ozônio.

Segundo Romeiro (19996), as regras ecológicas básicas de gestão da natureza passaram a ser vistas como desnecessárias à prática agrícola, considerando-se que o caráter

ambientalmente agressivo da então denominada agricultura moderna, era um mal necessário que poderia ser moderado com algumas práticas conservacionistas.

Os desequilíbrios no ecossistema agrícola provocados pela agricultura simplificada induziram os procedimentos técnicos que definem o chamado “pacote” tecnológico da agricultura moderna (BORGES FILHO, 2005). De acordo com Romeiro (1998), na natureza, diversidade é sinônimo de estabilidade, e, quanto mais simplificado for um determinado ecossistema, maior a necessidade de fontes de energia para manter o equilíbrio.

Segundo Veiga (2003), essa corrida desenfreada pela adoção de pacotes tecnológicos da agricultura moderna que provocou no Brasil os mesmos impactos deletérios e ameaças ambientais antes constatados na Europa, na América do Norte ou no Japão. Além de desconsiderar a importância da biodiversidade nos agroecossistemas, a agricultura convencional, em suas práticas mais peculiares, acarreta a destruição da mesma, promovendo ainda mais a dependência dos agricultores aos insumos químicos (LOPES, 2009).

A agricultura moderna caracteriza-se pela homogeneização da paisagem, pela inserção de monoculturas, extensas áreas simplificadas, com apenas uma espécie plantada. Esse processo de simplificação dos agroecossistemas causa grande impacto e, consequentemente, desequilíbrio ao meio ambiente. Segundo Khatounian (2001), nenhuma planta evoluiu sozinha, pelo contrário, as plantas evoluíram circundadas por outros organismos, incluindo animais, grandes e pequenos, microorganismos e outros vegetais.

De acordo com Borges Filho (2005), mesmo com as descobertas, nos anos cinqüenta e sessenta, da resistência dos insetos e a persistência ambiental de muitos agrotóxicos, além dos efeitos da poluição da água por nitrato não foram suficientes para mudar o curso do modelo tecnológico existente. Pois, a modernização da agricultura seguiu os moldes capitalistas, favorecendo a conhecida “industrialização da agricultura”, tornando essa atividade sumariamente empresarial (TEIXEIRA, 2005).

Todavia, de acordo com Lopes (2009), os problemas socioambientais engendrados pela dita agricultura moderna favorecia muito mais o mercado das indústrias agroquímicas e farmacêuticas, dentre outras. Para todos os problemas apresentados, fossem esses de repercussão sanitária nos cultivos, intoxicação ou aumento das doenças crônicas nos agricultores, seriam solucionados pela atuante e presente indústria.

Assim, como respostas ao modelo produtivista surgiram por volta de 1920 alguns movimentos alternativos à agricultura moderna. Tais movimentos evidenciavam a importância da complexidade nos agroecossistemas, o uso da matéria orgânica nos solos, práticas agrícolas que respeitam as leis da natureza e o meio ambiente; a busca pela equidade

e justiça social no campo e a maximização dos processos biológicos por meio do aumento da biodiversidade funcional (LOPES, 2009).

Os movimentos de agricultura alternativa ao modelo de produção atualmente predominante são caracterizados pela utilização de tecnologias adaptadas às características edafoclimáticas locais, sendo socialmente includentes, isentos de pesticidas e fertilizantes sintéticos, regidos por um equilíbrio dinâmico entre muitas espécies, imitando ao máximo os sistemas naturais.

A base científica para esses estilos de agricultura com enfoque mais sustentável é dada pela agroecologia, ciência pautada em diversas áreas do conhecimento científico e na valorização do conhecimento tradicional dos agricultores, contendo os princípios teóricos e metodológicos que dão suporte às análises dos agroecossistemas, subsídios para o manejo e redesenho dos sistemas produtivos, essencial no processo de transição agroecológica iniciado pelas unidades de produção convencionais que almejam alcançar níveis satisfatórios de sustentabilidade. Assim, segundo Assis (2005), a agroecologia surge como necessidade de uma busca de suporte técnico para as diferentes correntes de agricultura alternativa e como resposta aos críticos desses movimentos que apontavam a agricultura sustentável como uma tentativa retrógada de volta ao passado na agricultura.

Dessa maneira, os sistemas agroflorestais surgem como capazes de melhorar as condições atuais, podendo fornecer bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade (FRANCO, 2000). Eles se constituem em sistemas sustentáveis de uso de terra, que combinam de maneira simultânea ou sequencial a produção de cultivos agrícolas com espécies arbóreas (frutíferas ou florestais) e/ou animais, por meio de técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população (SIQUEIRA et al., 2006). E se caracterizam pela existência de interações ecológicas e econômicas significativas entre os componentes (COPIJN, 1988; MONTAGNINI, 1992 apud FRANCO, 2000). Esses sistemas podem fornecer vários bens e serviços, integrados a outras atividades produtivas da propriedade, como: cercas-vivas, para delimitação de propriedades; sombra para culturas e animais; e produção de adubos verdes, lenha, madeira, forragem, produtos medicinais, alimentos, entre outros (FRANCO, 2000).

Segundo Romeiro (1998), o progresso científico e tecnológico atual oferece a possibilidade de fazer a natureza trabalhar em benefício do homem, pois eles podem contribuir para intensificar a concepção de sistemas integrados, na qual as

complementariedades e simbioses existentes entre espécies vegetais e animais resultam em benefícios ao ecossistema agrícola.

No entanto, os estudos de sistemas agroflorestais são relativamente recentes. Para avaliação de desempenho desses sistemas, Langemann e Heuveldop (1982) apud Franco (2000) consideram importantes as seguintes interações: efeito das árvores sobre a fertilidade e a capacidade de retenção de umidade no solo; efeito da sombra sobre a incidência de pragas, doenças e produção; e efeitos das árvores sobre o crescimento e o rendimento das culturas. E tratando-se de agroecossistemas cafeeiros sombreados há uma incógnita sobre essas interações do cafeeiro com muitas espécies arbustivas e arbóreas, necessitando-se de mais estudos para esclarecer diversas indagações.

Assim, é interessante analisar as experiências agroecológicas e a potencialidade da biodiversidade ser utilizada como ferramenta para construir novos ecossistemas agrícolas e florestais sustentáveis.

A biodiversidade das florestas tropicais tem sido enaltecida como sendo muito alta nesses ecossistemas, mostrando a potencialidade que temos para seu uso econômico. Essa alta diversidade intrínseca dessas florestas, tão rica e complexa em espécies, tem sido também colocada como responsável pelo delicado equilíbrio desses ecossistemas. Portanto, biodiversidade e equilíbrio parecem estar associados e se completando nesses ecossistemas tropicais ricos em espécies (KAGEYAMA, 2008).

De acordo com Altieri e Nicholls (2000), as comunidades de plantas que têm sido modificadas para atender às necessidades especiais de alimentos e fibras aos seres humanos são altamente suscetíveis a danos causados por pragas. E, geralmente, quanto mais modificada for a comunidade vegetal mais abundantes e graves serão as pragas (ALTIERI, 1994 apud ALTIERI; NICHOLLS, 2000). Os extensos ambientes de monocultura geralmente compostos por plantas geneticamente idênticas, que foram selecionados devido à sua maior palatabilidade, são altamente vulneráveis aos herbívoros adaptados (PRICE, 1981 apud ALTIERI; NICHOLLS, 2000).

Nos ecossistemas naturais, é através de biomassa que os nutrientes são ciclados, é dela que se alimentam as complexas teias de vida que controlam as populações de cada espécie, impedindo sua transformação em praga (KHATOUNIAN, 2001). Os ditames da agricultura convencional baseados na utilização de agrotóxicos e adubos químicos alteram as populações dos inimigos naturais, favorecendo o surgimento das pragas.

De acordo com Gliessman (2005), somente num agroecossistema mais complexo e diversificado poderá existir potencial para interações benéficas; essa diversificação conduz a

modificações positivas nas condições abióticas e atrai populações de artrópodes benéficos, regulando, assim, a população de pragas. Somente um por cento de todas as espécies de insetos é qualificado como prejudiciais ao homem, em contraste muitos insetos são benéficos, já que eles atuam como inimigos naturais de espécies pragas e podem ser utilizados dentro de programas de controle biológico (PULZ et al., 2007).

A eliminação dos inimigos naturais resulta em surtos ainda maiores e no surgimento de novas pragas (KHATOUNIAN, 2001). Assim, segundo o mesmo autor, na perspectiva de sustentabilidade, a sanidade vegetal exige outro padrão tecnológico no manejo dos agroecossistemas, que não estimulem o desenvolvimento de resistência nas pragas e doenças e que não perturbem os processos de controle naturais.

Poucos estudos têm sido realizados a respeito dos efeitos da diversidade vegetal nas populações de insetos. Esse conceito está amplamente baseado em evidências de que esses sistemas mais complexos são mais sustentáveis, e com maior conservação de recursos naturais. Contudo, um aspecto na diversidade vegetal bem claro é que: a composição das espécies é mais importante que o número de espécies, porém o desafio é identificar a correta composição que proporcionará, por meio dos sinergismos biológicos, os serviços ecológicos-chaves, tais como o controle biológico, ciclagem de nutrientes, conservação do solo e da água (MENESES; MENESES, 2005).

Portanto, se a simplificação dos cultivos é uma das causas do problema de ocorrências de pragas, pode-se deduzir que o equilíbrio natural de suas populações é restabelecido por meio da adição ou promoção da biodiversidade vegetal, desde que sejam desenvolvidos arranjos adequados, que assegurem a regulação natural das populações de insetos, tanto as pragas quanto os benéficos (MENESES; MENESES, 2005). Segundo Altieri (1994), a diversificação do agroecossistema geralmente resulta no incremento de oportunidades ambientais para os inimigos naturais e, consequentemente, o melhoramento do controle biológico de pragas.

Em experimentos realizados em Heliodora, no Sul de Minas Gerais, verificou-se que em sistema de café orgânico diversificado com leguminosas houve uma relação positiva entre o aumento da diversidade das plantas e a porcentagem de minas do bicho-mineiro predadas por vespas. A incidência de minas predadas foi maior quando o cafeeiro foi associado ao guandu, ao amendoim-forrageiro, à crotalária e aos estilozantes, cultivados simultaneamente nas entrelinhas do cafeeiro (AMARAL et al., 2004).

Possivelmente, a associação de plantas fornecedoras de pólen e de néctar para a diversificação do cafezal representará um incremento na população de inimigos naturais (VENZON et al., 2005).

Segundo Martins (2003), os agricultores da América Central, que possuem cultivos arranjados em estruturas e diversidade que imitam as florestas tropicais, mantendo o maior índice de diversidade possível, conseguem diminuir as ameaças das condições instáveis (como pragas), enquanto obtêm uma fonte de renda e nutrição estável e aumentam os retornos sob níveis baixos de tecnologia de baixo insumo.

A estabilidade ecológica é inerente à auto-regulação, características dos ecossistemas naturais que são perdidas quando o homem simplifica comunidades naturais através da ruptura das interações em comunidades (ALTIERI; NICHOLLS, 2000). Para esses autores esta ruptura pode ser reparada na comunidade através da adição ou aumento da biodiversidade funcional em ecossistemas agrícolas. E segundo os mesmos autores, as razões mais importantes para o restabelecimento e manutenção da biodiversidade na agricultura é que ela oferece uma ampla variedade de serviços ecológicos.

Segundo Altieri (2002) a diversidade pode ser aumentada no tempo, mediante o uso de rotações de culturas ou cultivos sequenciais, e no espaço, através do uso de culturas de cobertura, cultivos intercalares, sistemas agroflorestais e sistemas integrados de produção vegetal e animal. A diversificação da vegetação tem como resultado, tanto o controle de pragas, pela restauração dos agentes naturais, como também a otimização da reciclagem de nutrientes, maior conservação do solo, da energia e menor dependência de insumos externos.

Além disso, a busca de sistemas agrícolas sustentáveis e diversificados de baixa utilização de insumos e que utilizam eficientemente a energia, é atualmente motivo de preocupação de pesquisadores, agricultores e políticos em todo o mundo. A estratégia chave da agricultura sustentável é a restauração da diversidade na paisagem agrícola (ALTIERI, 1987 apud ALTIERI, 2002).

De acordo com Altieri (2002), um ponto-chave no desenho de agroecossistemas sustentáveis é a compreensão de que existem duas funções no ecossistema que devem estar presentes na agricultura: a biodiversidade dos microorganismos, plantas e animais e a ciclagem biológica de nutrientes da matéria-orgânica.

Dessa maneira, para solidificar a contribuição dos sistemas agroflorestais para o desenvolvimento sustentável, torna-se essencial o entendimento de seus princípios fundamentais, através do conhecimento de suas potencialidades e limitações relacionadas a aspectos ecológicos, econômicos e sociais, que são a base do triângulo da sustentabilidade

(MACEDO; CAMARGO, 1994). E é nesse sentido que a presente pesquisa foi desenvolvida, tendo como principais objetivos realizar uma sistematização dos sistemas de manejo agroecológicos existentes nos assentamentos rurais da região do Pontal do Paranapanema, bem como a caracterização do sistema (composição florística), o manejo e as práticas agroflorestais realizadas pelos agricultores familiares, que envolvem aspectos socioeconômicos da produção (produtividade, renda, confiabilidade). Além disso, outro objetivo central da pesquisa foi avaliar o efeito da biodiversidade presente nos agroecossistemas sobre a incidência da principal praga do cafeeiro, (*Leucoptera coffeella*). Portanto, realizou-se avaliações da incidência do bicho-mineiro, a sua predação realizada por vespas, a diversidade de insetos presentes nos sistemas convencionais de produção de café, em transição agroecológica (com quebra-ventos no entorno) e em sistemas agroflorestais de baixa e alta diversidade biológica.

As principais hipóteses estabelecidas na pesquisa são que os sistemas produtivos de café diversificados (sistemas agroflorestais) possuem mais resiliência e uma maior sanidade do que os ambientes simplificados (monocultura de café), sendo a biodiversidade o principal fator de interferência nesta dinâmica, na menor incidência da principal praga da cultura. Além disso, presumímos que a diversidade intrínseca presente nos sistemas produtivos estaria influenciando no dinâmico equilíbrio biológico, uma vez que fornece habitat e recursos alimentares para a sobrevivência dos inimigos naturais das pragas dos cafeeiros.

Dessa maneira, a presente pesquisa buscou o melhor entendimento do efeito da biodiversidade sobre agroecossistemas cafeeiros diversificados que não utilizam inputs externos (fertilizantes e agrotóxicos), além de propiciar uma análise e sistematização dos aspectos socioeconômicos dos SAFs, bem como de alguns processos bioecológicos responsáveis pela auto-suficiência, produtividade e resiliência dos agroecossistemas estudados. Assim, tal estudo tem resultados científicos relevantes, visto que possibilitou o conhecimento de possíveis arranjos mais adequados de sistemas agroflorestais com café (*Coffea arabica)* e sua influência na incidência da principal praga do cafeeiro e níveis de controle biológico realizado por vespas (Hymenoptera).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Agricultura em monocultura e intensiva em agroquímicos

A análise dos impactos socioambientais das monoculturas, típicas dos latifúndios, pode revelar a necessidade de refletir sobre os benefícios da agroecologia para a gestão dos atuais agroecossistemas e a necessidade urgente de repensar os insustentáveis modelos agrícolas que foram praticados ao longo de nossa história no Brasil (COSTA; WIZNIEWSKY, 2010).

A agricultura praticada pelos colonizadores e latifundiários ao longo da história Brasil, centrada nas monoculturas, como a da cana-de-açúcar, é apontada como o principal vetor de ocupação territorial e de supressão de cobertura vegetal no país. No estado de São Paulo, o café responde pelo aumento do desmatamento a partir de 1850 (MARTINEZ, 2006). A cafeicultura adotada no Brasil, desde o início do século XIX, caracteriza-se pelo plantio solteiro de cafeeiros a pleno sol em extensas áreas de produção, e, portanto, sem diversidade biológica nos agroecossistemas, desconsiderando que as espécies *Coffea arabica e Coffea canephora* são oriundas de áreas de floresta natural no continente africano. Dean (1997) verificou que os cafeicultores ao invés de adotar o sombreamento dos plantios e tentar melhorar sua qualidade, optaram pela expansão da mocultura a pleno sol, a exemplo da cana-de-açúcar, visando à quantidade produzida e não qualidade e a conservação dos recursos naturais.

Assim, segundo Schibli (2001) apud Aguiar-Menezes et al. (2007), no Brasil diferentemente de outros países como a Colômbia, Venezuela, Costa Rica, México, Nicarágua e Panamá, onde os cafeeiros são cultivados abaixo do dossel das florestas, plantam-se lavouras simplificadas de café.

De acordo com Prado Júnior (1967), a lavoura cafeeira seguiu os moldes tradicionais e clássicos da agricultura do país: a exploração em larga escala, no formato de grande lavoura (conotação sinônima da “plantation” dada pelos economistas ingleses), fundamentada na grande propriedade com extensas áreas de monocultivos, tendo como instrumento de trabalhos no início os escravos negros e, mais tarde, migrantes europeus principalmente os assalariados.

A cafeicultura propagou-se com a crença que deveria ser realizada em solo antes coberto por floresta virgem e conduzida a pleno sol. De acordo com Kiehl (1985), criou-se o mito que o cafeeiro produzia bem somente sentindo o “bafo da mata”. No entanto, esse sistema provocava a dizimação das áreas florestadas, através do machado e fogo, impedindo o

sombreamento da cultura. As únicas árvores que eram mantidas tinham o único propósito de evidenciar a qualidade do solo, como o pau d'alho, dentre outras. Em pouco tempo, no Vale do Paraíba transformou-se numa colcha de retalhos de cafezais e de mata primária (DEAN, 1997). A prática de derrubada das matas nativas foi assumida pelos agricultores como única maneira de cultivar-se café.

Como consequência dessa agricultura em monocultura a pleno sol os cafeeiros se depauperam mais cedo (SOUZA, 2006). Assim a cafeicultura se desenvolvia numa perspectiva quase que itinerante, as lavouras mais velhas com pouca produção eram abandonadas, pois a matéria orgânica do solo e a fertilidade não eram capazes de ostentar boas produções, que se davam apenas nas duas primeiras décadas (KIEHL, 1985). Outras áreas com floresta eram desmatadas para a inserção de novas lavouras cafeeiras. Num ritmo acelerado esse processo contribui muito com a devastação de áreas florestadas no século XIX e XX.

Com a modernização da agricultura, a cafeicultura brasileira foi objeto de um conjunto de transformações tecnológicas, institucionais e creditícias que possibilitaram a sua adequação ao modelo produtivista (SILVA, 1994). Ainda de acordo com Silva (1994), surgiram variedades de alto rendimento produtivo, melhoradas no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e outros centros de pesquisa, juntamente com o uso de insumos considerados "modernos" (fertilizantes sintéticos e agrotóxicos). Pois o melhoramento genético potencializava o aumento da produtividade, que expressava desempenho positivo somente com as adubações pesadas com NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) e agrotóxicos. Como essas variedades melhoradas são muito exigentes em fertilidade a unidade de produção torna-se muito dependente desses recursos externos, o que corrobora com os altos custos de produção.

A partir da dita "revolução verde", que trouxe todo esse arsenal tecnológico à lavoura, o uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e máquinas agrícolas passaram a ser constantes nas lavouras de café. De acordo com Lopes (2009), ao romper com os processos de resiliência, estabilidade e adaptabilidade dos agroecossistemas diversificados devido à simplificação do ambiente agrícola, as intervenções com agroquímicos tornaram-se um círculo vicioso, comprometendo ainda mais as relações ecológicas. Com a devastação das matas, solos erodidos exigem mais fertilizantes, não permitindo a nutrição adequada das plantas, tornando-as mais suscetíveis ao ataque de pragas e doenças, levando os agricultores a aplicarem doses crescentes de agrotóxicos que também eliminam os inimigos naturais das pragas, facilitando a proliferação de moléstias às lavouras (VEIGA, 2003). De acordo com Campello et al. (2006),

esses sistemas de produção agrícola dominantes nos trópicos, com raras exceções, promovem redução rápida e significativa da qualidade do solo, o que se traduz no avanço alarmante da degradação das terras afetando os solos e os recursos hídricos.

De acordo com Lopes (2009), sabe-se que a cafeicultura, arranjadas em monoculturas a pleno sol, sofrem com as adversidades climáticas (sol, estresse hídrico, ventos) e fitossanitárias, uma vez que a ausência de práticas conservacionistas, como cobertura do solo e consórcios com espécies arbóreas, possibilita o empobrecimento dos solos e contribui com a má nutrição dos cafeeiros, aumentando sua susceptibilidade às pragas e doenças. Assim, os cafeicultores utilizam pesticidas e fertilizantes sintéticos como medidas paliativas de proteção e nutrição das lavouras, apesar de tais medidas não soluciorem os problemas fitossanitários e ainda acarretarem outros de severas implicações econômicas e sócio-ambientais (LOPES, 2009). Isso demostra o quanto a agricultura intensiva em agroquímicos é insustentável e traz consigo um emaranhado de problemas que transitam não somente na questão ambiental, expressando consideráveis problemas econômicos e sociais.

De acordo com Romeiro (1998), na natureza, diversidade é sinônimo de estabilidade e quanto mais simplificado for um determinado ecossistema, maior a necessidade de fontes de energia para manter o equilíbrio.

Segundo Lopes (2009), os problemas socioambientais engendrados pela dita agricultura moderna favoreceram muito mais o mercado das indústrias agroquímicas e farmacêuticas, pois para todos os problemas apresentados (pragas e doenças nos cultivos, intoxicação ou aumento das doenças crônicas nos agricultores) a indústria apresentava soluções. De acordo com o mesmo autor, a propagação de uma agricultura resiliente e autossuficiente, baseada na maximização das funções ecológicas propiciadas pela natureza, de maneira gratuita, e a propagação dos conhecimentos tradicionais sobre etnobotânica e práticas agrícolas não iriam favorecer a comercialização dos agroquímicos e remédios. Após a revolução verde a agricultura passou a ter um papel importante, não somente na produção de matérias primas e alimentos, mas também como mercado para o parque industrial em termos de máquinas e posteriormente de outros insumos agrícolas (MARTINE E BESKOW, 1987). Assim, as tecnologias trouxeram juntamente às altas produtividades obtidas, a degradação dos recursos naturais (solo, mananciais de água, diversidade genética, biodiversidade) e também criaram dependência de combustíveis fósseis não renováveis (GLIESSMAN, 2005).

Nos anos seguintes à revolução verde, que mecanizou o campo, verificou-se um aumento no número de desempregados e do êxodo rural. Como consequência do uso intensivo

da tecnologia químico-mecânica, os trabalhadores rurais perderam seus empregos, as colônias nas fazendas ficaram vazias e cerca de 30 milhões de pessoas migraram para as cidades no final do século XX (PRIMAVESI, 1997).

2.2 Estilos Alternativos de Produção Agrícola – Agriculturas de base ecológica

O conceito de agricultura sustentável ou ecológica surge como resposta ao declínio que a agricultura moderna vem provocando na qualidade da base de recursos naturais. Atualmente, a discussão sobre a produção agrícola tem evoluído, partindo de uma abordagem puramente técnica para uma leitura mais complexa (ALTIERI, 2012).

Não se pode negar que pesquisadores, ambientalistas e uma pequena parcela da sociedade, graças aos estudos científicos, têm se atentado à questão ambiental e o movimento "verde" iniciado por volta de 1920 tem assumido maiores proporções no cenário atual. Pois a questão ambiental não é considerada mais como apenas uma manifestação contrária ao crescimento econômico e sim uma questão de sobrevivência de toda a humanidade, uma vez que os níveis atuais de contaminação do solo, água, ar, destruição da nossa fauna e flora, apropriação do patrimônio genético por poucas empresas, empobrecimento da população e atuais crises financeiras dos países desenvolvidos evidenciam a fragilidade e insustentabilidade do conhecido e atual "desenvolvimento econômico" assumido pela maioria dos países.

Assim, a pesquisa científica tem contribuído muito com a denúncia da precária situação ambiental e ao mesmo tempo tem apresentado propostas e métodos de mitigação para a restauração dos ambientes degradados e conservação das áreas que ainda não sofreram devastação. Acredita-se que para conseguir restaurar ambientes degradados, antes de tudo é necessário conhecer o funcionamento dos ecossistemas, as dinâmicas existentes entre as plantas, os animais, os microorganismos, uma vez que todo esse arsenal biológico representa um emaranhado de relações inter-específicas e intra-específicas, sendo que o rompimento de apenas um elo dessas manifestações biológicas pode representar o insucesso de toda a cadeia biológica.

Nesse sentido, a ciência tropical merece reconhecimento por seus esforços e acúmulos, uma vez que nos últimos 40 anos conseguiu avançar nas pesquisas sobre florestas tropicais. Conseguiu averiguar como o funcionamento das florestas tropicais (sucessão ecológica, organização e composição genética) é diferente das florestas de regiões temperadas, pois o clima não é o mesmo, a decomposição da serapilheira e animais mortos são realizados mais

lentamente, a quantidade de espécies existentes nessa região é bem menor do que na região tropical, e assim por diante. Portanto, graças a essa descoberta e ao desenrolar das pesquisas científicas nas regiões tropicais, atualmente temos uma base científica pautada nas características edafoclimáticas e biológicas dos trópicos, o que tem favorecido a criação de modelos para a restauração de áreas degradadas e a criação de agroecossistemas biodiversos sustentáveis.

Outro despertar para a necessidade de princípios e práticas sustentáveis também foi constatado na década de 60. A publicação de Rachel Carson "Silent Spring" é considerada um clássico e um marco que chamou a atenção da opinião pública sobre o uso de inseticidas causando efeitos desastrosos ao ambiente.

De acordo com Khatounian (2001), nas décadas de 70 e 80, constatou-se a poluição generalizada do planeta, dos pinguins da Antártida aos ursos polares no Ártico. Em 1992, esse conjunto de informações origina documentos apresentados e aprovados na Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, a denominada RIO-92 ou ECO-92, no Rio de Janeiro. Essa sequência de alterações repercute na atitude do homem diante da Natureza e se traduz abaixo como:

> "O temor e o domínio vão sendo substituídos por uma atitude de respeito e convivência" (KHATOUNIAN, 2001, p. 24).

Nesse contexto, a busca de uma agricultura menos dependente de insumos químicos tem sido frequente e é parte de uma busca maior de desenvolvimento sustentável, na tentativa de conciliar as necessidades econômicas e sociais das populações humanas com a preservação dos recursos naturais (KHATOUNIAN, 2001).

Assim, é importante distinguir historicamente e conceitualmente as origens da chamada agricultura alternativa e da Agroecologia, pois, a primeira configura-se como um conjunto de correntes dissidentes do modelo de agricultura convencional originado nos trabalhos pioneiros de Justus von Liebg, e a segunda como disciplina científica que, embora mais recente, tem suas origens fundamentadas no estudo de práticas camponesas das agriculturas tradicionais e numa integração disciplinar (EMBRAPA, 2006).

Desse modo, primeiro enfatizaremos essas correntes de agricultura alternativa, distinguindo-as e caracterizando-as, para em seguida discorrer sobre a ciência Agroecologia.

No início do século XX, a agricultura estava marcada pelo caráter produtivista, gerada por Liebig, que introduziu a prática da adubação com fertilizantes sintéticos. A partir da década de 1920, surgiu de acordo com Ehlers (1999), movimentos contrários que valorizavam o uso da matéria orgânica. Tais movimentos podem ser agrupados em quatro linhas. Na Europa a Agricultura Biodinâmica, iniciada por Rudolf Steiner (1924); a Agricultura Orgânica, criada por Albert Howard (1925/1930), e a Agricultura Biológica, idealizada por Hans Muller, no mesmo período. Em 1935, surge no Japão outra vertente, a Agricultura Natural, baseada nas idéias de Mokiti Okada e Fukuoka (EMBRAPA, 2006).

2.2.1 Agricultura Biodinâmica

Na agricultura biodinâmica a propriedade agrícola deve ser vista como um organismo em que a individualidade de cada situação deve ser respeitada. Orienta práticas agrícolas que respeitem a natureza. Na agricultura biodinâmica são indicadas como práticas agrícolas a interação entre a produção animal e vegetal, a orientação astronômica para definir os períodos de semeadura, a utilização de compostos líquidos elaborados a partir de substâncias animais e vegetais, a harmonia ambiental, que destaca a propriedade em equilíbrio com o meio natural também no aspecto visual, o uso de adubação verde (leguminosas) e o cultivo de ervas para uso na forragem (SANTOS; MENDONÇA, 2001).

2.2.2 Agricultura Biológica

Similar a agricultura orgânica, a agricultura biológica traz a necessidade de um relacionamento mais equilibrado com o meio ambiente e de melhor qualidade dos produtos produzidos (KHATOUNIAN, 2001).

De acordo Petersen (2012), a diferença essencial entre a agricultura biológica e a orgânica é que a associação entre pecuária e agricultura não seria a única forma de obter matéria orgânica para reprodução da fertilidade. Esse recurso poderia ser proveniente de outras formas fontes externa à propriedade, inclusive de resíduos urbanos. Além disso, os defensores da agricultura biológica apregoavam o uso de pó de rocha como estratégia para a recomposição de minerais no solo.

Nos países europeus como França, Itália, Portugal e Espanha, predomina o uso do termo agricultura biológica, em detrimento da agricultura orgânica (JESUS, 2005).

2.2.3 Agricultura Orgânica

Tem como princípio a aplicação no solo de resíduos orgânicos vegetais e animais produzidos na propriedade, com o objetivo de manter o equilíbrio biológico e a ciclagem dos nutrientes (SANTOS; MENDONÇA, 2001).

Além disso, estabelecer sistemas de produção com base em tecnologias de processos, ou seja, um conjunto de procedimentos que envolvam a planta, o solo e as condições climáticas, produzindo um alimento sadio e com suas características e sabor originais, que atenda as expectativas do consumidor (PENTEADO, 2000).

O desenvolvimento de um mercado de produtos orgânicos trouxe a necessidade de certificação e definição legal de normas mínimas para que um produto possa ser comercializado como orgânico. A existência do sobrepreço ou prêmio na comercialização dos produtos certificados vem atraindo muitos empreendedores que visam lucro imediato, sem muitas preocupações ambientais, fazendo ressurgir novas interpretações e debates acerca do cultivo de produtos orgânicos. Afinal, a agricultura orgânica equivale a uma simples substituição de insumos convencionais por orgânicos ou biológicos, mas mantêm a lógica dos sistemas convencionais (FEIDEN, 2005).

2.2.4 Agricultura Natural

Tem como objetivo minimizar a intervenção no ambiente e nos processos naturais. Os quatro princípios básicos são: fazer agricultura sem cultivo do solo (o processo de aração degrada o solo), não utilizar fertilizantes químicos e inorgânicos, não capinar o solo (as plantas companheiras enriquecem o solo) e não utilizar agrotóxicos. Dentre outras práticas agrícolas recomenda-se a rotação de culturas, adubação verde, cobertura morta, controle de pragas e doenças pela manutenção das características naturais do ambiente e melhoria das condições do solo e emprego de inimigos naturais (SANTOS; MENDONÇA, 2001).

Segundo Khatounian (2001), mais recentemente, a agricultura natural tem se concentrado na utilização de microorganismos benéficos à produção vegetal e animal, conhecidos pela sigla de EM (microorganismos eficazes). O EM é uma suspensão na qual coexistem mais de dez gêneros e oitenta espécies de microorganismos eficazes. Pode-se dizer que o EM é constituído basicamente por quatro grupos de microorganismos: leveduras, actinomicetos, bactérias produtoras de ácido lático e bactérias fotossintéticas. Estes

microorganismos aumentam a vida do solo e, consequentemente, auxiliam no aumento de fertilidade do sistema edáfico.

Embora os estilos de produção agrícola alternativo citado anteriormente sejam de importância para a qualidade ambiental e de vida dos seres humanos, a Agroecologia, de acordo com Altieri (2012), vai além do uso de práticas alternativas e do desenvolvimento de agroecossistemas. A proposta agroecológica enfatiza agroecossistemas complexos nos quais as interações ecológicas e os sinergismos entre seus componentes biológicos promovem os mecanismos para que os próprios sistemas subsidiem a fertilidade do solo, sua produtividade e a sanidade dos cultivos.

2.3 Agroecologia

A Agroecologia é considerada uma do conhecimento científico que transcende os limites da própria ciência, ao incorporar questões não tratadas pela ciência clássica (relações sociais de produção, equidade, segurança alimentar, produção para auto-consumo, qualidade de vida, sustentabilidade) (EMBRAPA, 2006).

Desde então, podemos afirmar que Agroecologia, como abordagem científica que analisa a agricultura além dos aspectos da maximização da produção, mas considerando as influências de aspectos socioculturais, políticos, econômicos e ecológicos no âmbito do sistema alimentar e do desenvolvimento rural, tem crescido como um novo paradigma capaz de buscar as bases científicas da sustentabilidade da agricultura por meio da integração interdisciplinar (EMBRAPA, 2006). Para Guzmán (2001), a Agroecologia assume um novo campo de estudos que permite o desenho de estratégias de desenvolvimento rural sustentável, colocando em destaque a importância do desenvolvimento local, a necessidade de construção e reconstrução do conhecimento local como estratégia básica para o processo de transição agroecológica.

De acordo com Caporal e Costabeber (2007), a construção do desenvolvimento rural sustentável, a partir dos princípios da Agroecologia, deve assentar-se na busca de contextos de sustentabilidade crescente, alicerçados em algumas dimensões básicas, conforme observado na Figura 1.

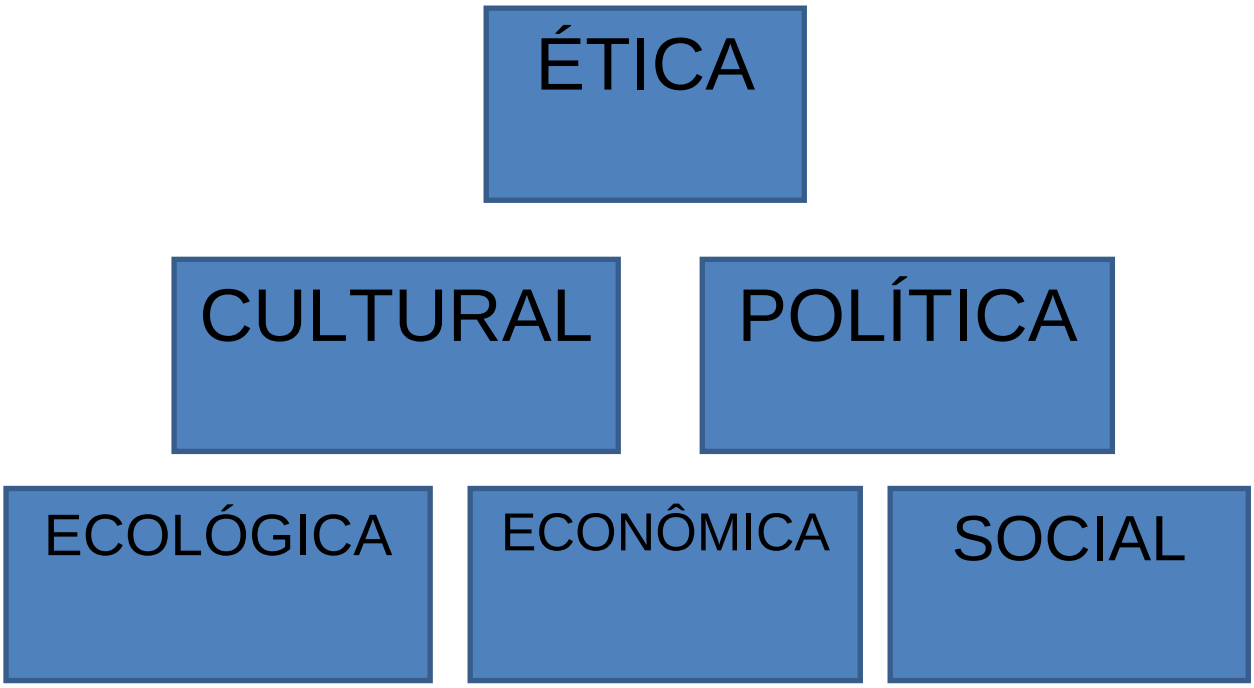

Figura 1 - Dimensões da Sustentabilidade

Fonte: Caporal e Costabeber (2007, p. 112)

Assim, de acordo com Lopes (2009), num sentido mais amplo, a Agroecologia se concretiza quando, simultaneamente, cumpre com os preceitos da sustentabilidade econômica (potencial de renda e trabalho, acesso ao mercado), ecológica (manutenção ou melhoria da qualidade dos recursos naturais e das relações ecológicas nos agroecossistemas), social (inclusão das populações mais pobres e segurança alimentar), cultural (respeito e valorização das culturas tradicionais), política (organização para a mudança e participação nas decisões) e ética (valores morais transcendentes).

Ainda de acordo com o mesmo autor, a Agroecologia, como ciência em construção baseia-se no diálogo entre saberes, na evolução dialógica do conhecimento científico e do saber popular, valorizando a cultura do homem e da mulher do campo e seus conhecimentos empíricos.

Com base em vários estudos e pesquisas nesta área, a Agroecologia tem sido reafirmada como uma ciência ou disciplina científica, ou seja, um campo de conhecimento de caráter multidisciplinar que apresenta uma serie de princípios, conceitos e metodologias que nos permitem estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas (CAPORAL;

COSTABEBER, 2002). De acordo com Altieri (1989), a Agroecologia proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição a estilos de agricultura sustentável nas suas diversas manifestações ou denominações.

A Ciência Agroecologia resgata, sob novas bases tecnológicas e econômicas, a lógica da complexificação das sociedades camponesas tradicionais e seus conhecimentos desprezados pela agricultura moderna como forma de vencer o desafio de estabelecer uma agricultura sustentável (ASSIS, 2002).

O aprendizado dessa nova maneira de pensar e fazer agricultura passa por experiências de êxito e fracasso, como todo projeto que é idealizado e realizado pela sociedade (GUZMÁN, 2005). A Agroecologia tem como estratégia uma natureza sistêmica, ao considerar a propriedade, a organização comunitária e o restante dos marcos de relação das sociedades rurais articuladas em torno da dimensão local, onde se encontram os sistemas de conhecimentos portadores do potencial endógeno e sociocultural. Tal diversidade é o ponto de partida de suas agriculturas alternativas, a partir das quais se pretende o desenho participativo de métodos de desenvolvimento endógeno para estabelecer dinâmicas de transformação em direção a sociedades sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2002). De acordo com Iamamoto (2005), a Agroecologia é indissociável do desenvolvimento rural voltado para a agricultura familiar, o que exige uma abordagem transdisciplinar, propiciando uma culta e fecunda interlocução entre as Ciências Naturais, Ciências Humanas e Sociais.

A Agroecologia ainda proporciona o conhecimento e a metodologia necessários para desenvolver uma agricultura que é ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável. Abre portas para o desenvolvimento de novos paradigmas da agricultura, em parte porque corta pela raiz a distinção entre a produção de conhecimento e sua aplicação. Valoriza o conhecimento local e empírico dos agricultores, a socialização desse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum da sustentabilidade (GLIESSMAN, 2005).

Por outro lado, na Agroecologia a preservação e ampliação da biodiversidade dos agroecossistemas é o primeiro princípio utilizado para produzir auto regulação e sustentabilidade (ALTIERI et al., 1987).

Quando a biodiversidade é restituída aos agroecossistemas, numerosas e complexas interações são estabelecidas entre o solo, as plantas e os animais. Tais interações e sinergismos podem resultar em efeitos benéficos, como:

- Cobertura vegetal contínua para proteção do solo;
- Assegura constante produção de alimentos, variedade na dieta alimentar e produção de alimentos e produtos para o mercado;
- Fecha os ciclos de nutrientes e garante o uso eficaz dos recursos locais;
- Contribui para a conservação do solo e dos recursos hídricos através da cobertura morta e da proteção contra o vento;
- Intensifica o controle biológico de pragas fornecendo um habitat para os inimigos naturais;
- Aumenta a capacidade de múltiplo uso do território;
- Assegura produção sustentável das culturas sem o uso de insumos químicos que possam degradar o ambiente (ALTIERI et al., 1983).

Assim, o objetivo final do modelo agroecológico é melhorar a sustentabilidade produtiva, econômica e ecológica dos agroecossistemas, ao propor um sistema de manejo que tenha como base os recursos locais e uma estrutura operacional adequada às condições ambientais e socioeconômicas existentes. Ao se adotar uma estratégia agroecológica, os componentes de manejo são geridos com o objetivo de garantir conservação e aprimorar os recursos locais (germoplasma, solo, fauna benéfica, diversidade vegetal, etc) (ALTIERI, 2012).

A adoção de estratégias agroecológicas são empregadas no intuito de fomentar a transição agroecológica dos agroecossistemas.

2.4 Transição Agroecológica

A conversão do manejo convencional de alto uso de insumos para um manejo de baixo uso de insumos externo é um processo de transição em quatro fases distintas, descritas a seguir (ALTIERI, 2000):

- Retirada progressiva de insumos químicos
- Racionalização e melhoramento da eficiência no uso de agroquímicos por meio do manejo integrado de pragas (MIP) e manejo integrado de nutrientes;
- Substituição de insumos, utilizando tecnologias alternativas e de baixo consumo de energia;

- Replanejamento do sistema agrícola diversificado visando incluir integração plantação/animal.

São diversos os fatores que encorajam os agricultores a começarem o processo de transição, dentre os quais: custo crescente de energia (insumos químicos), baixa margem de lucro das práticas convencionais, aumento da consciência ambiental entre consumidores, produtores e legisladores, sendo que o sucesso da transição depende da capacidade do produtor em ajustar a estrutura de sua unidade produtiva a um novo contexto de produção.

Além disso, de acordo com Lopes (2009), o debate sobre transição agroecológica é atual e requer mudanças que vão além do manejo agrícola. Um maior entendimento dos pressupostos de uma produção sustentável é necessário para o desenvolvimento rural local. Transpor as normas impostas pelas certificadoras de produtos orgânicos atualmente se faz necessário, pois o processo de construção de uma agricultura sustentável está muito além do enfoque da substituição de insumos convencionais por insumos orgânicos e exige, necessariamente, a capacitação e formação de técnicos, estudantes e agricultores num enfoque agroecológico (LOPES, 2009). O incentivo à pesquisa, ao ensino e à extensão nessa área interdisciplinar do conhecimento científico, embasado nos princípios da Agroecologia, corroborará nesse processo de mudança a caminho do desenvolvimento rural sustentável.

Assim, para Khatounian (2001), a transição é um processo de natureza biológica e educativa, fazendo-se necessária durante a conversão uma sequência lógica e explícita, a organização das informações e propostas de forma compreensível para os agentes envolvidos.

Desse modo Khatounian (2001), explicita alguns elementos importantes durante esse processo:

- Ponto de partida – diagnóstico da propriedade, incluindo levantamento dos recursos disponíveis (naturais, humanos), bem como o levantamento do histórico de vida do agricultor e do sistema.
- Ponto de chegada – Resulta da interação entre o gerente do sistema que se pretende converter e o assessor com experiência no assunto. O gerente fornece os contornos do que deseja implantar, que precisa ser criticamente avaliados pelo assessor e traduzidos a um nível de detalhes que permita sua operacionalização. Esse processo interativo cria uma oportunidade ímpar de aprendizado.
- Definição dos pontos-chave – é o processo entre o ponto de partida e o ponto de chegada. Nessa etapa, é importante focalizar o conjunto de entraves e possíveis

soluções, além de refletir e identificar os pontos chave. Os pontos-chave são biológicos, familiares, sociais, econômicos e da capacitação do pessoal envolvido.

- Cronograma e Metas Setoriais – Estabelecimento de calendário de trabalho, para que as mudanças sejam implementadas e surtam efeitos desejados a seu tempo. Nessa etapa, convém considerar possíveis falhas e situações adversas que podem ocasionar.
- Estabelecimento de Canais de Comercialização – A conversão abrange mudanças nas vias de comercialização. Geralmente, é a própria atração por vias alternativas de comercialização que leva o agricultor a se decidir pelo processo de transição. Assim, como se trata de um mercado diferenciado, convém que os canais de comercialização sejam definidos anteriormente á produção.
- Certificação – Nesse processo é de suma importância considerar a necessidade de escoar a produção. Desse modo, convém ao agricultor consultar possíveis compradores sobre a modalidade de certificação requerida. Com essas informações pode-se organizar desde o começo a produção de modo a atender essas exigências
- Finalização da Transição – Formalmente, a área esta convertida quando cumpriu prazos e prescrições de produtos e manejo previstos pela norma. No entanto, se o ensejo é sistemas agrícolas sustentáveis, usualmente o trabalho esta apenas a meio caminho. Pois, ainda há muito a ser aperfeiçoado em termos de eficiência no uso dos fatores de produção, de preservação do ambiente, e qualidade e quantidade da produção.

Para facilitar o processo convém que todos os aspectos discutidos na caminhada para a transição sejam descritos para um documento, que serve como marco de referência aos envolvidos no processo, pois, os aspectos centrais do plano são as representações do sistema atual e do sistema futuro.

2.5 Biodiversidade – Conceitos

O termo biodiversidade começou a ser debatido no cenário mundial em 1972, na Conferência Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, em Estocolmo, promovida pela ONU. Desde então o Brasil ficou conhecido no mundo como o maior detentor da biodiversidade, ocupando a posição número um no grupo dos Países Megadiversos. Esse slogan ganhou maior projeção a partir da Conferência do Meio Ambiente, a Rio-92, com a assinatura da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) por representantes de vários países

presentes neste encontro, provocando grande repercussão mundial do termo.

A Diversidade Biológica foi entendida pela convenção da diversidade (CDB, 2007) como a variabilidade entre os seres vivos de todas as origens, em todos os ecossistemas - terrestre, marinho, outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isso inclui diversidade genética intra-específica (entre indivíduos da mesma espécie), interespecífica (entre diferentes espécies) e dos ecossistemas.

A diversidade biológica é considerada em 3 níveis: a diversidade das espécies que representa o alcance das adaptações evolucionárias e ecológicas das espécies em determinados ambientes; a diversidade genética que é necessária para qualquer espécie para manter a vitalidade reprodutiva, a resistência a doenças e a habilidade para se adaptar a mudanças; e a diversidade de comunidade que representa a resposta coletiva das espécies às diferentes condições ambientais (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A biodiversidade refere-se tanto ao número (riqueza) de diferentes categorias biológicas quanto à abundância relativa (equitabilidade) dessas categorias; e inclui variabilidade ao nível local (alfa diversidade), complementaridade biológica entre habitats (beta diversidade) e variabilidade entre as paisagens (gama diversidade), inclui assim, a totalidade dos recursos vivos, ou biológicos, e dos recursos genéticos e seus componentes (ECOSITEBR, 2007).

Segundo Gliessman (2005), o conceito de diversidade torna-se amplo e complexo quando se reconhece as diversas dimensões da diversidade ecológica presentes nos ecossistemas, sendo em nível de espécies (o número de diferentes espécies no sistema), genética (o grau de variabilidade genética de cada espécie e entre espécies diferentes), vertical (o número de distintas camadas ou níveis horizontais no sistema), horizontal (o padrão de distribuição espacial de organismos no sistema), estrutural (o número de nichos e papéis tróficos na organização do sistema), funcional (a complexidade de interação, fluxo de energia e ciclagem de materiais entre os componentes do sistema) e temporal (o grau de heterogeneidade de mudanças cíclicas no sistema, como por exemplo, as mudanças sazonais causadas pelas clareiras com o início do processo sucessional).

A biodiversidade é responsável pela manutenção do equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, possuindo valor ecológico, genético, social, econômico, cientifico, educacional, cultural, recreativo e estético. Desse modo, a diversidade biológica pode ser considerada como um recurso chave, um capital biológico, sendo que sua perda é um processo irreversível (ODALIA-RÍMOLI et al., 2000). A diversidade é importante, pois ao mesmo tempo em que representa um produto, uma medida e uma base da complexidade de um sistema, possibilita o funcionamento sustentável do mesmo (BEGON, 2006). Portanto, a diversidade de um

ecossistema é o resultado da interação entre os componentes bióticos e abióticos e suas formas de organização. Biodiversidade é sinônimo de riqueza de espécies (GLIESSMAN, 2000), o que representa o número de diferentes espécies presentes em uma área geográfica definida.

Segundo Gliessman (2005), numa perspectiva, a diversidade do ecossistema ocorre como resultado das formas com que seus distintos componentes vivos e não vivos se organizam e interagem. Numa outra, a diversidade manifestada pelos ciclos biogeoquímicos complexos e pela variedade de organismos vivos é o que torna possível a organização e as interações do sistema. A manutenção da estrutura e do papel do ecossistema está intimamente relacionada com a diversidade, quanto maior a diversidade de espécies maior a diferenciação de habitats e maior a produtividade, o que permitem uma diversidade ainda maior de espécies (BEGON, 2006; GLIESSMAN, 2005; LEFF, 2000). Um alto número de espécies e uma alta diversidade genética permitem uma resistência maior à perturbação e à interferência, além de terem uma capacidade maior de recuperação após perturbação e de restauração do equilíbrio em seus processos naturais. Há, portanto uma relação entre diversidade e estabilidade, entretanto deve haver muita cautela nesta afirmação quando falamos em agricultura, o processo de produtividade deve estar sempre correlacionado aos diferentes tipos de diversidade para assim alcançar a sustentabilidade (ALTIERI, 1989; BEGON, 2006; GLIESSMAN, 2000; LEFF, 2000).

Desde que Tansley (1935) cunhou o termo ecossistema para se referir a uma combinação de comunidades de plantas e animais e seu ambiente físico, os ecologistas têm tentado demonstrar a relação entre diversidade e estabilidade do sistema. Os ecossistemas naturais geralmente seguem o princípio de que mais diversidade permite uma resistência maior à perturbação e a interferência. Os ecossistemas com alta diversidade tendem a ser capazes de se recuperar da perturbação e restaurar o equilíbrio em seus processos de ciclagem de materiais e fluxo de energia; em ecossistemas com baixa diversidade, a perturbação pode provocar, mais facilmente, modificações permanentes no funcionamento, resultando na perda de recursos do ecossistema e em alterações na constituição de suas espécies.

Segundo Gliessman (2005), parece haver uma correlação entre diversidade e estabilidade, quanto maior a diversidade de um ecossistema, mais resistente ele é a modificações e possui melhor capacidade de recuperação frente às perturbações. No entanto, há discordância sobre o grau e a força dessa correlação.

Essas controvérsias a cerca do tema diversidade e estabilidade são geradas pela natureza restrita da definição aceita de estabilidade, pois usualmente referem-se à ausência

relativa de flutuações nas populações de organismos no sistema, implicando uma condição de estado estável (GLIESSMAN, 2005). Esta noção é inadequada, necessita-se utilizar uma visão mais ampla de estabilidade (ou um novo termo), baseada nas características do sistema, que enfoque a robustez de um ecossistema (sua habilidade de sustentar níveis complexos de interação e processos de auto-regulação de fluxo de energia e ciclagem de materiais). Somente com essa noção holística e ampliada de estabilidade é podemos discutir e compreender o valor e uso da diversidade em agroecossistemas, que jamais serão estáveis, no sentido usual do termo (GLIESSMAN, 2005).

Estudos realizados em determinadas áreas apontaram que uma diversidade mais alta de espécies de pássaros estava correlacionada a uma estrutura de comunidade mais complexa, porque ela sustenta uma maior variedade de comportamentos de nidificações e alimentação (GLIESSMAN, 2005). Da mesma forma, a diversidade predador-presa e uma cadeia alimentar mais complexa estão correlacionadas tanto com os números efetivos de espécies quanto com a diversidade de habitats (GLIESSMAN, 2005). Por isso acredita-se que a agricultura familiar diversificada, que permite a formação de mosaicos na paisagem agrícola, favorece o aumento da robustez dos agroecossistemas, deixando-os mais resistentes e menos susceptíveis à proliferação de pragas e doenças.

Begon (2006) indica que há quatro grupos de fatores que podem afetar a riqueza de espécies em determinado local: fatores geográficos, fatores relacionados com a latitude ou com a altitude ou com a profundidade (no caso de ambientes aquáticos), fatores que são independentes da latitude e fatores bióticos. Este último grupo de fatores representa atributos biológicos de uma comunidade que apresentam forte influência na estrutura da mesma, como parasitismo, competição, predação, heterogeneidade gerada pelos próprios organismos e o status sucessional da comunidade. Podemos então, considerar fatores que apresentam uma variação espacial como produtividade, heterogeneidade espacial, dificuldades ambientais e também uma variação temporal como variações climáticas.

Embora a diversidade tenda a aumentar conforme avançam os estágios da sucessão, pesquisa recente em ecologia indica que a maturidade pode não representar o estágio com maior diversidade, pelo menos em termos de espécies (GLIESSMAN, 2005).

2.6 Perda da biodiversidade

A biodiversidade tem sido enaltecida como fator preponderante para a manutenção da vida no Planeta Terra. No entanto, apesar de representar a base da vida para toda a humanidade, poucas políticas públicas, tanto em nível nacional e internacional, têm sido

efetivas na conservação e preservação dos recursos naturais. Nos países desenvolvidos praticamente todas as florestas existentes foram destruídas, dado o crescimento econômico assumido pelos mesmos nos últimos séculos. Os países pobres e em desenvolvimento, também trilham pelos mesmos caminhos de devastação das florestais e demais recursos naturais, uma vez que também querem alcançar crescimento econômico sem um ideal de sustentabilidade.

Apesar da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e das conferências das partes (COPs) alertarem sobre os riscos do modelo atual de "desenvolvimento", que possuí um viés muito mais voltado ao crescimento econômico insustentável do que ao desenvolvimento propriamente, os atuais índices de desmatamento estão além do que seria necessário para conseguirmos conservar e preservar a biodiversidade. Isso traz para as atuais e futuras gerações a responsabilidade de proporem medidas conservacionistas, bem como o uso equitativo e sustentável dos recursos naturais.

Embora outras formas de exploração humana do ambiente – como mineração e urbanização – também tenham contribuído para a modificação do habitat em larga escala e para a perda de biodiversidade (GLIESSMAN, 2000), a produção agrícola é um dos maiores responsáveis pelas mudanças ambientais em nível de biosfera. As questões ligadas às atividades agrícolas são de extrema importância, visto que mais de 3/5 das áreas terrestres utilizáveis são hoje manejadas para fins agrícolas, pastoris ou de cultivos florestais (GARCIA, 2001).

De acordo com Altieri et al. (2014), na América Latina a agricultura, que ocupa 35,8% de sua superfície total, se expande à razão de 4,3 milhões de hectares de florestas naturais desmatadas anualmente, para dar lugar a monoculturas destinadas à exportação, e ao incremento de pastagens, plantações de eucalipto e soja, esta última majoritariamente, transgênica.

Atualmente, restam apenas cerca de 7% da Floresta Mata Atlântica original, sendo que a maior parte deste remanescente esta fragmentada, sofrendo contínua perda de biomassa vegetal e erosão genética (CAMPELLO et al., 2006).

Segundo Périco et al. (2005), o processo de fragmentação em áreas florestais leva à formação de fragmentos isolados que funcionam como ilhas de mata cercadas por habitats não florestados. Em algumas situações esse processo de formação dos fragmentos é natural e a zona de transição entre os fragmentos e os habitats não florestados é menos abrupta.

Esses processos reduzem drasticamente a diversidade biótica local, seja imediatamente, através da perda da área, ou em longo prazo, através dos efeitos do isolamento. A perda da área pode excluir imediatamente algumas espécies se as mesmas forem raras ou estiverem distribuídas em manchas (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2007).

As atividades de produção e extrativismo respondem por grande parte da modificação da paisagem, redução e alteração da biodiversidade natural em escala planetária. A ocupação agrícola atual já é de aproximadamente 1,5 bilhões de hectares, cobrindo grande parte da superfície terrestre. Áreas anteriormente ocupadas com agricultura se degradaram devido à adoção da monocultura associada ao manejo equivocado do solo, ao uso intensivo de agroquímicos e tecnologias intensamente aplicadas. Esse modelo agrícola tem alto impacto sobre os recursos naturais, como água e solo, e sobre processos biológicos vitais para o agroecossistema, particularmente a ciclagem de nutrientes e regulação de populações de espécies pragas, que são mediados por microrganismos e componentes da comunidade biótica (ALTIERI, 2003).

De acordo com o Manual Global de Ecologia (1993), a preservação da diversidade biológica é um problema de urgência sem precedentes. As atividades da população humana estão degradando o meio ambiente a índices crescentes; e a diversidade está sendo irreversivelmente diminuída através da extinção de muitas espécies, à medida que os habitats são destruídos.

Quando uma espécie se torna rara, ela perde a diversidade genética e se torna vulnerável (CORSON, 1993). Vários fatores provocam a perda da biodiversidade, tais como, destruição e alteração dos habitats, exploração de espécies selvagens, introdução de espécies exóticas, homogeneização, poluição e mudanças ambientais globais (OLIVEIRA; DUARTE, 2004).

A competição e exploração excessiva de espécies e a destruição de habitat sempre foram importantes causas da perda de diversidade, sendo esta última, a causa direta da extinção. A perda da diversidade biológica implica em alterações de determinados processos realizados pelos sistemas biológicos, como a regulação do ciclo hidrológico, a proteção do solo e o controle de variações climáticas severas (RICKLEFS, 1996).

Espécies de plantas, animais ou microorganismos introduzidas em um ecossistema do qual não fazem parte originalmente são chamados de exóticos. O mundo globalizado tem favorecido a introdução de espécies e, consequentemente, a sua homogeneização ao longo dos

continentes, sendo a introdução de espécies cultivadas em monoculturas de grandes extensões, uma das maiores causas de perda de biodiversidade no planeta (OLIVEIRA, 2007).

O agronegócio nacional está baseado na produção de produtos como o da cana-de-açúcar, espécie originária da Nova Guiné; do cafeeiro, da Etiópia; do arroz, das Filipinas; da soja e da laranja, ambas da China; do cacaueiro, do México; do trigo, da Ásia Menor, dentre muitos outros produtos importantes para a economia nacional. A silvicultura nacional depende de espécies de eucalipto provenientes da Austrália e de pinheiros, da América Central. A atividade pecuária depende de bovinos, da Índia e Europa, de equinos, da Ásia Central, e de forrageiras africanas. Da mesma forma, a piscicultura depende de carpas, da China, e de tilápias, da África Oriental. Mesmo a apicultura comercial de larga escala está baseada em espécies de abelhas provenientes da Europa e da África tropical.

O Brasil é rico em biodiversidade, mas depende da biodiversidade de outros países. Isso acontece porque o mercado está voltado para a produção de produtos exóticos e não para os produtos de origem nativa, que não tem um mercado mundial tão amplo. Promovendo mudanças nas formas de uso dos solos, derrubada da vegetação nativa e muitas vezes extinção de espécies nativas (OLIVEIRA; DUARTE, 2004).

Os impactos das introduções sobre a biota nativa podem ser imperceptíveis, mas, por outro lado, estes impactos podem ser catastróficos, uma vez que estas espécies podem causar profundas alterações na estrutura dos ecossistemas, ou mesmo danos econômicos (OLIVEIRA, 2007).

O modelo de modernização da agricultura mundial a partir da Revolução Verde levou à prática predominante da monocultura. Essa prática caracterizou-se pelo uso de plantas híbridas e alto aporte de insumos externos, como fertilizantes e agrotóxicos. Essa necessidade de insumos é decorrência da não valorização da biodiversidade funcional nos agroecossistemas, e caracteriza-se por ser um pacote tecnológico desenvolvido para a produção em larga escala, em grandes monoculturas (FERRAZ, 1999).

Segundo este autor, a monocultura é um fator determinante de instabilidade e insustentabilidade do sistema, que necessita ser compensada pelo aporte de energia externa na forma de insumos, que causam contaminações ambientais graves.

A princípio, a prática da monocultura trouxe grandes vantagens devido às facilidades de manejo em extensas áreas, proporcionando assim, um sistema voltado à obtenção de altas produções com lucros substancias. Todavia, este modelo de exploração para muitas culturas tropicais tem se mostrado um sistema não tão efetivo quanto se esperava (MONTEIRO; MARQUES, 2007). A simplificação do sistema como consequência dessa prática diminui a

resiliência dos agroecossistemas, tornando-os mais susceptíveis ao ataque de pragas e doenças.

De acordo com Gliessman (2005), na abordagem convencional, a tentativa de controlar rigidamente e homogeneizar todas as condições isoladamente, com freqüência, resulta na eliminação de relações e interferências benéficas, deixando somente a interferência e interações negativas. As práticas convencionais de manejo atuam principalmente nos níveis individual ou populacional do sistema, mais do que nos níveis de comunidade e ecossistema, onde ocorrem interações mais complexas.

2.7 Biodiversidade: ferramenta no manejo da fertilidade e sanidade dos sistemas

A biodiversidade tem servido de sustentáculo para a sobrevivência da humanidade e é a base da vida no planeta terra. A diversidade é, simultaneamente, um produto, uma medida e uma base da complexidade de um sistema, e portanto, por isso tem a habilidade de manter um funcionamento sustentável (GLIESSMAN, 2005).

De acordo com Schlindwein (2009), é quase unanimidade entre os conservacionistas e manejadores ambientais a ideia da relação entre a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio da natureza. Neste sentido, ressalta-se a importância do reconhecimento dos usos e valores da biodiversidade segundo a categorização proposta por (SCHLINDWEIN, 2009): valor econômico direto (cerca de 75% da alimentação de muitos países advém da coleta, pesca e caça), valor produtivo (plantas cultivadas e animais domesticados são oriundos da diversidade existente), valor recreativo (atividades de recreação, lazer e cultura ligadas à paisagem e seus componentes no ambiente natural), valor ecológico (dispersão de sementes e o controle de pragas são exemplos) e o valor de existência ou simbólico (são os valores éticos, místicos, religiosos e existenciais da biodiversidade).

Essa biodiversidade natural, compreendida desde a escala genética até a ecossistêmica, é a fonte de todas as plantas e animais que são utilizados atualmente na produção agropecuária (ALTIERI, 1999). A agricultura pode ser reconhecida como a manipulação de um dado ecossistema a fim de produzir plantas e animais necessários ou desejados pelos humanos (PIMENTEL, 1984), em resposta às demandas sociais e econômicas vigentes (OLSON; FRANCIS, 1995), sendo que todas as plantas cultivadas para fins agrícolas, em todo o mundo, são derivadas de espécies silvestres que foram modificadas pelo homem ao longo do tempo, por meio de processos de domesticação, seleção de variedades e hibridização (ALTIERI, 1999). Ou seja, da mesma forma que a biodiversidade abrange diversas escalas – dos genes, das espécies e dos ecossistemas - a agrobiodiversidade também se refere à

diversidade genética dos cultivares e criações animais, a sua diversidade em nível de espécies cultivadas assim como à diversidade das paisagens agrícolas, resultado da combinação de processos biológicos como aspectos sociais e culturais humanos.

Além de sua importância na produção de alimentos, fibras e matérias-primas energéticas, como os agrocombustíveis, a biodiversidade presente nos agroecossistemas oferece ainda uma variedade de serviços ecológicos essenciais para a manutenção e estabilidade destes sistemas. Isso se dá por meio da interação dos organismos entre si e com o meio ambiente. Em ecossistemas naturais, a cobertura vegetal de uma floresta previne a erosão do solo, controla enchentes pelo aumento da infiltração e redução do escoamento superficial da água (ALTIERI 1999, ALTIERI et al., 2003). Em sistemas agrícolas, é conhecida, por exemplo, a correlação direta entre a cobertura vegetal e a diversidade de insetos (FADINI *et al.,* 2001), úteis na polinização, no controle de pragas, na reciclagem de nutrientes e melhorando a qualidade do solo e diversos outros processos, como a regulação dos processos hídricos locais e a detoxicação de químicos nocivos (ALTIERI, 1999, ALTIERI; NICHOLLS 1999, 2000; ALTIERI et al., 2003).

Sendo assim, podemos perceber que a biodiversidade é a essência na operação dos mecanismos ecológicos internos de controle do equilíbrio (SKORUPA et al., 2012), pois quanto maior o número de espécies presentes em um determinado ecossistema, maior será o número de interações tróficas entre seus componentes e, conseqüentemente, a estabilidade tenderá a aumentar (EHLERS, 1999; FERRAZ, 1999; MARQUES, 2003).

A complexidade característica de um sistema como um todo se torna a base para interações ecológicas fundamentais no desenho de agroecossistemas sustentáveis. Essas interações são em grande medida, uma função da *diversidade* de um sistema.

Na maioria dos agroecossistemas, a perturbação é muito mais freqüente, regular e intensa do que em ecossistemas naturais, uma vez que todo agroecossistema é uma simplificação a partir de sistemas naturais. Raramente, os agroecossistemas podem avançar muito no seu desenvolvimento sucessional. Porém existem várias formas de manejar e manter um agroecossistema, algumas mais diversas e estáveis do que outras. Assim, torna-se necessário analisar como os processos de produção agrícola estão ocorrendo nos dias de hoje, e qual o grau de importância dado às funções desempenhadas pela diversidade nestes sistemas.

De acordo com Altieri et al. (2014), no agroecossistema é possível distinguir quatro tipos de biodiversidade: produtiva (plantações e animais), destrutiva (pragas, ervas espontâneas competidoras, doenças), neutra (herbívoros não pragas que são consumidos

pelos predadores) e benéfica ou funcional (como polinizadores, inimigos naturais, vermes e microrganismos do solo que desempenham papéis importantes em processos ecológicos como a polinização, controle natural de pragas, ciclagem de nutrientes, etc). Dentre os principais serviços ecossistêmicos relacionados aos agroecossistemas produzidos pela biodiversidade destacamos a polinização das plantas, o controle biológico de pragas e a fertilidade dos solos, uma vez que possuem relação direta com a produção de alimentos à humanidade.

A diversidade de espécies, inclusive nos cultivos agrícolas, depende muito da polinização animal, pelo menos um terço das plantas agrícolas do mundo depende da polinização fornecida por insetos e outros animais. A produção agrícola e a diversidade de agroecossistemas estão ameaçadas pelos declínios das populações de polinizadores. As principais causas desse declínio têm sido a fragmentação de habitats, o uso de substâncias químicas agrícolas e industriais, os parasitas e as doenças e a introdução de espécies exóticas. A diversidade de plantas silvestres e a variabilidade de plantas cultivadas dependem da diversidade de polinizadores, por isso é muito importante o manejo de polinizadores, que envolve o profundo conhecimento sobre a biologia das espécies de polinizadores e de polinizadas, a identificação das causas que levam ao declínio daquela população e, em conseqüência, da produção das culturas agrícolas e das técnicas disponíveis, para que as espécies polinizadoras se recuperem em número e voltem a ocupar áreas onde se distribuíam originalmente (PROBIO, 2006).

Em um sistema agroflorestal (SAF) ou na própria floresta há dois aspectos elucidados: a circulação constante de matéria mineral absorvida pelas árvores e uma adição constante de nova matéria mineral, vinda das vastas reservas do subsolo (HOWARD, 2007). E segundo o mesmo autor, exemplificando a riqueza de minerais e adubo orgânico (húmus) dos solos cobertos por mata afirma que o café, a banana e outras culturas podem ser cultivados e em solos recentemente desmatados com boas produtividades alcançadas por cerca de 10 anos ou mais, sem o advento de adubações sintéticas. As espécies de leguminosas presentes no SAF com bactérias (*Rhizobium spp*) permite que elas sobrevivam em solos com muito pouco nitrogênio para sustentar outras plantas que são mais exigentes a esse nutriente, pois as leguminosas o incorporam em sua biomassa por meio da associação às bactérias nitrificadoras e o torna disponível no solo após a morte e decomposição (GLIESSMAN, 2005).

A prioridade central no manejo de um sistema como um todo é criar um agroecossistema mais complexo e diversificado porque somente com alta diversidade poderá existir potencial para interações benéficas (GLIESSMAN, 2005).

A diversificação conduz a modificações positivas nas condições abióticas e atrai

populações de artrópodes benéficos, mantendo a fertilidade e a produtividade dos agroecossistemas, além de regular a população de pragas (GLIESSMAN, 2005). No entanto, essa diversificação proposta deverá ser estabelecida por meio de critérios e interações intencionalmente estabelecidas, privilegiando sempre plantas com presença abundante de nectários florais capazes de atrair e suprir as necessidades alimentares dos insetos polinizadores, predadores e parasitóides.

Na floresta tropical há uma proporção muitíssimo maior de espécies de insetos e microrganismos em relação às espécies vegetais. Segundo Kriecher (1990) apud Kageyama (2008), para cada espécie vegetal haveria cerca de 100 espécies outras de insetos e microrganismos nas florestas tropicais, tornando esses organismos altamente predominantes nesses ecossistemas. Esses insetos e microrganismos vivem em equilíbrio dinâmico com as espécies de plantas, muito embora sejam suas potenciais pragas e doenças, o que ocorre quando desequilibramos esses ecossistemas.

De acordo com Kageyama (2008), essa teoria de associação entre organismos na natureza e o equilíbrio do ecossistema vem sendo colocada num enfoque de coevolução entre espécies, tanto entre predador e predado, como na relação entre plantas e seus polinizadores ou seus dispersores de sementes. Na agricultura dita moderna, nas regiões tropicais do globo, onde a relação trófica entre as plantas e seus insetos e microrganismos é muito complexa, o caminho tomado para o desenvolvimento da tecnologia na agricultura vem procurando isolar a planta de seus organismos relacionados, considerando-os como simplesmente inimigos e nunca como coevoluídos, ou parceiros.

A resiliência e sanidade dos agroecossistemas estão relacionadas com a resistência genética das plantas, com a diversidade e densidade populacional das espécies vegetais presentes no sistema, uma vez que as plantas coevoluíram com os insetos. As espécies comuns (climácicas na sucessão) desenvolveram substâncias químicas (compostos secundários) para defender-se dos insetos herbívoros e doenças, enquanto que as espécies raras (secundárias tardias) não desencadearam este processo de defesa natural, sendo muito susceptíveis a essas moléstias. Por isso, as espécies raras possuem uma dinâmica espacial bem diferente das comuns, onde se tem baixa densidade populacional (menos de 1 indivíduo adulto por hectare), teoricamente, se “escondem” dos seus predadores naturais. Segundo a hipótese de Janzen-Connell, os efeitos de herbívoros e doenças reduzem a densidade de plântulas jovens próximas à planta mãe (CONNELL, 1971; JANZEN, 1970).

Dessa maneira, as espécies raras por serem muito atacadas por insetos e microorganismos devem ser plantadas em baixa densidade, procurando imitar sua distribuição

populacional que ocorre nos ecossistemas naturais. Já as espécies comuns (pioneiras e climácicas) têm menos problemas sanitários e podem ser plantadas em densidades maiores, desde que respeitado a sua densidade populacional que ocorre nos ambientes naturais. Ademais não podemos esquecer que todas as plantas domesticadas um dia foram selvagens e conviviam com outras espécies vegetais e animais. A hipótese de Janzen-Connell é uma explicação amplamente aceita para a manutenção da biodiversidade de espécies arbóreas em florestas tropicais, pois esse mecanismo promove a sobrevivência de diversas espécies de plantas dentro de uma mesma região. Da mesma forma, podemos utilizar esses conhecimentos na restauração de áreas degradas e na agricultura, uma vez que os modelos de sistemas de produção agrícola podem ser pensados e planejados de maneira a manter a diversidade de plantas em níveis adequados para cada espécie.

De acordo com Gliessman (2005), os ecossistemas naturais geralmente seguem o princípio de que mais diversidade permite uma maior resistência à interferência e perturbação. Os ecossistemas com alta diversidade são capazes de se recuperar da perturbação e restaurar o equilíbrio, em ecossistemas com baixa diversidade, isso nem sempre é possível.

De acordo com Altieri (2012), as pragas são frequentemente menos abundantes em policultivos do que em monocultivos. Para explicar estas constatações de menores ocorrências de pragas em agroecossistemas arranjados em policultivos surgiram diversas hipóteses: aumento da variedade e quantidade de fontes de alimentação aos insetos, melhoria no microclima, aumento das relações ecológicas entre predadores e presas, parasitoides e hospedeiros e mudanças nos sinais químicos que afetam a localização das espécies de pragas (ANDOW, 1991). Outra hipótese proposta por Root (1973) que justifica a maior presença de pragas em monoculturas está relacionada com a concentração de recursos, onde as pragas têm mais facilidade de encontrar e permanecer em suas plantas hospedeiras quando são organizadas em monocultivos. Pois nos sistemas diversificados ocorrem maiores interferências químicas e visuais, dificultando a localização das plantas hospedeiras (ANDOW, 1991).

A alta produtividade depende da condição mais limitante para o crescimento da planta, ou seja, se o fator determinante para o seu crescimento e desenvolvimento está ou não disponível. Com o aumento da produtividade do meio ambiente é possível se obter um aumento na riqueza de espécies, ou seja, na diversidade biológica do ecossistema. Estudos sobre a heterogeneidade espacial mostram uma relação entre a diversidade de espécies animais na estrutura da diversidade de espécies vegetais, a interação entre espécies tanto animais quanto vegetais, como já foi dito anteriormente, influencia a diversidade local.

Condições ambientais difíceis também levam a uma baixa diversidade de espécies, considerando que quem determina quais são as condições ambientais difíceis são as próprias espécies, no nosso caso as próprias culturas (BEGON, 2006). Períodos prolongados de chuva, escassez de água, solos deficientes de nutrientes, solos com determinados nutrientes em excesso, são alguns exemplos de condições ambientais que podem determinar uma baixa na diversidade de espécies.

Contrapondo-se à agricultura convencional, o aumento da diversidade é uma estratégia chave para um sistema agrícola sustentável. A diversidade é de grande importância para a agricultura, pois, permite que espécies de plantas sejam cultivadas em ambientes adequados às suas exigências; aumentam as relações de coexistência e interações benéficas entre as espécies; torna possível a presença de inimigos naturais, controlando a população de pragas; permite melhor eficiência no uso de recursos no agroecossistema; e caso uma cultura não seja bem sucedida, esta pode ser compensada com a renda das outras, diminuindo o risco econômico para o produtor.

Tomas (2010), comparando cultivo de tomate convencional com o cultivo de tomate agroecológico em seu experimento de campo verificou que os tomateiros plantados em áreas com alta biodiversidade natural no seu entorno, não apresentaram ocorrência de viroses, normalmente transmitidas por insetos sugadores, verificando a incidência de apenas uma doença fúngica. Já no sistema de cultivo convencional, sem biodiversidade no entorno e com 36 aplicações de agrotóxicos durante o ciclo da cultura verificou-se a incidência de 11 doenças fúngicas e bacterianas, além de ocorrência de plantas com sintomas de viroses.

Muitos métodos de manejo alternativo de pragas, desenvolvidos por agroecólogos e agricultores orgânicos, são um bom exemplo do manejo realizado nos agroecossistemas levando em consideração a biodiversidade dentro e no entorno dos sistemas produtivos. Dentre os principais métodos existentes para manejo alternativo de pragas, Altieri (1994) e Andow (1991), citam alguns deles baseados em interações do sistema: planta armadilha cultivada longe da lavoura para atrair o coleóptero "*Plyllotreta cruciferae*" que causa danos aos brócolis; plantio de amoras pretas silvestres (*Rubus spp.*) no entorno do plantio de videiras, no intuito de atrair hospedeiros alternativos para a vespa parasítica (*Anagrus epos*) que é um importante agente de controle biológico do gafanhoto (*Erythroneura elegantula*) que causa danos às folhas de videiras; fomentar um complexo natural de ervas adventícias junto ao plantio do milho, favorecendo a presença e eficácia de predadores de ovos e larvas da lagarta da espiga do milho (*Heliothis zea*); o consórcio de feijão com a cultura do milho

aumenta a abundância e atividade de insetos benéficos que atuam no controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperla*); o consórcio de tomateiros com repolhos repele quimicamente a mariposa (*Plutella xylostella*) que é conhecida como traça das crucíferas; a presença de cobertura viva com gramíneas nas entrelinhas das videiras promove habitat para os ácaros predadores da praga *Eotetranychus willamette* (ácaro fitófago) dos vinhedos ao proporcional habitat de inverno para presas alternativas desses predadores.

2.8 Redesenho e incremento de biodiversidade em agroecossistemas

A complexidade característica de um sistema como um todo se torna a base para interações ecológicas fundamentais no desenho de agroecossistemas sustentáveis. Essas interações são, em grande medida, uma função da diversidade de um sistema (GLIESSMAN, 2005).

Os sistemas agrícolas tradicionais, que surgiram no decorrer de séculos de evolução biológica e cultural, são encontrados atualmente nas práticas de comunidades tradicionais camponesas, em comunidades indígenas e de alguns pequenos agricultores familiares. Eles representam as experiências acumuladas de agricultores interagindo com o meio ambiente, na maioria das vezes sem acesso a insumos externos, capital ou conhecimento científico formal. Utilizando os recursos locais disponíveis, esses agricultores utilizam de sua criatividade e capacidade de experimentação para desenvolver sistemas com alto grau de diversidade de plantas, geralmente na forma de policultivos e/ou padrões agroflorestais, sempre adaptados às condições e recursos locais (ALTIERI, 2000). Essa estratégia garante uma produtividade sustentável, e tem diversas vantagens uma vez que ela (ALTIERI, 2000):

- ✓ Minimiza o risco através do uso de diversas espécies e variedades, levando à redução de perdas por ações de pragas e garantindo a estabilidade produtiva em longo prazo;
- ✓ Promove a diversidade do regime alimentar, uma vez que a produção é geralmente para consumo local;
- ✓ Maximiza os retornos mesmo com baixos níveis de energia e de recursos.

Portanto, essas experiências e acúmulos dos agricultores tradicionais se constituem num emaranhado de conhecimentos que são importantes e fundamentais para a criação de novos modelos de produção de base ecológica em outras comunidades.

Os agricultores tradicionais preservam a biodiversidade não somente nas áreas cultivadas, mas também naquelas sem cultivos, pois compreendem o sinergismo benéfico criado a partir das interações entre plantas cultivadas, animais, árvores e outros organismos, permitindo aos agroecossistemas promover sua própria fertilidade do solo, controle de pestes

e produtividade (ALTIERI 2000).

Segundo Altieri e Nicholls (2010), os principais princípios ecológicos para o desenho de agroecossistemas diversificados e sustentáveis incluem:

- ✓ O aumento da biodiversidade de espécies, já que essa diversidade permite um maior aproveitamento dos recursos (nutrientes, radiação, água, etc.) e proteção a pragas, uma vez que os policultivos ou cultivos mistos reduzem os riscos de infestações de pragas especialistas.
- ✓ Aumento da longevidade mediante a incorporação de cultivos perenes que proporcionam uma cobertura vegetal contínua que protege o solo, favorecendo ainda o incremento de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes.
- ✓ Existência de pousio para restaurar a fertilidade do solo através de mecanismos biológicos e reduzir as populações de pragas agrícolas ao interromper seus ciclos biológicos com a regeneração vegetal.
- ✓ Aumento de aporte de matéria orgânica ao introduzir plantas produtoras de biomassa (gramíneas, leguminosas), pois a acumulação de matéria orgânica é crucial para ativar a biologia do solo, melhorar a estrutura, a macroporosidade e a fertilidade dos solos.
- ✓ Incremento da diversidade paisagística promovendo um mosaico de agroecossistemas representativo de várias etapas de sucessão ecológica, pois um melhor controle de pragas está também relacionado com a heterogeneidade espacial em nível de paisagem.

O aumento e a manutenção da biodiversidade são importantes nos agroecossistemas, pois, de acordo com Gliessman (2005), estão diretamente relacionadas com:

1. Maior número de micro-habitat possibilitando o cultivo de determinada espécie em um ambiente ideal e adequado às suas exigências.
2. Aumento na possibilidade de coexistência e interferência benéfica entre as espécies (ex. leguminosas fixadoras de nitrogênio).
3. Melhor aproveitamento de ambientes perturbados, priorizando espécies que já ocorrem no local.
4. Controle biológico eficiente entre as populações de herbívoros e seus predadores.
5. Maior eficiência no aproveitamento e uso de recursos (ex. cultivo consorciado tradicional de milho-feijão-moranga), levando à complementaridade de suas necessidades, a diversificação do nicho, a sobreposição do nicho, a partilha de

recursos.

6. Quantidade maior de produtos comercializáveis pelo agricultor.
7. Diversidade de culturas leva à diversidade de microclimas, o que por sua vez possibilita a presença de uma maior diversidade de organismos não agrícolas benéficos às culturas.
8. Conservação da biodiversidade presente em ecossistemas naturais.
9. Presença de serviços ecológicos benéficos, com impactos positivos dentro e fora da unidade produtiva.

O redesenho dos agroecossistemas por meio do manejo da vegetação não serve somente para regular as populações de pragas uma vez que também ajuda a conservar água, energia, melhora a fertilidade do solo, minimiza os riscos e reduz a dependência de recursos externos, tendo como principal objetivo a integração dos componentes dos agroecossistemas de forma que se melhore a eficiência biológica, se conserve a produtividade e mantenha sua autossustentabilidade (ALTIERI; NICHOLLS, 2010).

Existem várias alternativas disponíveis para aumentar a diversidade nos sistemas agrícolas. Essas alternativas podem envolver o cultivo consorciado ou policultivos; cultivo em faixas; cercas vivas e quebra-ventos; cultura de cobertura; rotações; mosaicos, SAFs, recomposição florística de áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL), entre outras.

2.8.1 Cultivo consorciado ou policultivo

O consórcio é uma forma comum de cultivo múltiplo, definido como “a intensificação e diversificação nas dimensões de espaço e tempo” (FRANCIS, 1986 apud GLIESSMAN, 2005). Segundo Primavesi (1992), a consorciação quebra a “monotonia” da monocultura. Antigamente, esta era prática comum, mas para facilitar a mecanização e permitir o plantio de extensas áreas, desapareceu.

De acordo com Gliessman (2005), o consórcio pode adicionar diversidade temporal através do plano sequencial de diferentes culturas durante a mesma estação, e a presença de mais espécies adiciona diversidade horizontal, vertical, estrutural e funcional, variam desde mesclas relativamente simples de duas ou três culturas até outras muito complexas, encontradas em agroecossistemas agroflorestais.

Segundo Liebman (2012), os policultivos ou consórcios podem envolver combinações de espécies anuais com outras anuais, anuais com perenes, perenes com perenes. De acordo com o autor, os sistemas de policultivos são partes importantes da paisagem agrícola em muitas áreas do mundo, e se constituem em uma estratégia de produção aos produtores com baixa capitalização para aquisição de fertilizantes sintéticos, máquinas e agrotóxicos.

Uma das principais razões dos agricultores adotarem os policultivos ao invés da agricultura simplificada é porque frequentemente se consegue maiores produtividades numa área arranjada em policultivos do que em área equivalente em monocultura (LIEBMAN, 2012).

2.8.2 Cultivo em faixas:

É outra forma de cultivo múltiplo que consiste no plantio de espécies diferentes em faixas vizinhas.

Nos consórcios em faixas, as plantas são cultivadas simultaneamente em diferentes faixas, largas o suficiente para permitir tratos culturais independentes, mas estreitas o suficiente para que duas ou mais culturas interajam agronomicamente (ALTIERI, 2012). Neste sentido, o uso de leguminosas é mais vantajoso devido à incorporação de nitrogênio ao solo.

2.8.3 Cercas vivas:

São árvores ou arbustos plantados ao longo de uma unidade produtiva no perímetro das áreas cultivadas, podendo também ser usadas para demarcar limites. As cercas vivas servem como proteção contra o vento, afastar animais, como corredores ecológicos para inimigos naturais, abrigo e habitat para predadores, polinizadores e parasitoides, além de fornecer diversos produtos como madeira, frutas, materiais de construção, etc.

2.8.4 Cultura de cobertura:

A cultura de cobertura é plantada normalmente entre os ciclos da cultura com a finalidade de cobrir o solo ou entre as entre-linhas de cultura perenes. O uso (em forma pura ou misturada) de espécies leguminosas ou outras anuais consorciadas com espécies frutíferas perenes, com o objetivo de aumentar a fertilidade do solo, promover o controle biológico e aumentar o microclima da área de estudo consiste no cultivo de coberturas (FINCH; SHARP, 1976 apud ALTIERI, 2012).

As vantagens dessa cobertura são: favorecimento da matéria orgânica do solo; aumento da atividade biológica e diversidade; ciclagem de nutrientes; diminuição da erosão do solo; maior retenção de água no solo; fixação biológica de nitrogênio (quando se usa uma leguminosa no plantio); controle de ervas espontâneas e aumento de hospedeiros alternativos para inimigos naturais.

No hemisfério Norte, o centeio (*Secale cereale*), o trevo (*Trifolium spp*.) ou a ervilhaca (Vicia spp.) são plantados no outono, especificamente para fornecerem cobertura durante o inverno, enquanto que nas áreas tropicais, plantam-se leguminosas e gramíneas na estação chuvosa para serem deixadas no campo durante toda a época seca (ALTIERI, 2012).

Os sistemas com culturas de cobertura geralmente caracterizam-se pelas densidades mais baixas de insetos fitófagos, menores danos causados nas frutas pelos insetos, maiores populações e mais espécies de inimigos naturais, uma vez que as plantas de cobertura produziram biomassa e sustentaram um grande número de presas alternativas, parecendo abrigar o mais amplo complexo de predadores e parasitoides (ALTIERI, 2012).

2.8.5 Rotações de culturas

Segundo Gliessman (2005), a rotação é um método importante para aumentar a diversidade de um sistema no tempo. A rotação normalmente envolve culturas diferentes em sucessão ou seqüências recorrentes.

A transição de um agroecossistema uniforme de monocultura para um sistema mais diversificado, que sustenta processos e interações benéficas, envolve múltiplos estágios. A introdução de mais espécies, por efeito direto ou indireto, amplia as oportunidades de integração das estruturas e funcionalidade dos agroecossistemas. Os tipos e formas de interferências na paisagem em diversificação possibilitam um espectro mais amplo de interações, que vão da exclusão competitiva a mutualismos simbióticos (Gliessman, 2005).

O uso de leguminosas em rotação de culturas ou como adubo verde é muito útil no controle da erosão, na manutenção da matéria orgânica do solo e na autossuficiência de nitrogênio (ALTIERI, 2012). Segundo o autor, a produção de trigo e algodão na Califórnia há 60 anos dependia de recursos internos e da reciclagem de nitrogênio e matéria orgânica, obtidos com a rotação dessas culturas com leguminosas. Nesta época, muitos produtores tinham um sistema fixo de rotação: uma leguminosa (alfafa, que produzia até 10 toneladas de matéria seca por hectare e 200 kg de nitrogênio/ha), uma cultura de alta rentabilidade (algodão) e uma cultura de baixa rentabilidade.

As rotações de culturas são planejadas de forma a evitar os fatores que predispõem as plantas às pragas e doenças, portanto, a sequência da mesma cultura é evitada, levando-se em conta o parentesco botânico das plantas (quanto menor, melhor na rotação) e evitam-se culturas que são susceptíveis às mesmas pragas e doenças, mesmo sendo de diferentes famílias (ALTIERI, 2012).

Para reduzir esse problema é necessário o desenvolvimento de sistemas de produção adequados às condições ambientais, que favoreçam a produção de alimentos, a conservação e recuperação da biodiversidade, a qualidade do solo e da água (CAMPELLO, et al. 2006).

2.8.6 Sistemas agroflorestais

De acordo com Farrell e Altieri (2012) sistema agroflorestal é um nome genérico que se utiliza para descrever sistemas tradicionais de uso da terra amplamente utilizados, nos quais as árvores são associadas com espécies agrícolas e/ou animais. Para Siqueira et al. (2006), agrofloresta é um termo novo para uma prática bastante antiga utilizada pelos indígenas, que consiste em sistemas sustentáveis de uso de terra, que combinam de maneira simultânea ou sequencial a produção de cultivos agrícolas com espécies arbóreas (frutíferas ou florestais) e/ou animais, por meio de técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população.

Segundo Fernandes (2006) sistemas agroflorestais oferecem um amplo portifólio de opções de manejo da terra que podem não ser somente serviços de provisionamento (produtividade), mas também de regulação e suporte. Ainda, segundo o mesmo autor, dada a inevitável mudança climática existe uma urgente necessidade de diminuir o potencial de risco.

Os sistemas integrados de produção, tais como os sistemas agroflorestais, possibilitam a melhoria do ambiente e a promoção sócio econômica do setor permitindo a redução dos custos de produção e a inserção de seus produtos em nichos de mercado altamente competitivos, que valorizam a qualidade dos serviços sócio-ambientais (CAMPELLO et al., 2006).

De acordo com Siqueira et al. (2006), os sistemas agroflorestais se constituem em modelos de desenho ecológico sustentável voltado para a agricultura e restauração florestal, por isso, a sustentabilidade é uma característica inerente aos SAFs, uma vez que possui pressupostos ecológicos, econômicos e sociais.

Dessa forma, sistemas agroflorestais além de representarem uma nova proposta de produção agrícola e pecuária sustentável podem ser considerados modelos adequados para recuperação de áreas degradadas, recomposição florística de áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente de propriedades rurais.

A utilização de sistemas de produção diversificados e adaptados à realidade socioeconômica, climática e edáfica da região, considerando o saber tradicional dos agricultores, que possuem amplo conhecimento das espécies de plantas e animais de um determinado local, se constitui em uma estratégia fundamental para promoção da sustentabilidade social, cultural, econômica e ambiental da agricultura familiar.

De acordo com Farrell e Altieri (2012), os sistemas agroflorestais são apropriados a uma ampla faixa de tamanhos de propriedades e condições socioeconômicas, apesar de seu potencial ser particularmente reconhecido para os agricultores familiares de áreas pobres e marginais, uma vez que esses não têm acesso às tecnologias agrícolas modernas de alto custo. Assim, os SAFs são considerados tecnologias sociais e ecológicas voltadas a produção agrícola, florestal e pecuária, de maneira integrada, em unidades de produção.

Segundo Siqueira et al. (2006), os sistemas agroflorestais geralmente produzem mais serviços e produtos se comparados aos monocultivos. Esse fator ocorre devido a grande diversidade de espécies florestais arbóreas e arbustivas, e pelas diferentes alternativas de consorciação com espécies agrícolas e/ou animais em um mesmo local. De acordo com Fernandes (2006), serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Um ecossistema é uma complexa dinâmica de planta-animal e comunidades de microorganismos e os recursos abióticos interagindo como uma unidade funcional.

Dentre as características mais importante dos SAFs destacam-se a estabilidade ou a sustentabilidade ecológica resultante da diversidade biológica promovida pela presença de diferentes espécies vegetais e animais, que exploram diferentes nichos dentro do sistema (SIQUEIRA et al. 2006).

Segundo Farrell e Altieri (2012), dentre as principais vantagens dos sistemas agroflorestais, destacam-se algumas de cunho ambiental, como o uso mais eficiente e conservacionista dos recursos naturais (diversos estratos da vegetação proporcionam eficiente utilização da radiação solar, maior ciclagem de nutrientes feita pelas árvores e uso eficiente dos nutrientes do solo em diferentes extratos, proteção do solo, contenção da erosão, proteção

das plantas e dos recursos hídricos) e outras de cunho socioeconômico (aumento da produção por unidade de área, diminuição de gastos com insumos externos, aumento da produção florestal, maior diversidade de produtos produzidos, oportunidade de trabalho e renda regular em todas as épocas do ano, diminuição de riscos financeiros, uma vez que o sistema possui uma diversidade de produtos).

De acordo com Miller (2009), a partir do ano 2000, ficou evidente a existência de uma divergência entre os pesquisadores e técnicos sobre os conceitos e expectativas para os SAFs. Isso ficou explícito nas discussões ocorridas nos congressos brasileiros de SAFs, onde um grupo era favorável a SAFs com maior diversidade, e outros a SAFs com menor diversidade.

Neste sentido, essa divisão de idéias e conceitos demonstrou que existe um grupo de pesquisadores mais favoráveis a SAFs florestais, caracterizados pela presença de muitas espécies, existência de processos de ecossistema florestal, produção de vários produtos e promoção de muitos serviços ambientais, e outro grupo é simpatizante de SAFs agronômicos que possuem um menor número de espécies, menores interações e foco em poucos produtos (MILLER, 2009).

Apesar das opiniões diversas, sabe-se que todas as categorias de SAFs são muito utilizadas pelos agricultores e que cada qual possui sua devida utilidade, a depender das características sociais, econômicas e ambientas da região, cabendo à comunidade e corpo científico técnico definir e testar as melhores composições e arranjos à comunidade. Devendo sempre consultar os conhecimentos locais e tradicionais, além das experiências já existentes. De acordo com Campello et al. (2006), uma proposta para viabilizar os sistemas agroflorestais do ponto de vista econômico e ecológico seria a renda oriunda da venda dos produtos agropecuários somada a uma outra alternativa de valorização, que consistiria na venda de serviços ambientais, o que poderia corrigir as distorções entre os preços recebidos pelos agricultores e os pagos pelo consumidor final.

Nair (1993) e Dubois (2008) apresentam uma classificação para os sistemas agroflorestais em função de sua estrutura, funcionalidade, aspectos socioeconômicos e ecológicos, como se segue abaixo:

1. Estrutura: consideram-se os componentes dos sistemas. Podendo ser tipificados como sistemas silvipastoris, agrosilvipastoris e silviagrícolas.

2. Funcional: consideram-se as funções do sistema, se distinguem em dois principais SAFs, um ostentando mais a função produtiva, denominado SAF agronômico e outro, com viés conservacionista, denominado SAF florestal.

3. Socioeconômico: são sistemas com enfoque socioeconômico, podendo ser SAF de subsistência, comercial ou intermediário.

4. Ecológico: em função da localização geográfica, topográfica e econômica. Como exemplo citam-se: SAF de terra firme, SAF de várzea, SAF trópico úmido, SAF seringueira e SAF cacau.

Segundo Farrell e Altieri (2012), estruturalmente os SAFs podem ser classificados em: agrossilviculturais (uso da terra para produção simultânea ou sequencial de culturas anuais e florestais), silvipastoris (sistemas de manejo da terra e que as florestas são utilizadas para produção de madeira, forragem e animais), agrossilvipastoris em que a terra é manejada para a produção de culturas agrícolas e florestais e para a criação de animais domésticos, e florestal de múltiplo uso (as árvores são regeneradas e manejadas para produzir frutos, madeira, forragem e folhas para diferentes usos).

A categoria de sistema agroflorestal mais utilizada na região Centro-Oeste do Brasil consiste nos sistemas silvipastoris, que consiste na inserção de árvores nas pastagens oferecendo muitos benefícios ao sistema de produção. Segundo Miller e Pedroso (2006), os principais benefícios do sistema silvipastoril são a redução do estresse térmico para o gado, os efeitos positivos sobre as gramíneas do pasto, o potencial de renda com madeira e a opção de árvores como cercas vivas, ou banco de proteínas para o gado.

Agrosilvicultura, ciência desenvolvida a partir da década de 70, fundamentada na silvicultura, agricultura, zootecnia, edafologia e outras disciplinas, têm como objetivo a produção de alimentos, produtos florestais madeireiros e não madeireiros, melhoria da paisagem, incremento da diversidade genética, conservação ambiental, conforto animal, recuperação da fertilidade do solo, além de promover uma interface entre agricultura e floresta (SIQUEIRA et al., 2006).

Os sistemas silvipastoris se caracterizam pela adição do componente arbóreo em pastagens, destinadas à produção de bovinos, caprinos, ovinos, dentre outros. De acordo com Miller e Pedroso (2006), uma experiência interessante de sistemas silvipastoril é o sistema de

pastagem ecológica proposta pelo pesquisador e professor Jurandir Melado que consistia na preservação de árvores nativas do cerrado em áreas de pastagens.

Segundo Vivan (1998), dentre toda a tipificação proposta para diferenciar os SAFs, o sistema agroflorestal regenerativo análogo (SAFRA), é um dos que mais enfocam os processos naturais de ciclagem de nutrientes e sucessão natural. Os sistemas agroflorestais sucessionais, ou SAFRA, se apresentam como uma solução muito interessante para a agricultura familiar, e podem ser caracterizados como sucessionais em função da sucessão natural de espécies (SIQUEIRA et al., 2006). Este sistema também pode ser denominado de SAF agroflorestal uma vez que tem como intuito imitar uma floresta em regeneração, com os aspectos sucessionais, onde a composição e substituição de espécies ao longo do seu desenvolvimento se dão de maneira similar à que ocorre em ecossistemas florestais (pioneiras, secundárias inicias, secundárias tardias e climácicas).

Algumas experiências com o SAF SAFRA são vivenciadas por agricultores na região do Vale do Ribeira/SP, Nordeste do Brasil, Zona da Mata de Minas Gerais e por cafeicultores no estado do Espírito Santo, que constataram evidências na qualidade dos frutos e sanidade das plantas de café conduzidas nesta categoria de sistema agroflorestal.

2.9 Café em Sistema Agroflorestal

O cafeeiro *(Coffea arábica L.)* é uma planta nativa dos sub-bosques das florestas tropicais da Etiópia e Sul do Sudão, localizados em altitudes de 1600 a 2000 m, entre as latitudes de 6º N a 10º N. Considerando-se o seu nicho de origem, não há surpresa em o cafeeiro apresentar elevada tolerância à sombra e em sua sobrevivência ser prejudicada pelo excesso de luminosidade e por temperaturas elevadas (CARAMORI et al., 2004).

A estratégia de perpetuação do cafeeiro em seu ambiente natural se alicerça mais na sua capacidade de se manter com quantidades extremamente baixas de luz, do que de produzir um grande número de sementes (CARAMORI, 2004). Por isso já na década de 40, Mendes (1944), recomendava a inserção do componente arbóreo nos cafezais do estado de São Paulo com o intuito de suprir necessidades nutricionais e favorecer a manutenção de um ambiente favorável aos cafeeiros.

De acordo com Caramori et al. (2004), a introdução de árvores no sistema pode melhorar a produção de café, no entanto, a medida que aumenta a população de árvores também se eleva a competição por luz, água e nutrientes. Neste sentido, é muito importante a escolha de espécies e a quantidade dos indivíduos adequada para que não ocorra competição com o cafeeiro. Ainda segundo os mesmos autores, o sol é um fator decisivo para a produção de frutos e a sombra um fator importante para a sanidade e longevidade do cafeeiro.

De acordo Caramori et al. (2004), o ponto central da discussão sobre o componente arbóreo consiste em definir as espécies de árvores, o número e o arranjo espacial delas, bem como o manejo que devem ser submetidas. De acordo com Alvarenga et al. (2002), os sistemas agroflorestais com árvores altas que forma um dossel sobre as outras plantas podem modificar as condições de temperatura, reduzindo a incidência dos raios solares no solo e ajudando a reter mais umidade no sistema. Isso considerando que as folhas são filtros de luz de diversos comprimentos da luz.

Os padrões de sistema agroflorestal não foram desenvolvidos ao acaso e baseiam-se numa profunda compreensão das inter-relações agrícolas, determinados por complexos sistemas etnobotânicos, que têm sido usados como ferramentas pelos agrossilvicultores (ALVARENGA et al., 2002).

O amadurecimento dos frutos do cafeeiro a pleno sol é realizado de maneira forçada devido ao excesso de radiação solar e temperatura, não propiciando ao fruto condições de desenvolver as propriedades organolépticas que conferem qualidade à bebida (CARAMORI, et al., 2004).

A espécie *Coffea arábica*, durante seu processo de adaptação, desenvolveu-se em ambientes de sub-bosque, ajustando-se a baixos níveis de saturação luminosa, no entanto, a planta consegue produzir abundantemente a pleno sol, desde que receba suprimento de nutrientes e água para não sofrer depauperamento (CARAMORI et al., 2004).

A semelhança do componente arbóreo dos SAFs com a vegetação natural aumenta a sustentabilidade desses sistemas, por isso devem-se observar muitos fatores no processo de implantação, como a adequação à paisagem local e a diversidade e a associação de espécies (ALVARENGA; MARTINS, 2004). Assim, de acordo com os mesmos autores, é importante selecionar as espécies para os SAFs levando-se em consideração essas premissas, e ao mesmo

tempo não deixando de averiguar se elas são apropriadas economicamente à agricultura familiar.

De acordo com Matiello (1995), as vantagens dos sistemas agroflorestais ao cafeeiro são: diminuição da desfolha mantendo as plantas de café mais verdes e com baixo ataque de bicho mineiro; carga pendente menor, porém sem bianualidade extrema, maturação mais lenta com possibilidade de maior porcentagem de fruto cereja, possibilidade de plantio do café arábica em locais com temperatura mais elevada, proteção contra geadas, possibilidade de renda adicional ao agricultor, redução de infestação de ervas espontâneas.

Para Fernandes (1986) apud Azevedo et al. (2002), a arborização com espécies e espaçamentos adequados, pode apresentar resultados satisfatórios, quando comparada ao cultivo a pleno sol, como produção de internódios mais longos; redução do número de folhas, porém mais longas; produção de frutos mais moles e açucarados; melhoria do aspecto vegetativo do cafeeiro; aumento do número de ramos primários e secundários; aumento da capacidade produtiva do cafeeiro; obtenção de cafés com bebida mais suave; redução da bienalidade de produção; menor incidência da seca de ponteiros e de cercosporiose.

Os cafeeiros sombreados por árvores podem também apresentar frutos maiores e com maturação mais lenta, o que pode melhorar a qualidade do produto, além de diminuir os problemas com secas de ponteiros e bianualidade da produção (DaMATTA, 2004). Segundo Martinez (2004), além dos sistemas agroflorestais promoverem a conservação dos recursos locais, pode se produzir café de alta qualidade, uma vez que a quantidade de açúcares totais armazenados nos grãos é aumentada, devido ao mais lento desenvolvimento do fruto nas plantas sombreadas.

Segundo Alvarenga e Martins (2004), plantações de café arborizado têm sido consideradas refúgios para a biodiversidade porque podem preservar a alta diversidade de organismos, como aves, artrópodes, mamíferos e orquídeas. Os cafés produzidos na Etiópia, Sumatra, Nova Guiné, Sul do México, Norte da Nicaraguá, El Salvador, Peru, Panamá, Guatemala e Timor são praticamente todos cultivados sob a sombra. E a maioria do café orgânico certificado produzido no mundo é cultivado à sombra, enquanto, no Brasil, é a pleno sol (ALVARENGA; MARTINS, 2004).

De acordo com Alvarenga e Martins (2004), o cafeeiro é uma planta de clima tropical e tem bom crescimento e desenvolvimento em ambiente arborizado, onde muitas espécies sombreadoras têm sido citadas como companheiras e aptas para o consórcio com plantas de

café: o tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), guapuruvu (*Schzolobium sp*.), ingazeira *(Inga uruguensis* e *Inga edulis)*, pupunheira (*Bachis gasipae*), acácias (*acacia sp.)*, madre-del-cacau *(Gliricidia sepium maculata*), pau pereira (*Geissopsermum sp*), eritrina (*Erythrina sp*), amoreira (*Morus nigra*), marolo (*Anona sp*), mangueira (*Mangifera indica*), abacateiro (*Persea gratissima*), seringueira (*Hevea brasiliensis*), goiabeira (*Psidium guajava*), jabuticabeira (*Myrciaria sp*) e uvaia (*Eugenia uvalha*).

Pesquisas realizadas em sistemas agroflorestais na América Central mostraram que uma cobertura arbórea de 23% a 38% aumentou a produção de café e somente a partir de 50% de cobertura da lavoura de café houve queda produtiva (SOTO-PINTO et al., 2000). De acordo com pesquisas realizadas por Caramori et al. (2004), verificou-se rendimentos mais estáveis na produção de café como sombreamento de 25 a 35%. Plantio de bananeiras nanicas, no espaçamento de 6x8 m, no município de Paracatu/PR, contribuiu para amenizar o microclima e reduzir o depauperamento do café em um período quente e seco (CARAMORI, et al., 2004).

Em pesquisa realizada por Fahl e Carelli (1994), verificou-se que a cultivar Apoatã (*Coffea canephora*), apresentou melhor desenvolvimento com 50% de luz incidente, enquanto duas cultivares de *Coffea arabica* (Catuai e Mundo Novo) não sofreram diferenças no crescimento com 50% e 100% de luz. No mesmo experimento verificou-se que o sombreamento excessivo (30%) de luz reduziu o desenvolvimento das variedades Catuaí e Mundo Novo, enquanto a variedade Apoatã não recebeu influências, quando comparada ao cultivo a pleno sol.

Para DaMatta (2004) o termo arborização é empregado para indicar um sombreamento esparso, até, no máximo, em cerca de 50% de cobertura do terreno. O sombreamento afeta não somente a irradiância ao longo do dossel, mas, também, a temperatura do solo e do ar, a umidade relativa do ar (UR) e a velocidade dos ventos, afetando a economia hídrica e a fotossíntese, de maneira, a possibilitar melhores condições para a manutenção das trocas gasosas, com reflexos positivos sobre a produção, especialmente em regiões sujeitas a altas temperaturas e deficiência hídrica.

De acordo com Neves (2001), a composição e escolha errada das espécies que compõem o componente arbóreo sob a cultura do café, juntamente com o espaçamento inadequado e a ausência de podas tem como consequência a competição por água, luz e nutrientes acarretando mais baixa produtividade do cafezal.

De acordo com Martinez (2004), as mudanças micro climáticas nos ambientes sombreados são bem documentadas em diversas pesquisas sendo evidente a diminuição da amplitude térmica e a manutenção de maiores níveis de umidade do solo.

Segundo Martinez et al. (2004), as principais características de espécies sombreadoras de cafeeiros devem ser: rápido crescimento, fácil estabelecimento, folhagens aberta, folhas pequenas que permitem a entrada parcial de luz, raízes profundas que não interfiram com a dos cafeeiros, além de espécies que não sejam hospedeiras alternativas de pragas e doenças dos cafeeiros.

A poda do componente arbóreo em lavouras cafeeiras tem a função de regulação da diferenciação floral dos ramos nas plantas de café, sendo que a pleno sol há uma intensa floração e elevada carga dos cafeeiros e, em sombreamento excessivo, há pouca diferenciação de gemas floríferas. Dessa forma, no período de diferenciação é desejável um sombreamento ralo de modo a não imitar a produtividade dos cafeeiros (MARTINEZ et al., 2004).

Sistemas agroflorestais que têm como carro chefe a cafeicultura são muito adotados nos estados da Bahia, do Ceará e de Pernambuco (MATSUMOTO; VIANA, 2004). No Ceará, especificadamente na Serra do Baturité, a cafeicultura conduzida em sistema agroflorestal tem elevado a importância ecológica e social da paisagem rural.

Estudo realizado por Machado et al. (1980) apud Matsumoto e Viana (2004), comparando sistema de produção de café a pleno sol e consorciado com bananeira, no município de Guaramiranga/CE, verificou menor nível de desfolha, menor incidência de seca de ponteiro e maior produção no sistema sombreado.

Em visita realizada na Serra do Baturité, pelo autor desta tese, em dezembro de 2011, verificou-se que na época existiam 1808 ha de cafezais sombreados com diversas espécies nativas de Mata Atlântica, mas principalmente pelo Ingá e Camunzé, com mais de 100 cafeicultores (Figuras 2 e 3). Pode-se observar que além dos sistemas de produção de café agroecológico da Serra do Baturité estar bem fundamentado num processo e desenvolvimento sustentável ambiental, também tem avançado com a sustentabilidade econômica e social, pois ao longo dos últimos anos o café agroecológico tem vencido algumas barreiras comerciais e alcançado alguns importantes mercados, principalmente nos mercados locais de Fortaleza e em 4 lojas do Pão de Açúcar de São Paulo, além de terem a possibilidade de exportarem café para a União Européia e para o Japão.

Isso se deve aos esforços de uma rede de colaboradores (ONGs, dentre elas a Fundação Educacional Popular em Defesa do Meio Ambiente- CEPEMA e o poder público local) que tem contribuído com a organização e orientação local nos últimos 20 anos, onde atualmente, os produtores de café ecológicos da Serra do Baturité já possuem uma associação, A Associação de Produtores Ecologistas do Maciço do Baturité (APEMB), fundada em 1996. Os cafeicultores também organizaram uma cooperativa, a COMCAFÉ (Cooperativa Mista dos Cafeicultores orgânicos da Serra do Baturité), fundada no ano de 2000, tendo como principais metas a agregação de valor do produto, por meio da criação de uma estrutura de beneficiamento local do café, e certificação orgânica do café, sendo que já possuem alguns selos importantes fornecidos pelo IBD (Instituto Biodinâmico) e pela BCS OKO Garantie. Em 2011, os cafeicultores ecológicos já se encontravam na busca por um selo de Identificação Geográfica (IG), que também poderá contribuir com a agregação de valor ao produto no mercado nacional e internacional.

Figura 2 – Sistema agroflorestal com café e outras frutíferas intercalados com espécies nativas na Serra do Baturité/CE. Fonte: Foto do autor desta tese. Dezembro de 2011

Figura 3 - Paisagem da Serra do Baturité/CE, onde é possível visualizar a unidade de conservação (floresta) que rodeia os SAFs com café e parte do Mosteiro de Jesuítas. Fonte: Foto do autor desta tese. Dezembro de 2011

Já na Bahia, principalmente no seu extremo Sul, a cafeicultura em sistema agroflorestal surgiu com a falência e declínio da produção de cacau. A partir dessa época, os sistemas tradicionais de manejo do cacaueiro, as denominadas Cabruca, que consistiam na manutenção de árvores nativas nas áreas de cultivo do cacau, deram lugar aos sistemas de produção de café sombreado. Ou seja, saiu o cacaueiro do sistema Cabrucas e entrou outra espécie de sub-bosque, o cafeeiro, principalmente da espécie *Coffea canephora* para compor o sistema (Figura 4).

Figura 4 – SAF com cafeeiros, *Coffea canephora* – Sistema Cabruca, Camacan/BA
Fonte: Foto do autor desta tese. Janeiro de 2014

Na Figura acima a produção de cacau sombreado com espécies arbóreas nativas foi substituída na propriedade pela produção de café há 20 anos, mantendo-se o sistema de produção Cabruca (espécies arbóreas, destacando-se positivamente o consórcio da gameleira, jacarandá, cedro, jaqueira e vinhatico com diferentes genótipos de *Coffea canephora*). Somente nesta fazenda visitada existem 50 ha de cafeeiros conduzidos no sistema cabruca. A substituição do cacau pelo café deu-se principalmente pela dificuldade de controle da vassoura de bruxa nos cacaueiros.

A produção de café em sistema agroflorestal se propagou entre os cafeicultores orgânicos de Poço-Fundo e Machado, Sul de Minas Gerais. Em Poço-Fundo existe, há 11 anos, a COOPFAM (Cooperativa dos Agricultores Familiares de Poço-Fundo e região), que agrega 164 produtores orgânicos de café. Mediante visitas do autor da tese, às unidades de produção dos cafeicultores agroecológicos de Poço-Fundo, pode-se visualizar que os agroecossistemas cafeeiros podem ser agrupados em dois grupos, um voltado mais para a substituição de insumos, onde se tem biodiversidade somente no entorno dos talhões, com o predomínio de quebra-ventos ou cercas-vivas de bananeira (Figura 5). Já o outro grupo se caracteriza pelo cultivo do cafeeiro consorciado com espécies nativas da região e algumas espécies exóticas de leguminosas (Figura 6). O município de Machado é conhecido como capital mundial da produção de café orgânico, contando com o pioneirismo do produtor rural Carlos Franco, que realizou a transição agroecológica de sua propriedade localizada no bairro

Serra Negra. Os cooperados da COOPFAM contam com a certificação orgânica da BCS ÖKO Garantie, Fair Trade (Comércio Justo), IBD (Instituto Biodinâmico) e possuem contratos antecipados de comercialização do café produzido com compradores do Japão e da Europa. Atualmente, também possuem outros produtos certificados como orgânicos que são vendidos no mercado local, como a banana e o eucalipto.

Figura 5 - Produção de café orgânico em Poço-Fundo/MG, com cerca viva de bananeiras
Fonte: Foto do autor da tese, outubro, 2008

Figura 6 - Sistema agroflorestal no Sul de Minas Gerais, tendo como carro chefe a cultura da banana e do café
Fonte: Foto do autor da tese. Outubro, 2009

2.10 Principal praga do cafeeiro – Bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidóptera: Lyonetiidae)

Com a chegada da doença ferrugem (*Hemileia vastatrix*) nas lavouras cafeeiras, na década de 70, ocorreram mudanças no espaçamento dos cafeeiros, que antes eram conduzidos no número de 4 plantas por cova, passando para apenas duas plantas, no intuito de permitir a entrada de máquinas agrícolas que fizessem pulverizações com fungicidas que combatessem a doença (PARRA; REIS, 2013). Segundo esses autores, essa alterações promoveram mudanças significativas no microclima das plantações, favorecendo o surgimento de problemas com o bicho-mineiro, que até então não era considerada praga de importância à cafeicultura.

Atualmente é considerada a principal praga do cafeeiro no Brasil, em razão da sua ocorrência generalizada nos cafezais e também prejuízos quantitativos e econômicos causados por esse inseto na produção de café (SOUZA et al., 1998). De acordo com Parra e Reis (2013), pesquisas experimentais têm mostrado reduções na produção de café que variam de 37 a 80%. Na maioria das regiões brasileiras onde se pratica a cafeicultura, o bicho mineiro é

considerado a praga mais danosa ao cafeeiro e por esta razão, uma grande atenção tem sido dada à sua ocorrência (LOPES et al., 2006).

Os prejuízos causados pelo bicho-mineiro afetam a produção de frutos nos cafeeiros, o rendimento do café e a longevidade dos cafeeiros (REIS et al., 1984). Segundo Reis et al. (2002), as lesões causadas pelas lagartas do bicho-mineiro nas folhas, reduzem a capacidade de fotossíntese em função da redução da área foliar e, se o ataque for intenso, ocorre desfolha da planta, de cima para baixo, devido à distribuição da praga. Em geral, as plantas que sofrem intenso ataque do bicho-mineiro apresentam, principalmente, o topo completamente desfolhado, podendo, no entanto, sofrer desfolha total, o que poderá levar até dois anos para se recuperar. Essas plantas que sofrem desfolhas drásticas anualmente se enfraquecem devido às exigências para reposição das folhas perdidas, levando a um maior desgaste, que tem como consequência a menor longevidade dos cafeeiros (REIS et al., 1984). Ainda de acordo com os mesmos autores, a plantas com ataques severos produzirão muito menos, e os frutos produzidos terão o pericarpo maior, favorecendo a produção de cafés com cascas grossas, o que diminui muito o rendimento do café após o beneficiamento (descascamento do café).

O bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) é uma praga exótica e monófaga, tendo como região de origem o continente africano, e a sua presença foi constatada no Brasil a partir de 1851, quando aqui entrou, provavelmente através de mudas de café provenientes das Antilhas e da Ilha de Bourbon (RENA et al., 1986).

O bicho-mineiro adulto é uma mariposa, considerada microlepidóptera, devido o seu pequeno tamanho (6,5 mm de envergadura), de coloaração branco-prateada, com hábito crepuscular-noturno (REIS et al., 1984). Segundo Matiello et al. (2005), cada microlepidóptero coloca em média 36 ovos, por um período de até 25 dias, na parte superior da folha e após sua eclosão, as lagartas penetram no limbo foliar, onde se alimentam do tecido entre as epidermes. Essa área destruída seca e forma lesões ou manchas de cor marrom, conhecidas como “minas”, dando o nome à praga como bicho-mineiro ou minador das folhas.

Atualmente a praga ocorre em todos os períodos do ano e, em geral, sua população é maior em cafezais com maior espaçamento, mais abertos e arejados; em regiões quentes, como na região Noroeste de São Paulo e Alta Paulista apresentam maior número de gerações da praga, ocorrendo de maneira alarmante, com maiores riscos de prejuízos (PARRA; REIS, 2013).

Os principais fatores que afetam os níveis populacionais do bicho-mineiro são a temperatura, umidade, espaçamento, nutrição da planta, carga pendente da lavoura, inimigos naturais, cobertura morta, aplicações de fungicidas cúpricos e outros agrotóxicos que

eliminam os predadores e parasitoides de *Leucoptera coffeella* (PARRA; REIS, 2013). De acordo com Haggar et al. (2001), a temperatura tem grande influência na incidência da praga apresentando com ela uma correlação positiva, sendo que lavouras novas ou espaçamentos muito abertos favorecem a insolação na planta. A precipitação e a umidade relativa do ar apresentam uma correlação negativa, portanto para que haja um aumento considerável do número de lesões nas folhas é necessário um longo período de seca (Souza et al., 1998).

Paulini et al. (1976) também verificaram que o uso de fungicidas cúpricos para o controle da ferrugem, principalmente em dosagens excessivas, favorece as infestações do bicho-mineiro.

De acordo com Reis et al. (2002), a utilização de quebra-ventos ou a arborização planejada, com plantas adequadas para este fim, auxilia na redução do ataque da praga. Segundo esses autores, algumas espécies arbóreas indicadas são seringueira, macadâmia, abacateiro, cajueiro, ingazeiro, grevílea robusta, bananeiras entre outras. Matiello et al. (2005) também afirmam que a ausência de matas ou capoeiras próximas à lavoura, as quais são abrigos naturais dos inimigos do bicho-mineiro permite sua maior infestação.

A época de maior evolução da infestação de bicho-mineiro tem se situado entre os meses de dezembro e maio, para as regiões cafeeiras do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Zona da Mata de Minas e parte de São Paulo; já do mês de março a agosto prevalecem elevadas incidências no sul, oeste e Alto Paranaíba em Minas e na Bahia (MATIELLO et al., 2005). Porém, segundo o mesmo pesquisador, as populações do bicho-mineiro variam de um ano para outro, dependendo da presença dos fatores favoráveis, onde a ausência de chuvas é um dos principais agravantes.

2.11 Uso inadequado de inseticidas para o controle do bicho-mineiro

O uso abusivo e indevido de inseticidas ao longo das últimas décadas teve como resultado o desenvolvimento de resistência em mais de 700 espécies de artrópodos, com destaque para espécies de importância agrícola, as quais apresentaram aumentos mais significativos (GEORGHIOU, 1990; THACKER, 2002).

De acordo com Conceição (2005), como as infestações de bicho-mineiro são influenciadas pelas condições ambientais, deve-se conhecer muito bem o clima da região de cultivo para que o controle químico possa ser efetuado de maneira mais eficiente possível. Atualmente, o controle químico é realizado pela aplicação de inseticida sistêmicos granulados no solo e/ou inseticidas em pulverização. Existem 91 inseticidas registrados pelo MAPA

(Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) para o controle da praga minadora das folhas do cafeeiro (BRASIL, 2013).

Apesar de existirem muitos inseticidas registrados para o controle do bicho-mineiro, a maioria deles não é totalmente seletivo aos inimigos naturais e possuem efeitos nocivos à saúde humana. O controle do bicho-mineiro-do-cafeeiro é realizado por meio de inseticidas de amplo espectro de ação, capazes de causar desequilíbrios biológicos. Segundo Guedes (1999), além dos perigos aos seres humanos relativos aos aspectos ocupacionais, alimentares e de saúde pública, o uso indiscriminado de inseticidas pode causar a redução das populações de insetos benéficos, a ressurgência e erupção de pragas e a perda de eficácia de inseticidas em razão da seleção de populações resistentes a esses compostos.

De acordo com Conceição (2005), os inseticidas granulados sistêmicos têm se destacado pela eficiência no controle e pelo importante papel que exercem no manejo integrado de pragas. Eles se translocam pelo xilema da planta atingindo as folhas. Como são incorporados ao solo, é importante a existência de umidade para sua melhor absorção pelas raízes. De acordo com a bibliografia, o período de carência destes produtos é de 110 a 160 dias dependendo da sua formulação, sendo que a época de aplicação e as dosagens podem variar de acordo com as situações climáticas da região em questão (RIGITANO, 1989). Os inseticidas sistêmicos granulados, aplicados no solo, apresentam menor impacto sobre inimigos naturais e maior efeito residual.

Os inseticidas utilizados em pulverizações atuam sobre a praga de uma maneira diferente, onde prevalece o contato. Existem hoje no mercado vários princípios ativos com diferentes modos de ação, sendo uns mais solúveis em água, outros com efeito fisiológico e outros ainda, com maior poder residual nas plantas (SOUZA; REIS, 1996).

A utilização de formulações mistas é de uso comum no controle de agentes bióticos, pragas da cultura. Neste sentido, a aplicação de thiamethoxan e cyproconazole no controle do bicho-mineiro e do fungo causador da ferrugem pode proporcionar resultados positivos de controle e um revigoramento da planta para a safra seguinte (SCARPELLINI, 2004).

Estas formulações mistas podem também ser utilizadas em aplicações no solo ou no tronco das plantas com elevada eficiência no controle de bicho-mineiro e ferrugem (CHALFOUN, 2004). No entanto, apesar dos benefícios do controle químico, têm-se verificado drástico impacto de inseticidas sobre componentes dos agroecossistemas não alvos da aplicação (LANDIS; YU, 1999). Os inimigos naturais de pragas e os artrópodes detritívoros, por exemplo, podem ser afetados por inseticidas ocasionando problemas ambientais sérios além de efeitos adversos ao próprio manejo de pragas como o

desenvolvimento de resistência a inseticidas, erupção de pragas secundárias e ressurgência de pragas, além de comprometer a fertilidade dos solos (FRAGOSO et al., 2002).

Além disso, essas avaliações e considerações do efeito positivo dos produtos utilizados no controle do bicho-mineiro feitas por alguns pesquisadores são muito focadas apenas nos resultados da eficiência do controle da praga com o produto, outras questões negativas nem são mencionadas, como por exemplo o alto custo do produto e da aplicação; risco de intoxicação humana, uma vez que os agricultores não têm o hábito de utilizar equipamentos de proteção; criação de uma dependência desses inputs externos; elevados riscos com a contaminação ambiental, dentre outros problemas sérios. De acordo com o Agrofit (2014), os ingredientes ativos thiamethoxan e cyproconazole, presentes em alguns produtos formulados (junção de inseticidas e fungicidas no mesmo produto), utilizados para controlar o bicho-mineiro e outras pragas e doenças do cafeeiro são classificados como Pouco Tóxicos, na classificação toxicológica e como produto muito perigoso ao meio ambiente, na classificação ambiental.

Os agrotóxicos podem diminuir a população de pragas em um curto prazo, mas, como afeta negativamente os inimigos naturais, causando suas mortes, os insetos pragas podem aumentar novamente sua população, com uma vantagem ainda maior frente aos tratamentos fitossanitários, com resistência ao inseticida, uma vez que os indivíduos das populações anteriores que tinham o gene de resistência foram selecionados e agora deram origem a populações resistentes (GLIESSMAN, 2005). Isso força o agricultor a utilizar quantidades mais elevadas de agrotóxicos, fato que nem sempre resolve o problema, podendo ainda deixá-lo em maior proporção, gerando um ciclo vicioso e extremamente insustentável.

De acordo com Paulus et al. (2000), quanto mais venenos usam, mais problemas aparecem e mais venenos têm que usar, uma vez que já se criou um desequilíbrio no ambiente, favorecendo o surgimento de espécies consideradas "pragas" e, também, em função da própria aplicação de agrotóxicos e de alguns tipos de adubos, que desequilibram a planta. Para Souza e Rigitano (1998), o uso indiscriminado de inseticidas de largo espectro de ação podem favorecer posteriormente altas infestações do bicho mineiro e de pragas secundárias da cultura, em virtude da matança dos inimigos naturais da praga, os quais são encontrados naturalmente nas lavouras de café de todas as regiões cafeeiras de Minas Gerais.

2.12 Manejo Ecológico do bicho-mineiro

Atualmente, a preocupação com os impactos da substituição de formações vegetais nativas por monoculturas tem levado à pesquisa e desenvolvimento de técnicas que visem

manter a produção agrícola com o menor impacto possível ao meio ambiente (BUREL et al., 1998). Há muitas evidências de que a preservação da biodiversidade dentro e no entorno de agroecossistemas tem um papel fundamental na manutenção das dinâmicas populacionais de inimigos naturais de pragas (ALTIERI, 1999; MURTA et al., 2008).

Segundo Reis et al. (1984), medidas de controle desta principal praga do café devem ser tomadas somente se o ataque do bicho-mineiro for superior a 30% de folhas com minas intactas, sendo que essa amostragem deve ser efetuada no terço médio e superior das plantas. De acordo com Lopes (2009), o monitoramento quinzenal nas lavouras é considerado uma prática essencial para a avaliação da infestação da praga, além disso, o seu acompanhamento possibilita uma melhor programação de controle e manejo. Muitos agricultores por ausência de orientações técnicas ou pelo fato de receberem orientações incorretas utilizam muitos inseticidas para o controle da praga sem haver real necessidade de uso.

De acordo com Nicholls (2010), os enfoques do manejo integrado de pragas não têm abordado as causas ecológicas dos problemas de pragas na agricultura moderna. Segundo Nicholls (2010), os problemas de pragas podem solucionar-se mediante o manejo dos agroecossistemas, desfazendo os monocultivos em esquemas de diversificação que maximizem uma serie de fortalezas preventivas, aproveitando as vantagens inerentes aos sistemas diversificados.

Segundo Nicholls (2010), ao proporcionar uma alternativa ao uso de agroquímicos, se esperava que o MIP (Manejo Integrado de Pragas) poderia trocar a filosofia de “proteção de cultivos” por uma mais profunda que consistisse na ecologia dos insetos e dos agroecossistemas, no entanto, a maioria dos programas de MIP se converteu em um esquema de “Manejo Inteligente de Pesticidas” e fracassaram a ideia de integrar a teoria ecológica na prática.

A compreensão das habilidades dos insetos que explicam porque as pragas se adaptam rapidamente aos agroecossistemas é importante, também é necessário entender porque certos agroecossistemas são mais susceptíveis às pragas (NICHOLLS, 2010).

Entender os principais motivos que afetam o desenvolvimento das pragas e porque alguns agroecossistemas são menos vulneráveis e/ou mais resilientes do que outros é uma estratégia chave para a manutenção da sanidade dos cultivos agrícolas (NICHOLLS, 2010).

Existem diversas tentativas de controle do bicho-mineiro em agroecossistemas cafeeiros sob manejo orgânico, tais como controle cultural (quebra-ventos ou arborização), resistência genética; controle por comportamento (feromônio sexual), controle por extratos

vegetais (inseticidas botânicos), controle biológico (predadores, parasitóides e entomopatógenos) e controle por biofertilizantes (MARTINS, 2003).

De acordo com Martins (2003), possivelmente um eficiente controle do bicho-mineiro nos agroecossistemas poderá resultar em um significativo aumento na produtividade. A autora ressalta que os produtores de café orgânico de Poço Fundo utilizam diversos defensivos alternativos para controlar o ataque do bicho-mineiro, porém poucos produtores obtêm sucesso com o uso de tais produtos. Portanto, há necessidade de pesquisas na área que averiguem melhor o efeito dos produtos alternativos no controle de pragas do cafeeiro, uma vez podem representar riscos toxicológicos ao homem e aos insetos benéficos à cultura do café.

De acordo com Lopes (2009), o manejo ecológico de pragas e doenças pressupõe, obrigatoriamente, conhecimentos que esclareçam o nível populacional das pragas e a incidência das doenças nos agroecossistemas, possibilitando a tomada de decisões que colaborem com o desaparecimento dessas moléstias. Portanto, o monitoramento das pragas e doenças se caracteriza em uma importante ferramenta capaz de mensurar o estado de desenvolvimento desses componentes do agroecossistema. Para entender os processos que conduzem ao surgimento e evolução de pragas e doenças também é necessário realizar uma análise holística do agroecossistema afetado, levando em consideração outros elementos, tais como solo, clima, microclima, agrobiodiversidade, biodiversidade, práticas culturais, ecologia do ambiente e das espécies envolvidas.

Outro importante aspecto referente ao manejo alternativo de pragas em agroecossistemas diz respeito à paisagem natural que os envolve, ou seja, a paisagem que integra o entorno das unidades produtivas, ou até mesmo a que se encontra dentro das propriedades. Neste sentido, a adequação ambiental das unidades de produção, com a devida recomposição florística da área de reserva legal e áreas de preservação permantente da propriedade consiste em uma estratégia chave do manejo ecológico de pragas. Pois esses ambientes naturais, se bem estruturados, ostentam uma rica biodiversidade capaz de fornecer diversos serviços ambientais (ecossistêmicos) aos agroecossistemas, dentre eles o controle biológico natural das pragas e a polinização das culturas.

No início da transição agroecológica, deve-se pensar estrategicamente no redesenho da unidade produtiva, no intuito de aumentar a heterogeneidade agrícola dentro dos agroecossistemas e no seu entorno, favorecendo a criação de paisagens agrícolas heterogêneas ou em mosaicos, interligadas por corredores ecológicos, que podem ser os próprios agroecossistemas diversificados (SAFs ou consórcios), cerca-viva, área de preservação

permanente, como a mata ciliar de um rio que atravessa os agroecossistemas. Assim, todos esses pressupostos favorecem a conectividade dos agroecossistemas e dos pequenos fragmentos florestais, possivelmente existentes nas unidades produtivas, com fragmentos florestais mais conservados da região (sejam eles áreas de reserva legal de grandes propriedades ou áreas de unidades de conservação).

Dessa maneira, de acordo com Lopes (2009), através de barreiras físicas, plantio de árvores, cobertura vegetal nas entre linhas do café, adoção de espaçamento ideal, escolha de variedades resistentes e inserção dos cafeeiros em sistemas agroflorestais, promove o aumento da biodiversidade local, permitindo um maior equilíbrio dinâmico das populações de possíveis insetos pragas. Essa diversificação da vegetação tem como resultado, tanto o controle de pragas, pela restauração dos agentes naturais, como também a otimização da ciclagem de nutrientes, maior conservação do solo, da energia e menor dependência de insumos externos (ALTIERI, 2002).

A agricultura de base ecológica, antes de tudo, tenta restabelecer o ambiente e o solo, procura evitar os problemas ao invés de combatê-los, além de trabalhar com ciclos e sistemas naturais, com o objetivo de agir na causa do problema (PRIMAVESI, 1997).

Estudo realizado por Lopes (2009) verificou que o manejo agroecológico de lavouras cafeeiras adotado por agricultores no Sul de Minas Gerais permitiu excelente controle do bicho-mineiro, durante 1 ano de monitoramento todos os agroecossistemas de base ecológica avaliados não atingiram nível de dano econômico à cultura. Segundo o autor, dentre as principais práticas de manejo adotadas nesses agroecossistemas destacavam-se a não utilização de agroquímicos, que ocasionam a morte dos inimigos naturais, manutenção de cobertura viva e morta no solo, a introdução de diversidade dentro e no entorno dos agroecossistemas, como quebra-ventos com bananeiras e sistemas agroflorestais, que além de possibilitarem o sombreamento da cultura, diminuindo a insolação e altas temperaturas, condições climáticas estas favoráveis ao desenvolvimento da praga, fornecia abrigo e alimentos secundários aos inimigos naturais.

Existem duas principais hipóteses ecológicas que explicam porque a biodiversidade de plantas reduz a atuação de pragas nos agroecossistemas. A primeira delas, hipótese da concentração de recursos, sugere que os herbívoros têm maior dificuldade em visualizar, encontrar e colonizar plantas hospedeiras em agroecossistemas diversificados devido ao diferentes estímulos olfativos e visuais que a diversidade de plantas produzem no sistema (ROOT 1973; ANDOW, 1991). A segunda, denominada hipótese dos inimigos naturais,

prediz que a abundância de inimigos naturais é maximizada nos agroecossistemas diversificados pela maior disponibilidade de alimentos alternativos, como néctar e pólen, fornecimento de áreas de refúgio e de microclima ideal, e, consequentemente, pela disponibilidade de presas alternativas em épocas diversas (ANDOW, 1991; LANDIS et al., 2000; GURR et al., 2003). Certamente que as duas hipótese não são excludentes e podem ocorrer simultaneamente.

O controle biológico conservativo envolve a manipulação do meio ambiente para aumentar a sobrevivência, a fecundidade e a eficiência dos inimigos naturais de artrópodes - pragas (LANDIS et al., 2000). A diversificação da vegetação na área cultivada favorece os inimigos naturais, devido à disponibilidade e abundância de alimentos alternativos, como pólen, néctar e honey-dew, ao oferecimento de áreas de refúgio, diferentes microclimas e de presas alternativas (LAVANDEIRO et al., 2005 apud ROSADO, 2007).

O controle biológico natural baseia-se no aumento da heterogeneidade e diversidade do agroecossistema, que diminuem a concentração de recursos para as pragas e aumentam a riqueza e eficácia de inimigos naturais, devido a melhores condições climáticas e existência de locais de forrageamento, descanso e oviposição (THIES et al., 2003; MURTA et al., 2008).

De acordo com Reis et al. (2002), o agroecossistema cafeeiro abriga uma alta diversidade de predadores e parasitoides, mas nem sempre suas populações são suficientes para a redução de populações de pragas em níveis que não causem danos econômicos. Uma possibilidade de aumentar a efetividade desses inimigos naturais seria o fornecimento adicional de alimentos secundários por meio da introdução de vegetais que forneçam esses recursos aos inimigos naturais das pragas.

Algumas espécies de leguminosas e gramíneas, como a crotalária e o trigo mourisco, têm sido testadas como estratégias de manejo ecológico de pragas, no intuito de avaliar o efeito nutricional dessas plantas aos inimigos naturais, apresentando resultados positivos no aumento da sobrevivência desses predadores (ROSADO, 2007). Isto ocorre porque o pólen e o néctar apresentam valores elevados de proteína, glicose e frutose (KOPTUR, 2005; VENZON et al., 2006 apud ROSADO, 2007).

Verificou-se em áreas experimentais de sistema de cultivo de café orgânico diversificado com leguminosas (crotalaria, guandu, amendoim-forrageiro e estilosantes) que há uma relação positiva entre o aumento da diversidade das plantas e a porcentagem de minas do bicho-mineiro predadas por vespas (AMARAL et al., 2004).

2.13 Controle biológico realizado por vespas predadoras e parasitóides

De acordo com Conceição (2005) o controle biológico natural, realizado por predadores e parasitos, é muitas vezes eficiente na redução populacional de *Leucoptera coffeella* (principal praga do bicho-mineiro do cafeeiro) abaixo do nível de dano econômico.

A vespa é um predador muito importante para a lavoura do café (SOUZA, 1979 e SOUZA *et al*., 1980). Essas vespas constroem seus ninhos nos próprios cafeeiros ou em árvores e arbustos e outros suportes próximos das lavouras de café (Figura 7). Sobrevoam e procuram nas plantas as lesões onde se localizam as lagartas do *L. coffeella*, rasgam a epiderme com a mandíbula e retiram as lagartas do local e as eliminam (SOUZA et al., 1980). De acordo com Reis e Souza (2002), a eficiência das vespas predadoras do bicho-mineiro podem chegar até a 70%.

Figura 7 – Ninho de vespas predadoras (Hymenoptera) em sistema agroflorestal localizado no município de Teodoro Sampaio/SP
Fonte: Foto do autor desta tese. 2012

Por esse motivo, vespas predadoras tem sido uma ferramenta importante na tomada de decisões para o controle do bicho-mineiro e com base no excelente controle natural que realiza tem sido empregado o nível de não-ação para a tomada de decisão do controle do bicho-mineiro (TORRES et al., 2009). Nível de não-ação significa a não aplicação de inseticidas nas lavouras cafeeiras, uma vez que as vespas estão conseguindo controlar sozinhas e de maneira eficaz a população da praga. De acordo com Gravena (1990) apud

Torres et al. (2009), quando 40% ou mais das folhas com minas do bicho-mineiro apresentarem sinais de predação por vespas predadoras não é recomendado o controle químico para a praga.

A partir de avaliações de estudos realizados durante cerca de vinte anos, observou-se que de modo geral, os maiores níveis populacionais dos inimigos naturais coincidem com os picos populacionais de *L. coffeella* (CONCEIÇÃO, 2005). Os autores atribuem às aplicações inadequadas de agrotóxicos na cultura a destruição de seus inimigos naturais e o conseqüente maior ataque de *L. coffeella* (GONÇALVES et al., 1978 apud CONCEIÇÃO, 2005).

A eficiência dos insetos predadores no controle do bicho-mineiro é bem maior do que aquela proporcionada pelos parasitóides, uma vez que para seu desenvolvimento completo eles têm necessidade de predar número elevado de lagartas (CONCEIÇÃO, 2005). No entanto, a lista de insetos identificados como predadores de lagartas de bicho-mineiro é bem inferior ao número de parasitos conhecidos. Melo et al. (2007) afirmam que o parasitismo de lagartas do bicho-mineiro realizado pelos Himenópteros parasitóides possui eficiência de 18%.

As principais vespas predadoras do bicho mineiro na fase de lagarta pertencem aos gêneros *Brachygastra* (*B. augusti*, *B. lecheguana*), *Polistes* (*P. lanio*, *P. versicolor*), *Polybia* (*P. scutellaris*), *Protonectarina* (*P. silveirae*) e *Synoeca* (*S. surinama cyanea*) (REIS et al., 1984). Além dessas vespas sociais da família Vespidae, existe outra família de vespa com hábito solitário que preda lagartas de *Leucoptera coffeella*, denominada Sphecidae.

Devido a importância ecológica e econômica das vespas predadoras, uma vez que prestam um serviço ecológico de maneira gratuita, Torres et al. (2009) citam até a possibilidade de transportar os ninhos de vespas para abrigos instalados em áreas de lavoura de interesse, como o café. De acordo com Reis et al. (1984), esse processo de transferência de ninhos de vespas para locais próximos a lavouras de café pode ser feito com pleno sucesso, desde que tomadas as medidas de segurança, como utilização de roupa apropriada e sacos plásticos p o transporte do ninho, pois as vespas possuem glândulas de veneno anexas a um ferrão.

De acordo com Reis et al. (1984), as duas espécies de vespas mais comuns e encontradas em grandes quantidades são *Protonectarina sylverirae* e *Bachygastra lecheguana*. Elas nidificam próximas das lavouras cafeeiras principalmente em compontentes arbóreos e arbustivos, sendo importante a adição de quebra-ventos no entorno das lavouras, adição de diversidade vegetal com espécies de árvores dentro dos próprios cafezais, o que

denominamos de sistemas agroflorestais, possibilitando que as vespas tenham estrutura física para construírem seus ninhos.

Uma importante medida em prol da conservação de vespas predadoras consiste na educação ambiental e extensão rural desenvolvida por técnicos nas áreas rurais, pois sem o devido conhecimento dos serviços ambientais desempenhados pela entomofauna, na maioria das vezes, os agricultores desconhecendo a ajuda que as vespas conferem aos agroecossistemas destroem os seus ninhos com fogo e inseticidas, deixando de valorizar o serviço prestado por elas no controle da praga. Além disso, é necessária uma extensão rural diferenciada, com viés agroecológico no intuito de fortalecer o resgaste do manejo agroecológico das unidades produtivas, pois apenas conhecer os efeitos benéficos das vespas não possibilita a abundância e riqueza delas nos agroecossistemas, uma vez que esses fatores dependem do redesenho da propriedade.

Amaral et al. (2010) estudando a atuação dos inimigos naturais de *L. coffeella* em sistemas diversificados e não diversificados verificou estatisticamente uma correlação positiva entre a atuação de Vespidae, vespas predadoras do bicho-mineiro, e a diversidade de plantas no sistema.

A relação de parasitóides é bem mais extensa. Mendes (1940) publicou uma lista de 32 parasitóides de Leucoptera coffeella, enquadrados nas seguintes famílias: Braconidae (5 espécies), Elachertidae (1 espécie), Elasmidae (1 espécie), Eulophidae (24 espécies) e Pteromalidae (1 espécie), sendo oito delas encontradas no Brasil. De acordo com Gallardo-Covas (1992), existem cerca de 18 espécies de parasitoides do bicho-mineiro do cafeeiro, todas pertencentes à ordem Hymenoptera, famílias Braconidae e Eulophidae.

Segundo estudos realizados por Gonçalves et al. (1978) nas regiões de Campinas, Franca e Pindorama no Estado de São Paulo, a população de parasitóides do bicho-mineiro varia em função da região de cultivo, sendo que o mesmo não foi observado em relação aos predadores.

Fernandes (2013) avaliando a influência do sistema de manejo na diversidade de parasitoides do bicho-mineiro em sistemas produtivos convencionais, orgânicos e agroflorestais no Sul de Minas Gerais verificou uma maior riqueza e abundância de insetos parasitoides no sistema agroflorestal. As espécies encontradas pela autora foram *Stiropius reticulatus*, *Orgilus niger*, pertencentes à família Braconidae e *C. coffeellae*, *Cirrospilus sp2*, *Closterocerus (Achrysocharis) sp1*, *C. (Achrysocharis) sp2* e *Proacrias coffeae*, da família Eulophidae.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo escolhida para o desenvolvimento da referida pesquisa foram os assentamentos rurais da região do Pontal do Paranapanema, localizada no entorno do Parque Estadual Morro do Diabo e importantes fragmentos de mata da região. A área de estudo escolhida foram os SAFs inseridos no projeto Café com Floresta e as lavouras convencionais de café (monocultivos a pleno solo), localizadas nos assentamentos rurais denominados Santa Zélia, Água Sumida, Antônio Conselheiro e Fazenda Ribeirão Bonito (nome antigo da fazenda antes de se tornar área de assentamento, atualmente dividida em 4 assentamentos rurais: Vale Verde, Santa Rita, Haideia e Cachoeira do Estreito), ambos localizados no município de Teodoro Sampaio/SP.

O Pontal do Paranapanema é uma região que historicamente foi ocupada por grandes propriedades baseadas na monocultura e pecuária de corte, com ausência de manejo conservacionista dos recursos naturais (solo, recursos hídricos, flora e fauna). Sendo sua ocupação mais recente dominada pela monocultura da cana-de-açúcar, o que tem contribuído com uma continuação da severa e histórica degradação ambiental na região (Figura 8).

Figura 8 – Processo erosivo avançado, com voçorocas, em áreas que foram destinadas à reforma agrária, na região de estudo, no município de Teodoro Sampaio

A grande concentração de terras no Pontal do Paranapanema, obtidas pelo meio da grilagem, facilitou o início de conflitos sociais na área, que deram origem a vários acampamentos. Esses acampamentos, juntamente com a intensificação do número de

ocupações de terras no Pontal do Paranapanema, deram origem aos projetos de assentamentos rurais nessa área (SILVA et al., 2006). É neste contexto que também surgem os assentamentos do município de Teodoro Sampaio, dentre os quais alguns, já elencados, se tornaram áreas de estudo desta respectiva pesquisa.

Em 1941 e 1942, o governo do estado de São Paulo criou três reservas florestais somando 297.339 h na região do Pontal do Paranapanema. Essas reservas tinham por objetivo a conservação da flora e da fauna. Contudo essas matas acabaram sendo invadidas, destruídas e substituídas por pastagens e gado bovino (FERRARI LEITE, 1981). Atualmente, restam cerca de apenas 13% dessa área de reserva.

O Pontal do Paranapanema localiza-se no extremo oeste de São Paulo, entre as confluências dos rios Paraná e Paranapanema, caracterizada por ser uma região marcada pela devastação florestal, que transformou a paisagem em extensas áreas de monocultivos e pastagem (VALLADARES-PÁDUA, 2002). Possui solos predominantemente profundos, caracterizados como Latossolo Vermelho, oriundos de rochas sedimentares da unidade geológica Arenito Caiuá (Atlas Interativo do Pontal do Paranapanema, 2001). A vegetação característica da região é classificada como Floresta Estacional Semidecidual.

Quanto aos aspectos climatológicos, a região caracteriza-se, segundo a classificação de Koeppen, citado por Leite (1998), pelo clima do tipo Cwa: mesotérmico, de inverno seco, caracterizado por temperaturas médias anuais ligeiramente inferiores a 22 °C, com chuvas típicas de clima tropical. O clima da região é seco, com verão quente e úmido (PLANO DE MANEJO, 2006). Dessa forma, segundo a classificação de koppen há dois tipos climáticos na região, sendo Aw (clima tropical com estação seca de inverno) e Cwa (inverno seco e verão quente). A precipitação é maior no verão, sendo os meses mais chuvosos os de dezembro a fevereiro. O período de maiores índices pluviométricos indica maior erosividade, predispondo mais os agroecossistemas ao processo de erosão, principalmente nos meses de outubro, novembro e dezembro, quando o solo está na fase de preparo para o cultivo (Instituto de Terras do Estado de São Paulo, 1999).

O relevo é varia de suave a ondulado. O tipo de solo predominante é o Latossolo, de textura arenosa e fortemente ácido (PLANO DE MANEJO, 2006).

O município de Teodoro Sampaio pertence à Bacia hidrográfica do Paraná, e se situa entre dois grandes rios: Paraná, ao Norte, e o seu afluente Paranapanema, ao Sul (SILVA, 2006).

A cobertura vegetal no passado existente em todo o Pontal do Paranapanema é encontrada hoje apenas no Parque Estadual Morro do Diabo e em alguns pontos esparsos da região, sendo que a vegetação constituída é a maior porção contínua de mata atlântica do interior do Estado de São Paulo (SILVA et al., 2006).

Devido a esse processo de ocupação sem critérios, a exuberante Mata Atlântica que antes predominava na região, sofreu drástica redução em sua cobertura florestal, restando hoje, apenas 1,85% da cobertura original. A maior parte do que resta é o que constituiu a área do Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD), 37.000 ha, e alguns fragmentos em propriedades privadas e assentamentos (DEAN, 1997). Ainda como consequência do modo de ocupação da Reserva do Pontal, houve grande concentração de terras devolutas em poder de poucos fazendeiros - 8% dos proprietários rurais detêm a posse de 75% dos 260.000 mil hectares da grande Reserva do Pontal (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 1996).

As grandes extensões de pastagem impedem a conectividade entre estes fragmentos florestais remanescentes, levando ao isolamento muitas espécies, entre elas o Mico-Leão-Preto (*Leontopithecus chrysopygus*), um dos primatas mais ameaçados de extinção do planeta (VALLADARES-PÁDUA; CULLEN, 1995).

Nos últimos 20 anos, devido à elevada degradação ambiental ocorrida no Pontal do Paranapanema, muitos projetos de desenvolvimento sustentável foram desenvolvidos na região, no intuito de recuperar muitas áreas degradadas existentes, reconectar alguns fragmentos florestais isolados, conservar a biodiversidade e proporcionar atividades de educação ambiental e extensão rural que convergem para as práticas propostas pela ciência Agroecologia, que busca o redesenho dos agroecossistemas, por meio do incremento da biodiversidade, além de valorizar e resgatar as práticas tradicionais de manejo agrícola. Devido ao processo de ocupação sem critérios, a exuberante Mata Atlântica que antes predominava na região, sofreu drástica redução em sua cobertura florestal, restando hoje, apenas 1,85% da cobertura original.

Um dos projetos desenvolvidos na região foi o projeto “Café com Floresta”, que vem sendo executado pelo IPE – Instituto para Pesquisa Ecológica, desde 2002, juntamente com as famílias assentadas da reforma agrária, no extremo oeste do Estado de São Paulo. O projeto subsidiou a inserção de 70 sistemas agroflorestais nas unidades produtivas dos assentados, sendo um SAF implantada em cada unidade. Os SAFs têm em média a área de 1,0 ha e são constituídos pelo componente arbóreo, composto por cerca de 600 indivíduos arbóreos e arbustivos (em sua maioria nativas e algumas exóticas), pela cultura carro chefe do sistema, a

cafeicultura, que é representa em cada SAF por cerca de 3000 cafeeiros em sua maioria da variedade Obatã (*Coffea arabica*).

3.2 Aspectos metodológicos

A metodologia da pesquisa foi baseada no DRP (Diagnóstico Rural Participativo), onde se utilizaram as técnicas de observação, dinâmicas em grupos e entrevistas semi-estruturadas. As entrevistas e diálogos foram realizados com os agricultores, lideranças locais do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST), técnicos e educadores, que representam universidades, a unidade de conservação (PEMD) e ONGs (Organizações não governamentais), principalmente com os colaboradores do IPE (Instituto de Pesquisas Ecológicas). Além disso, foram feitas visitas periódicas de janeiro de 2011 a dezembro de 2012 às unidades familiares selecionadas para a pesquisa. Essa vivência e acompanhamento mensal das unidades familiares, além de facilitar o diagnóstico sócio-econômico e agronômico-produtivo dos agroecossitemas, possibilitaram uma maior vivência dos pesquisadores com os agricultores, que ao longo desse período foram estabelecendo relações de confiança e trocas de conhecimentos e informações, fato que favoreceu a coleta de dados e a sistematização dos dados coletados. As informações coletadas foram complementadas por dados obtidos a partir de métodos qualitativos. As técnicas qualitativas utilizadas foram: a observação participante, as entrevistas semi-estruturadas, a fotodocumentação e as anotações em diário de campo. Dentre as técnicas quantitativas utilizou-se o monitoramento mensal da praga do café, avaliações do índice de predação, da diversidade de insetos presentes nos agroecossistemas por meio do uso de armadilhas, análise da produtividade dos agroecossistemas e levantamento florístico dos SAFs.

De acordo com Lopes et al. (2008), as metodologias de construção coletiva do conhecimento agroecológico variam conforme as distintas realidades, e estas devem ser flexíveis e adaptáveis, à medida que se conhecem melhor os anseios, expectativas e desejos do público com o qual se trabalha.

De acordo com Costa (1995), um referencial conceitual e analítico cartesiano e reducionista vem se mostrando limitado e insuficiente na determinação das causas e na identificação das alternativas de superação dos crescentes problemas produtivos agrícolas e dos impactos negativos gerados pelo setor, nas esferas econômica, social e ambiental. Nesta esfera, a agroecologia pode dar uma expressiva contribuição, enquanto uma área da ciência que utiliza um referencial teórico e conceitual fundamentado na abordagem sistêmica, buscando entender e analisar a agricultura como um todo.

A utilização do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) como ferramenta para o desenvolvimento de pesquisa-ação e/ou projetos extensionistas se constitui em uma boa estratégia para captação de informações e construção de um quadro analítico, que posteriormente pode ser utilizado na execução dos projetos. De acordo com Verdejo (2007), o DRP consiste num conjunto de técnicas e ferramentas que permitem que as comunidades participem ativamente do diagnóstico do agroecossistema e a partir daí sejam capazes de auto-gerenciar o seu planejamento e desenvolvimento. Desta maneira, os participantes puderam compartilhar experiências e analisar os seus conhecimentos, a fim de melhorar as suas habilidades de planejamento e ação (THIOLLENT, 2000).

A Agroecologia como uma ciência forneceu os princípios teóricos e metodológicos para a execução de muitas etapas da pesquisa, pois ela é embasada nas diversas áreas do conhecimento científico e do conhecimento tradicional, contendo princípios teóricos e metodológicos voltados ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis. Dessa forma, podendo contribuir para a conservação da agrobiodiversidade e perpetuação da agricultura familiar, numa ótica que transcende a produção de alimentos e abriga anseios maiores, como a reprodução social das famílias no meio rural, a qualidade de vida dos agricultores e a conservação dos recursos naturais para as futuras gerações.

3.3 Coletas de dados

O procedimento para coletas de dados foi dividido em algumas etapas. Na primeira e segunda etapa objetivou-se buscar informações quantitativas e qualitativas, realizando entrevistas com os agricultores que estão inseridos no projeto Café com Floresta e com os coordenadores do IPÊ (Instituto de Pesquisa ecológica). A partir da terceira etapa focou-se na busca de informações de caráter quantitativo, a fim de dimensionar os impactos de conservação da biodiversidade proporcionados pelo manejo agroflorestal, envolvendo o inventário da vegetação e o levantamento fitotécnico das espécies presentes nos SAFs.

A primeira etapa foi realizada por meio de reuniões e entrevistas com todos os agricultores que estão inseridos no projeto Café com Floresta, lideranças locais e agricultores convencionais (Figura 9). Num segundo momento foram visitadas 20 unidades de produção para aplicação dos questionários semi-estruturados e caminhadas transversais nos lotes. Com estes métodos buscou-se coletar informações gerais sobre a caracterização dos SAFs, o histórico de desenvolvimento dos agroecossistemas, o conhecimento etnobotânico dos agricultores em relação ao cultivo de café sob arbustos e árvores, a relação dos SAFs com a organização familiar, o aprendizado e as experiências adquiridas pelos agricultores familiares,

bem como as vantagens e dificuldades no manejo agroflorestal, visando ao entendimento e à contextualização inicial dos sistemas agroflorestais a partir da percepção e conhecimento tradicional do agricultor.

Figura 9 - Entrevista semi-estruturada realizada com cafeicultores agroecológicos e caminhada transversal em SAF, localizado no município de Teodoro Sampaio
Fonte: Foto do autor da tese, 2011.

A seguir é apresentado um mapa com as áreas de estudo escolhidas para aplicação do questionário (Figura 10). Foi utilizado um GPS para coleta das coordenadas geográficas de cada lote dos agricultores. Posteriormente, as mesmas foram inseridas no Google Earth para seleção dos pontos e geração da imagem.

Figura 10 - Áreas de estudos (unidades de produção agrícolas dos assentados, pontos em destaque amarelo) selecionadas para aplicação de questionários semi-estruturados, na região do Pontal do Paranapanema
Fonte: Imagem Google Earth (2011)

Dessa forma, na segunda etapa da pesquisa selecionaram-se as unidades experimentais para realização da pesquisa qualitativa. Para a aplicação de questionários semi-estruturados escolheu-se 10 unidades produtivas, que possuiam SAFs e/ou que se encontravam em transição agroecológica, pertencentes aos agricultores que participavam do projeto Café com Floresta, e 10 unidades produtivas de agricultores que cultivavam café a pleno sol com a utilização de agroquímicos e, portanto, não tinham o sistema sombreado e diversificado.

Na terceira etapa foram realizados levantamentos florísticos em cinco sistemas agroflorestais (Figura 11), com a identificação das espécies arbóreas e arbustivas que compunham o agroecossistema diversificado (SAF). Esse levantamento fitossociológico foi realizado com o propósito de dimensionar o índice de diversidade vegetal nos SAFs e compará-los com índices de ambientes agrícolas convencionais (monocultivos de cafeeiros cultivados a pleno sol), a fim de verificar o potencial conservacionista, de recuperação

ambiental, bem como, as vantagens de um ambiente agrícola com elevados níveis de biodiversidade para a produção de café.

Figura 11 – Levantamento florístico de sistema agroflorestal, localizado no município de Teodoro Sampaio
Fonte: Foto do autor da tese, 2011

Foram instaladas em cada sistema agroflorestal estudado cinco parcelas quadradas de 16 x16 m, distribuídas de maneira aleatória no agroecossistema. Efetuou-se a amostragem de todas as árvores e arbustos presentes dentro de cada parcela. Para tal, foram utilizadas fita métrica, barbantes, régua e planilha de campo.

A identificação das espécies foi feita em campo, e quando isso não era possível, coletava-se um ramo, devidamente numerado e identificado para posterior identificação com auxílios de chaves botânicas. Os dados levantados em campos e no laboratório foram passados para planilhas do Excel e depois foram analisados no programa Mata Nativa 3.

Foi utilizado o índice de diversidade de Shannon (H') e índice de equabilidade de Pielou (J), para se verificar a riqueza, abundância de espécies de plantas e o nível de equilíbrio na relação de distribuição entre o número de indivíduos e o número de espécies presentes nos sistemas agroflorestais.

A análise da composição florística das áreas e os índices de diversidade e equabilidade permitem verificar a qualidade ambiental local, podendo inferir na disponibilização e conservação dos recursos naturais vegetais a partir da adoção do manejo agroflorestal nas unidades agrícolas familiares. De acordo com Ayres (2008), compartilhar produção agrícola e

conservação da biodiversidade vegetal é fundamental para programas de desenvolvimento rural que primam pelo equilíbrio entre população e ambiente na adoção de novas tecnologias.

Para avaliação da incidência do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), do nível de predação natural da praga e coleta de insetos nas lavouras com o sistema a pleno sol e em sistemas agroflorestais, selecionou-se 4 unidades de produção: i) uma lavoura convencional de manejo (monocultura), que utiliza agroquímicos (CONV AT); ii) uma lavoura em transição agroecológica, que não realiza mais aplicações de agrotóxicos, com quebra-ventos no entorno (TRANS MN); iii) um sistema agroflorestal de média diversidade (SAF ST – Média Diversidade) e, iv) um sistema agroflroestal de alta diversidade (SAF FR – Alta Diversidade).

Em cada agroecossistema do estudo foram selecionadas e demarcadas com barbantes e fita zebrada cinco parcelas experimentais. Cada parcela experimental dos sistemas possuía cerca de 250 m² e continha entre 50 e 100 cafeeiros da variedade Obatã (*Coffea arabica*), com 8 anos de idade. A amostragem de folhas para avaliação da flutuação populacional do bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella)* foi realizada no terço mediano de cada planta, tomada aleatoriamente por meio de caminhamento em zigue-zague nas parcelas dos agroecossistemas estudados. Foram coletadas no terço mediano do cafeeiro 2 pares de folhas do 3º ou 4º par em todos os lados da planta (norte, sul, leste e oeste), sendo amostrados 10 cafeeiros por parcela, totalizando 80 folhas coletadas por parcela e 400 folhas por agroecossistema. Após serem coletadas e acondicionadas em sacos de papel para posterior avaliação, as folhas foram levadas ao laboratório de fitossanidade da Universidade Federal de São Carlos para identificação e quantificação da incidência bicho-mineiro (identificando e classificando as lesões em predadas, intactas e dilaceradas).

Foram realizados 14 monitoramentos mensais (abril de 2011 a maio de 2012) do bicho-mineiro nos 4 agroecossistemas avaliados (Figura 12).

Figura 12 - Monitoramento mensal de incidência do bicho-mineiro em sistema agroflorestal, locanizado no município de Teodoro Sampaio/SP
Fonte: Foto do autor da tese, 2012

A determinação de infestação do bicho-mineiro nas folhas dos cafeeiros foram determinadas segundo a expressão:

$$\textit{Infestação (\%)} = \frac{\textit{n° de folhas com lesões x 100}}{\textit{n° total de folhas coletadas}}$$

Foram utilizadas armadilhas do tipo Malaise (Figura 13), de interceptação de vôo, para captura de insetos nos quatro agroecossistemas monitorados. As coletas ocorreram mensalmente, de maio de 20011 a junho de 2012, totalizando 12 meses de coleta. O material foi levado para triagem, identificação e deposição no laboratório de Hymenoptera parasítica, da Universidade Federal de São Carlos, no Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, e está conservado em álcool 70%.

Figura 13 - Armadilha tipo Malaise instalada no sistema agroflorestal para coleta de insetos, município de Teodoro Sampaio/SP
Fonte: Foto do autor da Tese, 2012

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos sócio-econônimos, históricos e ambientais das unidades produtivas

A idade média dos agricultores que possuem sistemas agroflorestais é de 64 anos. Enquanto, a média de idade dos agricultores convencionais é de 58 anos. Pelo Estatuto do idoso no Brasil a partir de 60 anos uma pessoa pode ser denominada de idosa (DOLL, 2012). Ambos os agricultores, pertencentes aos diferentes sistemas de produção agrícola, estão em idades avançadas, mas ainda se encontram em plena atividade física e desempenham todas as atividades agrícolas e pecuárias existentes no lote. O titular do lote é o principal responsável pelas atividades agropecuárias desenvolvidas, neste sentido verifica-se que a faixa etária dos agricultores entrevistados em quase sua totalidade enquadra-se na categoria de idosa. De acordo com Doll (2012), o número de pessoas idosas e muito idosas está aumentando rapidamente no meio rural, no entanto, o trabalho é um fator importante de identificação e constituição da pessoa, envolvendo relações com o ambiente e consigo mesmo.

Por um lado, o fato dos agricultores se encontrarem em plena atividade e com vigor físico é importante, mas por outro lado o envelhecimento da população rural e a evasão dos jovens rurais para as cidades expõem uma possibilidade de não continuidade das atividades agrícolas e rurais pelos seus filhos e sucessores. Pois, em todas as unidades familiares pesquisadas verificou-se que em apenas duas delas, em unidades produtivas classificadas como convencionais, os filhos dos agricultores permaneciam no lote e contribuíam com o trabalho agrícola. Com isso, fica evidente que o envelhecimento da população rural assentada deverá ser tratado com atenção especial pelas autoridades políticas, portanto, discussões e formulações de políticas públicas para o campo e para o jovens oriundos da agricultura familiar são urgentes. As políticas públicas já existentes e outras mais contemplativas que favoreçam a fixação dos jovens no campo e deem qualidade de vida à população idosa devem ser efetivadas num curto espaço de tempo, caso contrário, a reprodução sócio-econômica das famílias assentadas e a dignidade do idoso poderão ser comprometidas.

Nenhum dos agricultores entrevistados teve a oportunidade de iniciar o ensino superior. Destaca-se na Figura 14 que dos seis agricultores analfabetos, cinco se enquadram no modelo convencional de cultivo e apenas um deles fez parte do grupo de agricultores em transição agroecológica, que possuíam SAFs e estavam em estágio avançado da conversão dos sistemas produtivos. Provavelmente, o nível de escolaridade influenciou a tomada de decisão dos agricultores em fazerem a conversão do sistema de manejo convencional para um sistema de manejo de base ecológica. O nível de escolaridade pode contribuir e estar

associado ao conhecimento técnico sobre os riscos que uma agricultura intensiva em agroquímicos acarreta para o meio ambiente e para os seres vivos. Acredita-se que a formação escolar e a formação política dos agricultores contribuíram com a tomada de decisões dos agricultores agroecológicos, principalmente no que se refere à mudança do padrão tecnológico utilizado nos lotes. Pois, deixar o padrão tecnológico agrícola imposto pela agricultura dita moderna e traçar outras possibilidade e alternativas mais limpas e sustentáveis de produção requer uma visão política, holística e sistêmica de todo o processo.

De acordo com Kolling et al. (2012) o MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra) passou a expressar e a reafirmar uma concepção de educação que vincula a produção da existência social à formação do ser humano, não abrindo mão da instrução adquirida na escola como prática necessária para o entendimento da realidade e da luta por uma transformação. Por esse motivo, o MST juntamente com o poder público conseguiu inserir várias escolas dentro dos assentamentos rurais, desde o nível de pré-escola até o ensino de jovens e adultos (EJA). Além disso, promovem cursos de formação política e capacitação em agroecologia por meio de cursos informais e formais, abrangendo cursos técnicos e superiores, contemplando cursos de técnicos de agropecuária e agroecologia, e superiores de pedagogia, agronomia, direito, medicina veterinária, dentre outros. Neste sentido, acreditamos que o fato da coordenação nacional do MST considerar e entender que a quebra do paradigma produtivista dentro dos assentamentos rurais depende de outras práticas sociais e de outros modelos alternativos de produção agrícola, isso tem possibilitado uma caminhada dos assentamentos rurais rumo à sustentabilidade. Por esse motivo todos os cursos na área de ciências agrárias (Engenharia agronômica e veterinária) oferecidos para os assentados pelo PRONERA (Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária) têm como área do conhecimento norteadora a Agroecologia.

Por outro lado muitos agricultores, pelas péssimas condições financeiras e dificuldades em comprar sementes, adubos e agrotóxicos buscam outras formas de produção que sejam menos dependentes de insumos externos e conseguem por meio do conhecimento tradicional camponês se sobressair em muitas atividades agrícolas, uma vez que respeitam as condições climáticas, valorizam as variedades locais dotadas de rusticidade e mantêm o conhecimento de certas práticas e técnicas de manejo até mesmo centenárias. De acordo com Khatounian (2001), o processo de mudança no manejo convencional para o ecológico tem sido chamado de conversão e as motivações para a conversão ainda podem ser outras como as doenças na família ou em vizinho causadas por agrotóxicos, considerações filosóficas ou religiosas e o prêmio pago pelos produtos orgânicos.

Ainda com relação à escolaridade dos agricultores assentados, Heredia et al. (2002) verificaram em estudos realizados em assentamentos rurais brasileiros que a escolaridade de 87% dos responsáveis pelo lote era de até a 4ª série do ensino fundamental, sendo que 32% nunca foram à escola. Apenas 2% a freqüentaram além da 8a série. Esses dados foram semelhantes no caso dos cônjuges e da população assentada com 30 anos ou mais.

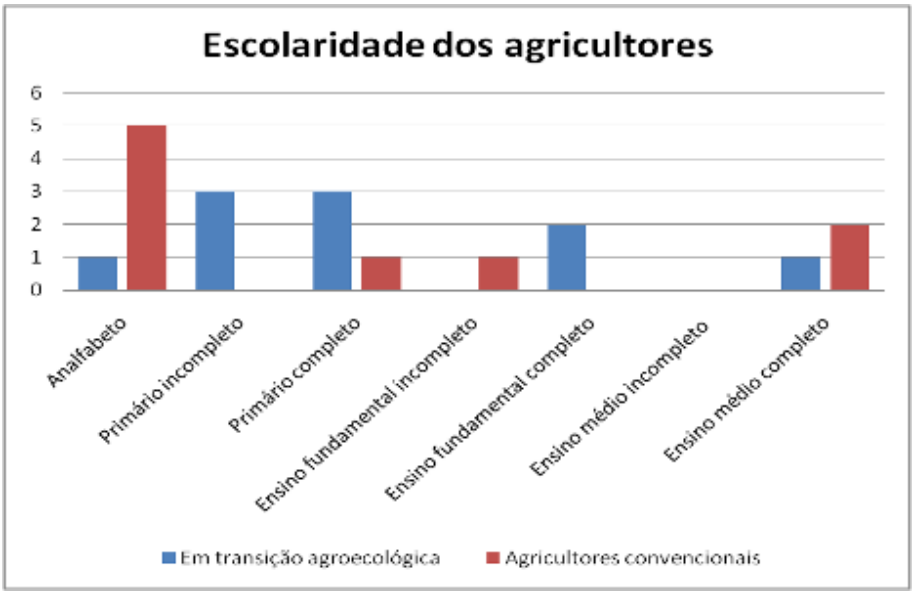

Figura 14 – Nível de escolaridade dos agricultores em transição agroecológica (que possuem SAFs) e em sistema convencional de manejo, no município de Teodoro Sampaio/SP

De acordo com as entrevistas realizadas, todos os agricultores selecionados para a pesquisa haviam tido contato com a terra antes de se tornarem assentados. A maioria dos agricultores convencionais tinha sido meeiro em propriedades cafeeiras do estado do Paraná. E os agricultores que se encontravam em transição agroecológica tiveram um histórico de arrendamento e posse da terra. Muitos arrendaram terras no passado e depois de certo tempo, antes de se tornarem assentados, por período curto de tempo, tornaram-se posseiros. De acordo com Heredia et al. (2002), quando se analisa o tipo de trabalho exercido imediatamente antes de vir para o assentamento, constata-se que 75% dos assentados estavam anteriormente ocupados em atividades agrícolas, como assalariados rurais permanentes ou temporários, posseiros, parceiros, arrendatários, membros não remunerados da família.

Em média, o número de pessoas que integram a unidade familiar dos agricultores em transição agroecológica foi de 3,9 indivíduos por lote e nas unidades familiares denominadas convencionais a média é de 2,66 indivíduos por lote (Tabela 1). O tipo de mão-de-obra entre os dois estilos de agricultura familiar deferiram muito. Os agricultores em transição agroecológica possuía mão-de-obra tipicamente familiar. Já os agricultores convencionais se caracterizam pela contratação de mão-de-obra temporária, apesar de serem os principais

responsáveis pela efetivação das atividades agrícolas no lote (Tabela 1). As unidades produtivas convencionais pagavam em média 50 diárias por ano para trabalhares temporários, enquanto as em transição agroecológica pagavam apenas 1,5 diárias por ano. Na realidade, entre os 10 agricultores em transição agroecológica, apenas um deles pagava 15 diárias por ano a um trabalhador temporário que prestava serviços em seu lote, por isso a média foi de 1,5 diárias por ano para essa categoria de agricultores.

Tabela 1 – Quantidade de pessoas que compõem a família, tipo de mão de obra, número de integrantes que trabalham no lote e número de diárias pagas a terceiros nas unidades de produção pesquisadas em Teodoro Sampaio/SP

Variáveis	**Unidades familiares agroecológicas**	**Unidades familiares convencionais**
Nº de pessoas na família	3,9	2,66
Tipo de mão-de-obra no lote	Familiar	familiar/temporária
Nº de integrantes que compõem a mão de obra familiar	2	1,77
Nº de diárias pagas/ano	1,5	50

As unidades familiares em transição agroecológica possuíam uma dinâmica espacial e temporal produtiva bem diferente das unidades convencionais, uma vez que os sistemas produtivos são diversificados e consorciados (Tabela 2), diferentemente das unidades familiares convencionais que trabalham apenas com lavoura de café e pecuária. Isso explica o motivo pelo qual a necessidade de mão-de-obra é maior nas unidades familiares convencionais, pois o fato de terem seu foco em apenas uma ou no máximo duas atividades agrícolas faz com que tenham maior demanda de mão de obra, principalmente no período de colheita e secagem do café. O que é ruim quando analisamos a disponibilidade de trabalho durante todo o ano no lote, pois em um período de cerca de 8 meses falta serviço dentro dos lotes convencionais e os agricultores assentados necessitam buscar serviço fora do lote, trabalhando em usinas e/ou prestando serviços temporários. Já no período da colheita falta mão-de-obra e as unidades produtivas necessitam contratar mão-de-obra especializada e dispendiosa para colher o café. Essa especialização produtiva ou foco em no máximo duas atividades é prejudicial à unidade familiar sob diversos aspectos, o agricultor fica muito mais sujeito e vulnerável à desvalorização e queda nos preços dos produtos, correndo muito mais riscos financeiros do que aquele agricultor que não possui o foco em apenas alguns produtos, como é o caso dos agricultores agroecológicos. Além disso, a segurança alimentar das famílias fica ameaçada, uma vez que necessitam comprar muitos alimentos que poderiam ser

produzidos no lote. Sem contar os riscos de contaminação do meio e intoxicação humana com os agrotóxicos que as propriedades convencionais utilizam.

Enquanto as unidades produtivas convencionais possuem em média 3 ha de área com lavoura cafeeira, contendo 10.000 pés de café e 16 ha de pastagens, as unidades familiares que se encontram em processo de transição agroecológica possuem uma média de 2,3 ha destinados para produção de culturas anuais (milho, mandioca, entre outras), 180 m² para a horticultura, 1530 m² para a fruticultura, 1, 24 ha para os sistemas agroflorestais, 0,84 ha com eucalipto (apesar de apenas 3 unidades terem eucalipto no lote), 330 m² em área construída e 15,3 ha são reservados para pastagem (Tabela 3). A média do tamanho total dos lotes é de 20,11 ha.

Tabela 2 – Caracterização do uso do solo das unidades produtivas dos agricultores em transição agroecológica, aderidas ao Projeto Café com Florestal, no município de Teodoro Sampaio/SP

Uso do solo	**Área destinada (hectare)**										**Média**
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6	Lote 7	Lote 8	Lote 9	Lote 10	
Cultura anual	4	0,5	1	2,42	5	0,5	1,2	1	1,5	6,5	2,362
Horticultura	0,008	0,008	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,018
Fruticultura	0	0,5	0	0,6	0,03	0	0	0,2	0	0,2	0,153
Sistemas agroflorestais	2	2,42	1,5	1	1	1	1	1	1	0,5	1,242
Pastagens	14,5	26,2	13,4	12,1	12	10	18	14,52	17	15,3	15,3
Mata	0	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24
Reflorestamento	0	0,5	0,6		0	6,47	0	0	0	0	0,841
Área construída (estrutura física)	0,025	0,035	0,03	0,04	0,03	0,02	0,025	0,05	0,03	0,04	0,033
Área total do lote	20,53	32,56	16,54	16,2	18,08	18,02	20,26	16,78	19,54	22,55	20,11

Noventa por cento das unidades produtivas agroecológicas avaliadas eram dependentes da pecuária leiteira. A diferença é que apesar delas terem como principal fonte de renda a pecuária leiteira possuíam outras rendas agregadas e outros produtos para subsistência das famílias e comercialização. Começaram a entregar, nos últimos dois anos, os produtos dos SAFs, em áreas de consórcio e na horta para o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) e para o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar). Das 10 unidades produtivas convencionais pesquisadas seis delas tinham como principal atividade econômica do lote a cafeicultura e a segunda principal atividade econômica desses estabelecimentos agrícolas era a pecuária leiteira.

Verificou-se que a renda familiar média mensal dos agricultores que se encontravam em transição agroecológica era de R$ 2564,50. Esse valor é garantido principalmente pelas rendas complementares obtidas fora do lote agrícola, ganho advindo das atividades

denominadas pluriativas, ou seja, oriunda de outras atividades profissionais desempenhadas pelo assentado na zona rural ou urbana. Logo depois aparece com significativa importância a renda promovida pelas aposentadorias. E, por último, a renda propriamente agrícola atribuída aos ganhos das atividades agropecuárias realizadas no lote agrícola, aparecia em terceiro lugar. No entanto, não foi computado na renda agrícola oriunda do lote os produtos alimentícios utilizados pelos agricultores para o auto-consumo. Na maioria das unidades familiares pesquisados há produção de mandioca, feijão, milho, muitas espécies de olerícolas, frutíferas, aves e gado, favorecendo a subsistência das famílias e diminuindo os gastos com a compra desses itens alimentícios. A subsistência das famílias deve ser levada em consideração quando se avalia o rendimento líquido da propriedade, pois provavelmente muitos itens alimentícios que os assentados têm acesso na zona rural não teriam se estivessem residindo nas cidades. Outro fato relevante é o do assentado possuir uma moradia própria no lote, sendo que de acordo com as entrevistas realizadas mais da metade deles não a tinham quando ainda não eram assentados. Neste sentido, verificou-se que se levar em consideração que a moradia conquistada juntamente com o lote diminui os custos da família, uma vez que não precisam mais pagar aluguel, a renda obtida dentro do lote é similar à renda obtida fora do lote com as atividades pluriativas das famílias.

Com relação à renda oriunda dos SAFs foi computado apenas o valor recebido pelo produto café, uma vez que esses sistemas agroflorestais são caracterizados, principalmente pela presença de cafeeiros intercalados com espécies nativas e algumas exóticas, servindo como tranpolins ecológicos para a fauna local. Esse enfoque conservacionista desse modelo de sistema agroflorestal não permitiu que o agricultor investisse mais em espécies arbustivas e arbóreas com fins produtivos, como por exemplo, frutíferas (abacateiro, mangueiras, goiabeiras, bananeiras, dentre outras). Pois essas espécies também estão presentes nos SAFs, mas com densidade populacional pequena servindo apenas para subsistência.

Portanto, apenas a valoração econômica do bem produzido e vendido pelos agricultores (neste o café) não é suficiente para valorar os efeitos positivos desempenhados pelos sistemas agroflorestais nas áreas produtivas de todo o lote e seu entorno. Sabe-se que os sistemas agroflorestais funcionam como abrigo e habitat para os inimigos naturais das pragas das culturas agrícolas e para os polinizadores. O quanto o agricultor deixa de gastar com a compra de agroquímicos, na maioria das vezes, não é pensado e nem calculado. Muitas outras funções são desempenhadas pelos sistemas agroflorestais, como proteção do solo e dos recursos hídricos, manutenção recursos genéticos e subsistência das famílias. Todos esses

serviços ambientais e muitos outros deveriam ser valorados e pagos aos agricultores que os produzem.

De uma maneira geral, na Europa, no Japão, na Austrália, nos Estados Unidos e em alguns outros países desenvolvidos há um reconhecimento desses bens tangíveis e intangíveis produzidos pelos sistemas alternativos de produção, dentre eles o sistema agroflorestal. E de certa forma, esse reconhecimento já é verificado no pagamento justo dos produtos que são produzidos sem agroquímicos e que corroboram com preservação e conservação dos recursos naturais. Atualmente, a saca beneficiada de café orgânico é vendida por cerca de R$ 650,00. Muitos cafeicultores brasileiros têm recebido esse reconhecimento por serem produtores comprometidos com a conservação do meio ambiente. No entanto, os cafeicultores agroecológicos do Pontal do Paranapanema, que se encontram inseridos no Projeto Café com Floresta, não conseguiram alcançar esse tipo de nicho comercial. Pelo contrário, por vários motivos, o produto de excelente qualidade produzido por eles é comprado por atravessadores da região por míseros R$ 170,00. Por esse motivo, a renda oriunda dos sistemas agroflorestais poderia ser muito maior se comparada com a renda atual. Essa colaboração dos SAFS na renda familiar poderia ser quintuplicada apenas com o pagamento justo pelo café agroecológico produzido. Além disso, poderia se pensar na possibilidade de inserção de frutíferas nos SAFs com fins econômicos, dando a possibilidade dos SAFs colaborarem mensalmente com a renda das famílias. Para isso, também seria necessário inserir os cafeicultores agroecológicos em algum sistema de certificação participativa.

Tabela 3 – Renda mensal (R$) familiar das unidades de produção em transição agroecológica, suas respectivas origens (aposentadoria, pluriatividade, agrícola) e quantidade de pessoas aposentadas em cada lote.

	Renda mensal familiar	**Renda obtida com aposentadoria**	**Renda obtida fora do lote (pluriatividades)**	**Renda obtida dentro do lote (agrícola)**	**Quantidade de pessoas aposentadas no lote**
Lote 1	2205,00	1635,00	0,00	570,00	3
Lote 2	2270,00	1090,00	780,00	400,00	2
Lote 3	1870,00	1090,00	0,00	780,00	2
Lote 4	3930,00	1090,00	1740,00	1100,00	2
Lote 5	2400,00	0,00	1600,00	800,00	0
Lote 6	1045,00	0,00	545,00	500,00	0
Lote 7	1095,00	0,00	545,00	550,00	0
Lote 8	3990,00	1090,00	2000,00	900,00	2
Lote 9	2240,00	1090,00	500,00	650,00	2
Lote 10	4600,00	1090,00	2310,00	1200,00	2
Média	2564,50	817,50	1002,00	745,00	1,7

Contrariamente, aos agricultores em transição agroecológica, os agricultores convencionais têm como principal fonte integradora da renda mensal familiar a renda oriunda da produção agrícola desenvolvida no lote (Figura 15). Entretanto, a renda familiar média dos dois tipos de agricultura (em transição e convencional) atingiu valores consideráveis e parecem sanar todas as necessidades básicas das famílias entrevistas. E de certa maneira, apesar de terem origens diferentes, alcançaram valores parecidos, ultrapassando os R$ 2500,00 mensais (Figura 15).

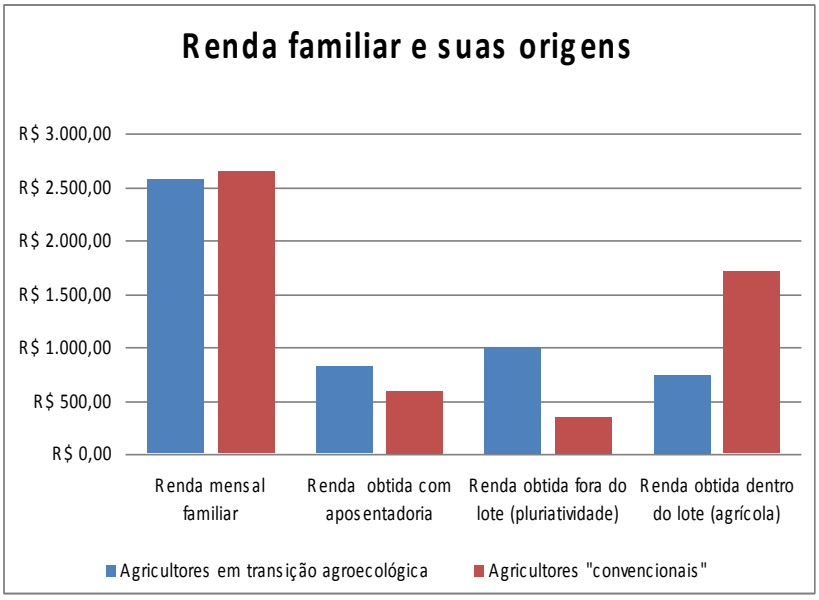

Figura 15 – Renda familiar dos agricultores assentados em transição agroecológica e convencionais, Teodoro Sampaio/SP

Com relação aos aspectos produtivos das unidades familiares pesquisadas verificou-se que as culturas anuais e perenes, principalmente a cultura do café, intercaladas com espécies arbustivas e arbóreas (a maioria, nativas da região) tem se desenvolvido muito melhor nesse sistema de cultivo quando comparadas com outras lavouras conduzidas de maneira simplificada (Figura 16). Os aspectos fitotécnicos (crescimento, produção, fitossanidade) das áreas cultivadas em sistemas agroflorestais demonstraram resultados satisfatórios aos agricultores (Figura 17). Contrariamente, os agroecossistemas simplificados evidenciaram problemas de ordem produtiva, como baixa produção, problemas com ataques de pragas e doenças (Figura 18).

Figura 16 – Cafeeiros com excelente sanidade vegetal, sem sinais de desnutrição e com bom crescimento dos ramos produtivos conduzidos em sistema agrofloretal no muncípio de Teodoro Sampaio/SP.
Fonte: Foto do autor da tese, 2012

Figura 17 - Cafeeiros com frutos em processo de maturação, com boa carga pendente, conduzidos em sistema agroflorestal, no município de Teodoro Sampaio/SP
Fonte: Foto do autor da tese, 2012

Figura 18 – Cafeeiros em sistema convenciocnal de cultivo, depauperados pela desfolha causada pelo bicho-mineiro, no município de Teodoro Sampaio/SP
Fonte: Foto do autor da tese, 2012

Tanto a biodiversidade intrínseca (dentro do agroecossistema), quanto a extrínseca (encontrada no entorno do agroecossistema), fragmentos de mata nativa e a matriz florestal, neste caso em específico, o Parque Estadual Morro do Diabo, tem contribuído com a paisagem rural. A resiliência, a auto-suficiência e a produtividade alcançada pelos agroecossistemas estudados estão diretamente relacionados com a biodiversidade dos agroecossistemas diversificados (SAFs).

Dessa maneira, pode-se inferir que as unidades familiares em transição agroecológica estão cumprindo a função de conservação dos recursos naturais, e ao mesmo tempo, são beneficiadas pela biodiversidade funcional presente nos seus agroecossistemas. Além disso, contribui com a diversificação da paisagem, formando mosaicos e ilhas de biodiversidade na paisagem rural. Vale destacar que os agricultores em transição agroecológica não utilizam agroquímicos nos cultivos, diferentemente dos convencionais, fato que corrobora com a produção de alimentos de qualidade para o auto-consumo e venda no mercado local.

Apesar das unidades familiares convencionais terem evidenciado menor grau de sustentabilidade ambiental apresentaram índices razoáveis de produtividade com a cafeicultura, apresentando rendimentos financeiros consideráveis com a produção agropecuária (café e leite) oriunda do próprio lote. Neste sentido, acredita-se que os dois estilos de agricultura avaliados na pesquisa cumprem com a função sócio-econômica atribuída à agricultura. No entanto, ainda são reféns dos atravessadores e das empresas vendedoras de insumos agrícolas. Muitos esforços estão sendo empreendidos na região da pesquisa para inserir novas unidades familiares e assentamentos rurais em um processo de conversão agroecológica. Assim, algumas iniciativas de extensão rural com enfoque agroecológico e projetos de cunho ambiental desenvolvidos no Pontal serão apresentados no próximo capítulo, bem como a importância da agroecologia, da educação ambiental e dos processos participativos nesta caminhada rumo à transição agroeocológica dos assentamentos rurais da região do Pontal do Paranapanema.

4.2 Agroecologia e experiências de construção da agricultura sustentável

Antes de citarmos alguns projetos e experiências agroecológicas bem sucedidas na região do Pontal do Paranapanema iremos justificar a importância da Agroecologia enquanto marco teórico, metodológico e prático para a condução de sistemas produtivos locais rumo à sustentabilidade.

A Agroecologia é uma ciência emergente, embasada nas diversas áreas do conhecimento científico e do conhecimento tradicional, contendo princípios teóricos e metodológicos voltados ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, podendo contribuir para a conservação da agrobiodiversidade, dos recursos naturais e demais meios de vida, possibilitando a perpetuação da agricultura familiar, numa ótica que transcende a produção de alimentos e abriga anseios maiores, como a reprodução social das famílias no meio rural, a qualidade de vida dos agricultores e a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações (LOPES, 2009). A Agroecologia, como ciência em construção baseia-se no diálogo entre saberes (ALTIERI, 2010), na evolução dialógica do conhecimento científico e do saber popular, valorizando a cultura do homem do campo e seus conhecimentos empíricos (LOPES, 2009).

Com base em vários estudos e pesquisas nesta área, a Agroecologia tem sido reafirmada como uma ciência ou disciplina científica, ou seja, um campo de conhecimento de caráter multidisciplinar que apresenta uma serie de princípios, conceitos e metodologias que nos permitem estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas (CAPORAL; COSTABEBER, 2002). De acordo com Altieri (1989), a Agroecologia proporciona as bases científicas para apoiar o processo de transição a estilos de agricultura sustentável nas suas diversas manifestações ou denominações.

A Ciência Agroecologia resgata, sob novas bases tecnológicas e econômicas, a lógica da complexificação das sociedades camponesas tradicionais e seus conhecimentos desprezados pela agricultura moderna como forma de vencer o desafio de estabelecer uma agricultura sustentável (ASSIS, 2002).

O aprendizado dessa nova maneira de pensar e fazer agricultura passa por experiências de êxito e fracasso, como todo projeto que é idealizado e realizado pela sociedade (GUZMÁN, 2005). A Agroecologia tem como estratégia uma natureza sistêmica, ao considerar a propriedade, a organização comunitária e o restante dos marcos de relação das sociedades rurais articuladas em torno à dimensão local, onde se encontram os sistemas de conhecimentos portadores do potencial endógeno e sociocultural. Tal diversidade é o ponto de partida de suas agriculturas alternativas, a partir das quais se pretende o desenho participativo de métodos de desenvolvimento endógeno para estabelecer dinâmicas de transformação em direção a sociedades sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2002). De acordo com Iamamoto (2005), a Agroecologia é indissociável do desenvolvimento rural voltado para a

agricultura familiar, o que exige uma abordagem transdiciplinar, propiciando uma culta e fecunda interlocução entre as Ciências Naturais e as Ciências Humanas e Sociais.

Neste sentido, o sucesso de muitos projetos desenvolvidos na região teve como princípio básico a inserção dos agricultores em todos os processos, desde a elaboração, construção e execução dos mesmos. Diferentemente de muitos projetos desenvolvidos em comunidades rurais, privilegiou-se a necessidade e os anseios da comunidade, bem como o conhecimento empírico dos agricultores.

De acordo com Lopes et al. (2008), as metodologias de construção coletiva do conhecimento agroecológico variam conforme as distintas realidades, e estas devem ser flexíveis e adaptáveis, à medida que se conhecem melhor os anseios, expectativas e desejos do público com o qual se trabalha. Pois a transição agroecológica não é algo linear, muito pelo contrário, ela possuiu muitas diferenciações a depender da realidade local e da situação em que se encontra a unidade de produção, expressando na maioria das vezes caminhos e abordagens diferentes.

Por esse motivo as abordagens conceituais e analíticas cartesianas e reducionistas vêm se mostrando limitadas e insuficientes na determinação das causas e na identificação das alternativas de superação dos crescentes problemas produtivos agrícolas e dos impactos negativos gerados pelo setor, nas esferas econômica, social e ambiental (COSTA, 1995). Portanto, a agroecologia pode dar uma expressiva contribuição, enquanto uma área da ciência que utiliza um referencial teórico e conceitual fundamentado na abordagem sistêmica, buscando entender e analisar a agricultura como um todo.

Dessa maneira, a agroecologia pressupõe nas atividades metodológicas e no desenvolvimento dos projetos uma leitura holística e sistêmica da realidade local atual de onde se pretende resolver problemas e avançar no sentido de construir unidades produtivas e assentamentos rurais sustentáveis. Por esse motivo tem como principal pressuposto a valorização do conhecimento do camponês e de suas experiências de vida. Neste sentido, a utilização do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) como ferramenta para o desenvolvimento de pesquisa-ação e/ou projetos extensionistas se constitui em uma boa estratégia para captação de informações e construção de um quadro analítico, que posteriormente pode ser utilizado na execução dos projetos. De acordo com Verdejo (2007), o DRP consiste num conjunto de técnicas e ferramentas que permitem que as comunidades participem ativamente do diagnóstico do agroecossistema e a partir daí sejam capazes de auto gerenciar o seu planejamento e desenvolvimento. Desta maneira, os participantes podem compartilhar

experiências e analisar os seus conhecimentos, a fim de melhorar as suas habilidades de planejamento e ação (THIOLLENT, 2000).

Nos últimos 20 anos diversos projetos de caráter sustentável e de cunho agroecológico vêm sendo desenvolvidos na região do Pontal do Paranapanema. Tais projetos têm contribuído com a formação e capacitação dos agricultores e técnicos em Agroecologia, possibilitando mudanças no pensar e agir desses atores sociais, implicando diretamente na conversão do sistema de cultivo convencional para uma agricultura de base ecológica.

Alguns projetos importantes foram desenvolvidos na região, tais como:

1) O Projeto Pontal Verde: Plano de Recuperação Ambiental nos assentamento do Pontal do Paranapanema foi iniciado em 1998 na região do Pontal do Paranapanema, com objetivo melhorar as condições ambientais e sócio-econômicas dos assentamentos. De acordo com o ITESP (2001), o Plano de Recuperação Ambienta1 dos Assentamentos do Pontal do Paranapanema é fruto de uma busca de alternativas viáveis para a consolidação do desenvolvimento sócio, político e econômico de 2500 famílias assentadas na região, nos últimos três anos. O projeto, sob responsabilidade administrativa do ITESP, propunha a recuperação e controle de voçorocas, recomposição florística das reservas florestais e áreas de preservação permanente, e evitar a poluição do solo e da água. Pois de acordo com o ITESP (2001), O Pontal, com a monocultura quase secular e predominante nas áreas ocupadas pelos grandes latifundiários, herdou a depredação ambiental e o passivo social, uma vez que o desemprego e miséria assolaram a população rural. As principais ações do projeto foram o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, implantação de sistemas de conservação de solos, calagem, construção de cercas e aceiros em áreas com fragmentos florestais pertencentes ao Parque Estadual Morro do Diabo, fornecimento de mudas de espécies florestais nativas e também de espécies comerciais para as famílias suprirem a demanda de madeira no assentamento (ITESP, 2001).

2) O projeto Café com Floresta foi desenvolvido pelo Instituto para Pesquisa Ecológica (IPÊ), com início no ano de 2001, junto a famílias assentadas, com a implantação de cerca de 80 unidades de sistemas agroflorestais no entorno do Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD). As ilhas de diversidade de café tinham o propósito de servir como unidades demonstrativas para aplicação de técnicas e processos agroecológicos, auxiliando na transição para uma agricultura mais sustentável, promovendo uma mudança na paisagem por meio da utilização de metodologias que pudessem orientar a transição para uma modelo de produção

mais ambientalmente adequado, economicamente viável e produtivo (LIMA et al., 2003). De acordo com Lima (2003), o projeto Café com Floresta teve como objetivo criar um mosaico de paisagem mais conectado e proporcionar maior estabilidade na produção da agricultura familiar. Como estratégia o projeto criou unidades produtivas de bosques agroflorestais ou ilhas de biodiversidade e fomentou cursos de capacitação e formação aos agricultores assentados da reforma agrária. Inicialmente, os sistemas agroflorestais formados tinham aproximadamente 1 ha, com um stand de 800 espécies arbóreas nativas e exóticas e 4000 cafeeiros (Figura 19), sendo que nas entre-linhas do café e árvores plantava-se cultivos anuais como milho, feijão, abóbora, etc. (LIMA, 2003).

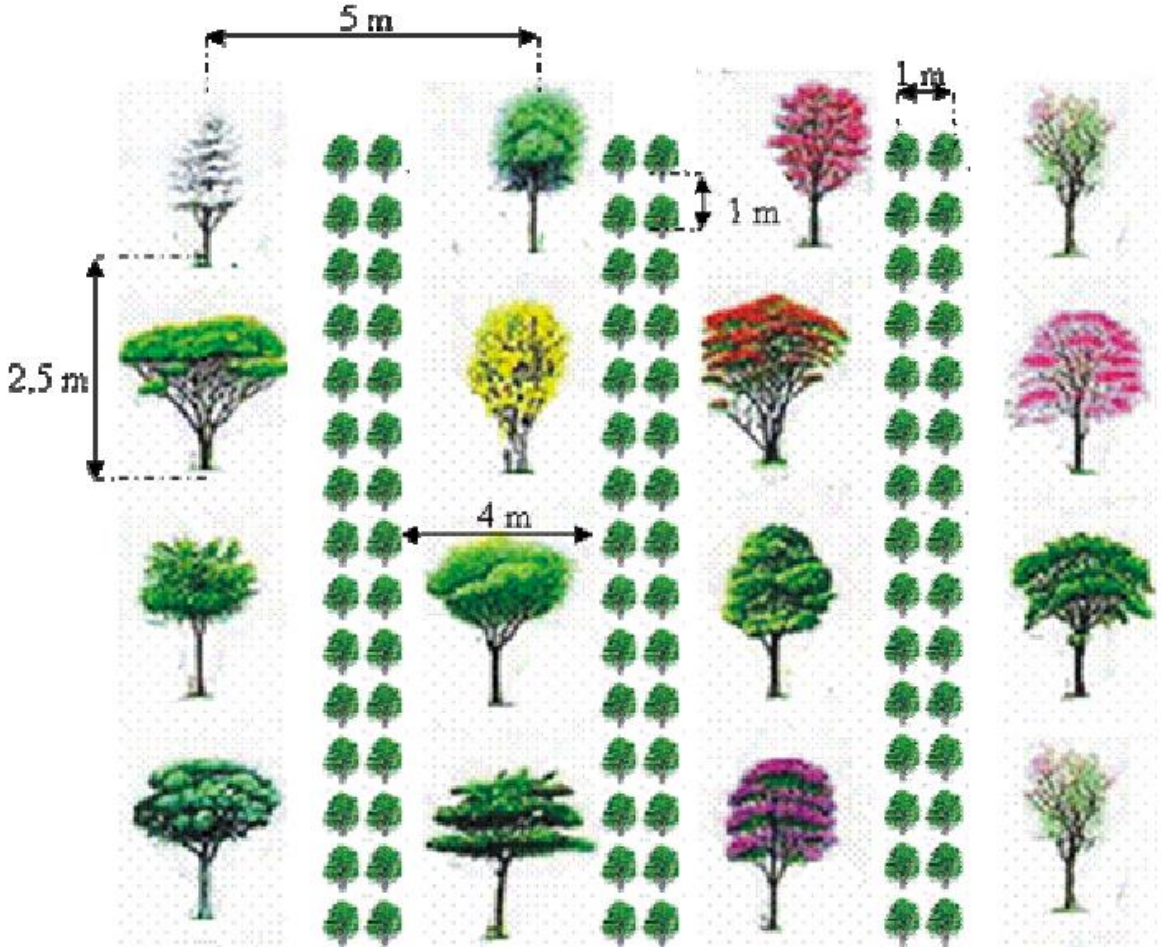

Figura19 – Desenho dos sistemas agroflorestais do projeto Café com Floresta
Fonte: Lima (2003)

3) O projeto Viveiro Escola foi criado por meio de uma parceria entre o IPÊ e a COCAMP/MST, tendo como objetivos principais a capacitação de estudantes da região (técnicos agrícolas e técnicos em meio ambiente) e a produção de mudas florestais para serem

plantadas nos projetos agroflorestais nas áreas produtivas dos assentamentos rurais e nas áreas de Reserva Legal e APP. De acordo com o IPÊ (2014), um outro objetivo é auxiliar os assentados da reforma agrária no planejamento de suas propriedades, enfatizando as práticas agroflorestais e silvipastoris, estimulando assim a criação de bosques agroflorestais nas suas propriedades, formando ilhas florestais de biodiversidade que servem de "Trampolins Ecológicos" ou refúgio de fauna. Segundo informações do IPÊ (2014) existem 21 viveiros comunitários, que beneficiam direta e indiretamente 262 famílias, alocados em 10 assentamentos rurais, que produzem anualmente uma média de 500 mil mudas florestais. Um importante impacto social também vem sendo promovido pelos viveiros comunitários com a venda de mudas, que se tornaram uma fonte de renda auxiliar para muitas das famílias que hoje participam do projeto. Os viveiros agroflorestais são parte de uma estratégia de conservação elaborada pelo IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas e seus parceiros, com o objetivo de restaurar a paisagem fragmentada do Pontal do Paranapanema, além de possibilitar o fornecimento de mudas florestais a outros projetos agroflorestais de restauração de habitat desenvolvidos na região, como os projetos Abraço Verde, Corredores Agroflorestais, Café com Floresta, entre outros (IPÊ, 2014).

4) Muitos projetos desenvolvidos pelo grupo de agroecologia da ESALQ PPDARAF, tiveram como temática principal o redesenho dos agroecossistemas com a implantação de sistemas agroflorestais biodiversos nos lotes dos assentados. Sempre com o intuito de fomentar uma agricultura sustentável, autossuficiente, confiável, conservacionista e resiliente, os projetos da ESALQ, coordenados pelo prof Paulo Yoshio Kageyama, atuaram na conversão e mudança de modelo produtivo em muitos assentamentos da região do Pontal do Paranapanema, corroborando muito com o processo de transição agroecológica dos assentamentos rurais e restauração florestal na região nestes últimos 20 anos. Dentre os principais projetos desenvolvidos pela ESALQ com a colaboração de outros parceiros destacamos o projeto Conservação, Manejo e Uso de Recursos Florestais no Brasil e Argentina, desenvolvido na região em 2003 e 2004, com o intuito de possibilitar o estudo de quatro espécies arbóreas (jatobá, copaíba, espinheira santa e canafistúla), e possibilitou a implantação de dois sistemas agroflorestais na região, com financiamento da IPGRI (International Plant Genetic Ressouces Institute). Em 2003, iniciou-se o projeto Sistemas Agroflorestais (SAFs) pra uma Agricultura familiar Sustentável: Biodiversidade, Agroecologia e Uso Múltiplo. Também desenvolveu o projeto Modelos de Projetos Florestais para Recuperação de Áreas Degradadas com espécies nativas visando o Armanezamento de Carbono, a ser implantado na região. Também atuou na elaboração e implantação de projetos

agrosilvopastoris, no intuito de colaborar com a transição agroecológica da pecuária local. Um dos últimos projetos que ainda se encontra em andamento, tendo como proponente a ESALQ e a APTA – Presidente Prudente, financiado pelo MDA trata-se do "Projeto Macaúba: Consolidando a Cadeia do Biodiesel com a Agricultura Familiar no Pontal do Paranapanema, Promovendo Geração de Renda, Segurança Alimentar e Uso e Conservação da Biodiversidade Local", cujos principais objetivos são estudar a macaúba, seus diversos potenciais de uso e desenvolver sistemas de produção agroecológicos voltados para a agricultura familiar local.

De acordo com Santos et al. (2009), os trabalhos desenvolvidos pelo PPDARAF nos assentamentos do Pontal têm como premissas orientadoras e essenciais um processo de diagnóstico social, cultural e ambiental participativo com as famílias, levantamento de dados edáficos, climáticos e produtivos local e regional, caracterização florística e fisionômica das formações naturais e das cadeias produtivas locais; realização de oficinas de formação, articulação e consolidação de parcerias locais e regionais (SANTOS et al., 2009).

5) O projeto Semente Crioula, desenvolvido pela Cocamp nos assentamentos em 2005 e 2006, no Projeto "Centro de Irradiação do Manejo da Agrobiodiversidade - CIMA", com recursos do Ministério do Meio Ambiente, tinha o objetivo de criar um banco de germoplasma de milho, feijão e mandioca, visando a auto-dependência dos assentados e o resgate de etnovariedades.

6) O projeto PDA Mata Atlântica tem promovido a recuperação ambiental em áreas degradadas em assentamentos da região do Pontal, por meio da introdução de vários viveiros na região e algumas unidades de sistemas agroflorestais biodiversificados, com recursos do PDA Mata Atlântica e foi desenvolvido em parceria com INCRA, IPE, APOENA e ESALQ. O Ministério do Meio Ambiente – MMA, por meio do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, implementou o Subprograma Projetos Demonstrativos – PDA, desde 1995 (MMA, 2007). Objetivou-se neste projeto, criar, ampliar e/ou melhorar a recuperação de áreas degradadas através dos SAFs (sistemas agroflorestais), garantindo a participação efetiva das comunidades envolvidas, incluindo as questões de gênero, raça e geração de renda, através da integração entre agricultores e agricultoras familiares, assentados agrários (foram envolvidas 883 famílias agricultoras), monitores agroflorestais e técnicos, no desenvolvimento das atividades do projeto bem como, na continuidade das ações para manutenção da conservação das áreas e, qualidade de vida das comunidades inseridas neste

contexto, promovendo na região o desenvolvimento sustentável e o enriquecimento da biodiversidade (BRASIL, 2014).

A Agroecologia juntamente com a educação ambiental, incorporadas nos projetos de assentamentos rurais da região do Pontal do Paranapanema foi essencial à transformação do modo de pensar, agir e praticar a agricultura local. Atualmente elevados níveis de sustentabilidade são mensurados nas unidades familiares agroecológicas dos agricultores assentados, pois muitas delas encontram-se em processo adiantado de transição agroecológica Uma mudança significativa na qualidade de vida das pessoas foi citada e referenciada por elas mesmas, quando comparam a situação atual de soberania e segurança alimentar; conforto térmico alcançado com os quintais agroflorestais que ficam no entorno das residências; melhoria do microclima, das condições de vida; diversificação da produção e autossuficiência dos agroecossistemas (Figura 20).

Figura 20 – Sistema agroflorestal também conhecido como quintal florestal, uma vez que foi estabelecido no entorno da residência do agricultor familiar assentado, na região do Pontal do Paranapanema
Fonte: Foto do autor da tese, 2012

Com a mudança de modelos produtivos e inserção dos quintais agroflorestais e outros modelos de SAFs nos assentamentos rurais, a paisagem outrora dominada por uma matriz

composta de cana e pastagem, tornou-se mais heterogênea (Figura 21), fato que provavelmente aumenta a permeabilidade da paisagem aos animais e plantas da região, otimizando o fluxo gênico e a conservação da biodiversidade. Além da paisagem agrícola formada em mosaicos de biodiversidade interligar os fragmentos florestais que até então se encontravam isolados, ela permite o desenvolvimento de um estilo de agricultura autossuficiente, calcada nos princípios da Agroecologia, que sugerem a construção de agroecossistemas redesenhados e com alta diversidade biológica, fator que corrobora com a sustentabilidade do sistema, que se torna mais resiliente, produtivo e autossuficiente na medida em que se avança no processo de transição agroecológica.

Figura 21 – Sistemas agroflorestais próximos ao Parque Estadual Morro do Diabo (PEMD) conectando importantes fragmentos florestais da região do Pontal do Paranapanema
Fonte: Foto do autor da tese, 2012

Como muitos desses agroecossistemas em transição agroecológica se localizam nos assentamentos rurais que se encontram nas zonas de amortecimento da unidade de conservação (PEMD), acredita-se que essa conversão dos estilos de agricultura simplificada e intensiva em agroquímicos para modelos alternativos de agricultura, os quais tentam imitar a complexidade biológica dos ecossistemas naturais, se constitui em uma estratégia chave no processo de conservação da biodiversidade local. Pois essa transição agroecológica construída

nessas áreas de assentamento rural nos últimos 20 anos possibilitou uma mudança considerável no cenário paisagístico local, uma vez que os estilos de agricultura sustentáveis foram capazes de aumentar a heterogeneidade da paisagem e sua permeabilidade, requisito fundamental para a ligação de fragmentos florestais da região, até então considerados isolados. Entretanto, para que essa transição agroecológica ocorra de maneira eficaz e abrangente é de suma importância analisar em qual nível de transição encontram-se as unidades produtivas dos agricultores assentados, categorizando-os de acordo com suas fragilidades e com suas potencialidades de produção e conservação, no intuito de avançar ainda mais.

4.3 Percepções ambientais dos agricultores

Segue abaixo alguns relatos de agricultores familiares assentados da região do Pontal do Paranapanema que possuem sistemas agroflorestais e estão avançando no processo de transição agroecológica. Todos eles evidenciam como os agricultores são sábios e o quanto é importante a Agroecologia e a Educação Ambiental na formação dos atores sociais do campo, que cotidianamente colocam em prática os aprendizados construídos e transmitidos de geração a geração. Além disso, os pressupostos metodológicos da Agroecologia têm assumido um papel importante na formação e capacitação dos técnicos que atuam na assistência técnica e extensão rural nos assentamentos rurais da região, pois a maioria deles reconhece a importância da valorização do saber local e das experiências dos agricultores.

Quando os produtores indagados sobre como faziam para interpretar a qualidade do solo os agricultores manifestaram as mais distintas respostas, que se seguem abaixo:

"Eu me considero irmão da terra. Eu entendo a terra como ela me entende. Talvez ela me entende mais que eu a entendo. Eu tenho muito que aprender com a natureza e com a terra. Pelo meu conhecimento, pela minha vida de agricultor eu olho na terra sem análise nenhuma eu digo se ela é fértil ou se ela num é. Quando é um campo, uma planície e não é terra roxa como no Paraná, por exemplo, Goiás, Minas Gerais tem campo, cerrado, que você tem que colocá muito mais que no Paraná. Uma terra mais vermelha o que deixa a terra lisa. As árvores é que pode indicar pra você. Então eu vejo uma árvore e posso dizer. Está terra aqui é excelente. Terra ruim é terra de campo que a árvore cresce bem tortinha. Ela nem tem força pra crescê. " (P. M.)

"Depende do local do solo. Um solo coberto de palha é um solo bom. Agora se faltar matéria orgânica é um solo fraco." (M.I.R).

"Ah... se ce vê aquela terra com uma areinha branca por cima é acidez. Agora se ce vê uma terra meio escura a terra é boa. Representa uma terra mais forte." (Z.F.)

"Ah...pela cor. Se a terra é escura, meia gorda assim, já falo que é terra boa. Se é branca, meio discorada, eu já falo, isso precisa de alguma coisa." (F.R.)

"Ah...só no olhá. Eu vô pela cor ou pelo tipo da terra. Ce vai cavá o buraco se tivé só é areia. Agora se cê pega a cavadeira e naquela buraco é barro a terra é boa." (O.N.F)

Os agricultores assentados da região do Pontal do Paranapanema utilizam muitos indicadores de coloração do solo, textura, porcentagem de areia, silte e argila, além de plantas indicadoras para avaliarem a qualidade do mesmo. Além disso, percebe-se que por detrás do conhecimento tradicional dos agricultores existem muitas prerrogativas técnicas, que apenas são interpretadas e faladas com outros símbolos e palavras e que realmente são relevantes para o manejo sustentável do solo e dos demais recursos naturais.

Quando indagados sobre quais eram as práticas necessárias para manter o solo fértil, os agricultores demostraram que conhecem muitas técnicas agroecológicas de manejo e conservação do solo. Além de conhecerem as principais técnicas de conservação do solo e manutenção da fertilidade edáfica (terraceamento, plantio em nível, cobertura morta, adubação verde, plantio direto, rotação de culturas, pousio, compostagem e acúmulo de matéria orgânica) eles as utilizam em seus lotes. Logo a seguir algumas falas demostram isso:

" Ah...todos os fatores de conservação é necessário. Sistema de curva de nível e tudo mais né pra reter as águas. E principalmente uma coisa que é prioridade, cobertura da mata. A terra jamais poderia ficar exposta ao sol. É como você tirar o sapato, duas, três horas da tarde e caminhar numa areia quente. " (P.M)

" *Como a minha lavoura de café foi plantada em curva de nível ela já tem uma proteção por si próprio. Com mais a cobertura ela num tem como escorrê água." (P.M.)*

"Se for uma terra que tem rotação de cultura, dependendo de cada agricultor. A rotação de cultura já faz com que a terra se mantêm produtiva. Hoje não se faz mais gradagem. Hoje se faz plantio direto. Quando se fala em lavoura branca, soja de trigo, milho que é outro segmento. Hoje segundo a tecnologia com a rotação de cultura que tem a terra tá cada vez mais produtiva. (J.C.)

"A coisa mais importante que eu acho que num deve acontecê é queimada." (D.V.).

"Adubação verde faiz uma veiz lá com as folhas né e deixa elas lá e deixamo ela lá pra corrigi solo." (S.T.)

"Se a gente deixa a terra descansa ela fica com mais vida né." (F.R)

"Esterco de minhoca. Leva esterco do minhocário para o saf, e restos vegetais do saf para o minhocário." (S.M.)

"Conservar as árvores que produz a matéria orgânica. Tem vantagem. Porque a minhoca se alimenta da matéria orgânica e devolve pro solo." (D.V)

"Plantio em nível. Eu planto cortano a água né. Eu planto atravessado pra água num chega. Eu nunca planto a favor da descida da água, sempre ao contrário." (D.M)

"Fazê mais curva né. Porque muitas veiz se a erosão fo mais fraca a gente faiz até de enxada. Agora a curva é medida. Se ce fizé a curva a água num sai nem pra lá nem pra cá. Quando vai fazê a curva ela é feita pelo nível né." (D.V.)

Os relatos acima demonstram como os agricultores têm percepções de conservação do solo, se referiram veementemente a muitas práticas e técnicas de manejo de conservação do solo, demostrando um importante conhecimento dos aspectos físicos, químicos e biológicos dos solos. Alguns agricultores até mencionaram a importância das minhocas e da fauna edáfica para a manutenção da fertilidade do solo e aumento da produtividade, como pode ser verificado nas falas abaixo.

"Uh...nossa essa é a riqueza da terra, é o pulmão da terra, é a que recebe tudo, transforma tudo. O que é bom fica mil vezes melhor." (P.M.)

"Tem vantagem. Tem muita vantagem. Tem vantagem porque a minhoca mesmo repõe muita energia para a terra. " O.N.F)

4.4 Características produtivas e agronômicas dos sistemas de produção avaliados

A produtividade do café nos sistemas a pleno sol, convencional e em transição agroecológica (CONV AT e TRANS MN, respectivamente) foi superior à produtividade das lavouras conduzidas em sistema sombreado (SAF FR Agroflorestal). A produtividade média da lavoura CONV AT nos últimos três anos foi de 15 sacas beneficiadas ha^{-1} ano^{-1} (Tabela 5), considerada baixa diante dos elevados índices de produtividade atingidos por fazendas tecnificadas, que em muitos casos assumem produtividade acima de 80 sacas beneficiadas sem irrigação e acima de 100 quando irrigadas. A produtividade média nacional de 2011 foi de 21, 15 sacas beneficiadas ha^{-1}. ano^{-1} (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012), taxa superior à encontrada na lavoura convencional e equivalente à produzida pela lavoura em transição, que atingiu produtividade de 20 sacas beneficiadas. Já a produtividade média das lavouras paulistas em 2011 foi de 18, 35 sacas beneficiadas ha^{-1}. ano^{-1}, se constituindo no terceiro maior estado produtor de café no país (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012). Os cafeeiros conduzidos a pleno sol tem tendências em manifestar bienalidade, conforme pode ser visto por meio do comparativo de safra no Brasil (Tabela 4) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

Tabela 4 – Produtividade do café arábica e conilon no Brasil.

CAFÉ BENEFICIADO
COMPARATIVO DE PRODUÇÃO - ANOS DE ALTA BIENALIDADE
(Em milhões de sacas beneficiadas)

SAFRA	2002/03	2004/05	2006/07	2008/09	2010/11	2012/13
ARÁBICA	37,95	31,71	33,02	35,48	36,82	38,34
CONILON	10,53	7,56	9,49	10,51	11,27	12,48
TOTAL	**48,48**	**39,28**	**42,51**	**45,99**	**48,09**	**50,82**

Fonte: Tabela CONAB (2012)

As áreas de lavouras não sombreadas pesquisadas sofreram maior exposição solar (energia) e receberam maior quantidade de energia química (fertilizantes sintéticos e orgânicos), ou seja, são altamente dependentes de insumos externos. Os sistemas agroflorestais de alta e média diversidade que não receberam insumos e produziram muitos

gêneros alimentícios (feijão, vagem, fava, mandioca, cará, inhamé, abóbora, melância, moranga, tomate, jilo, quiabo, abacaxi, manga, abacate, laranja, limão, mexerica, uvaia, acerola, jaca, banana, caju, etc), além de contemplarem espécies madeireiras e espécies animais que compõem o sistema (porco, galinhas, patos, perus), importantes para a subsistência e segurança alimentar das famílias. Enquanto as lavouras não sombreadas não possuem nenhuma planta nas entrelinhas dos cafeeiros, o SAF de alta diversidade contem 950 plantas arbóreas, com representantes de 31 espécies diferentes e o SAF de baixa diversidade estava composto por 375 indivíduos arbóreos representados por 15 espécies diferentes (Tabela 5). A vanstagens de se possuir espécies arbóreas nas entre-linhas dos cafeeiros são diversas, Kathounian (2013) destaca algumas delas pesquisadas e constatadas por centros de excelência em pesquisas cafeeiras, como o IAC (Instituto Agronômico de Campinas), IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) e pelas universidades federais de Viçosa e Lavras: melhoria da qualidade do fruto e da bebida; aumento da eficiência do uso da água e do nitrogênio; redução do índice de bianualidade; redução da infestação de plantas daninhas; fixação de nitrogênio atmosférico e deposição no solo, com aproveitameto do nutriente pelos cafeeiros; redução dos extremos de temperatura no microclima do cafezal e aumento da longevidade dos cafeeiros, uma vez que possuem menos desgaste.

Tabela 5 - Área, cultivar, plantio, números de plantas, produção e produtividade das áreas amostradas (agroecossistemas convencional – CONV AT; organo-mineral – TRANS MN; agroflorestal com baixa diversidade – SAF ST; e alta diversidade – SAF FR)

Agroecossistemas	**Área (ha)**	**Cultivar**	**Plantio**	**N° Cafeeiros**	**N° Plantas arbóreas nas entrelinhas**	**Nº Indiv.**	**Nº espécies no sistema**	**Produtividade Total de sacas beneficiadas por hectare**			
								2009	**2010**	**2011**	**Média**
CONV AT	1	Obatã	2003	2778	0	3333	1	16	17	12	**15**
TRANS MN	1	Obatã	2003	2778	0	3333	1	23	27	11	**20**
SAF FR ALTA DV*	1	Obatã	2002	3333	1086	4419	32	2	1,5	2	**2**
SAF ST MEDIA DV*	1	Obatã	2002	2257	375	2632	16	10	6,5	11,5	**9,3**

*Sistema Agroflorestal FR Alta Diversidade; Sistema Agroflorestal Média Diversidade

Neste sentido, se estivéssemos avaliando a produtividade de biomassa produzida pelos agroecossistemas (frutos em geral, olerícolas e madeira) verificaríamos que os sistemas agroflorestais são muito mais produtivos que as lavouras solteiras (não consorciadas com espécies arbóreas) e aproveitam de maneira mais eficiente os recursos energéticos dos sistemas (nutrientes, energia solar, água, etc). Além disso, outros fatores influenciam muito a produtividades dos cafeeiros quando inseridos em sistemas agroflorestais, principalmente a

escolha das espécies que compõem o sistema e o manejo cultural (inserção de leguminosas arbustivas e herbáceas nas entre-linhas; poda programáticas das espécies arbustivas e arbóreas). Por esse motivo, quando compara-se os dois sistemas agroflorestais avaliados verifica-se que a produtividade do café no sistema agroflorestal de Média Diversidade foi muito superior à alcançada pelo de ALTA diversidade. Enquanto o SAF FR ALTA Diversidade atingiu média de 2 sacas ha^{-1} ano^{-1}, o SAF ST Média diversidade produziu 9,3 sacas beneficiadas (Tabela 5). Salienta-se que além do sistema agroflorestal de média diversidade (SAF ST) possuir menor quantidade de indíviduos arbóreos por área, o que já viabiliza maior entrada de energia luminosa no sistema, o agricultor realiza anualmente o sistema de podas programadas dos cafeeiros e das espécies sombreadoras, favorecendo ainda mais a incidência de luz, principalmente nos períodos que antecedem o florescimento das plantas de café, variável considerada essencial à produção cafeeira.

Provavelmente, se os sistemas agroflorestais recebessem uma complementação nutricional por meio de adubações orgânicas (estercos e/ou compostagem) a produtividade cafeeira seria ainda maior. Cabe aqui ressaltar a robustez e a eficiência dos SAFs que mesmo não recebendo insumos externos, propiciam às plantas condições favoráveis de crescimento e desenvolvimento. Neste estudo verificou-se sob o ponto de vista econômico que os sistemas agroflorestais são mais resilientes, mais robustos, mais produtivos e se enquadram como uma tecnologia segura e adaptada às condições sócio-econômicas dos agricultores familiares.

Acredita-se que um manejo não programado no SAF FR ALTA Diversidade desfavoreceu o aumento da produção dos cafeeiros e da produtividade do sistema, pois o agricultor não realizava podas sistemáticas das espécies arbóreas há mais de 5 anos, formando um dossel muito denso no SAF, o que diminui consideravelmente a produtividade. Apesar do café possuir em sua origem hábitos de plantas de sub-bosque, pesquisas evidenciam seu ótimo de produtividade em situações de meia sombra. De acordo com Morais et al. (2009), em Londrina no estado do Paraná, os cafeeiros atingiram maior potencial produtivo (n° de flores e frutos), com 50% de luz incidente. Em Piracicaba, Righi et al. (2007), verificou o seu maior potencial de produção de biomassa dos cafeeiros com 50 a 70% da radiação natural.

Quando o café encontra-se sob copas de árvores densas e com elevada densidade populacional de arbóreas há tendência de dimuição na produção, uma vez que a morfologia e fisiologia do cafeeiro é alterada, tendendo a um crescimento mais rápido (estiolamento) devido a necessidade de busca por luz e formação de folhas maiores (aumento da superfície

foliar para compensar a captação dos raios solares para incremento da fotossíntese), fato observado na pesquisa. Esse dispêndio energético voltado ao crescimento do cafeeiro e a menor absorção de energia luminosa culmina em menor produção por planta e menor produtividade do agroecossistema. Segundo Khatouninan (2013), a intensidade luminosa é o principal fator que determina a diferenciação das gemas vegetativas em gemas florais, que se convertem em frutos. Assim, salientamos que a diversidade de espécies presentes no sistema, desde que selecionadas de maneira criteriosa e bem manejadas não afetará a produtividade dos cafeeiros presentes no SAF, sendo o principal fator de quebra de produção e produtivadade a falta de manejo das espécies arbóreas e dos cafeeiros (podas programadas), que impede a entrada de luz necessária à produção de hormônio responsável pela floração.

De acordo com Khatounian (2013), o excesso de luz leva o cafeeiro a se exaurir, no esforço de prover fotoassimilados e nutrientes minerais para um número excessivo de frutos, o que pode causar pouco crescimento da planta, seca de ramos e até seca da planta inteira, pois como o genero *Coffea* não possui mecanismos de eliminar o excesso de frutos, luz excessiva significa produção excessiva. Nesta pesquisa pode-se observar maior tendencia à bienalidade produtiva da lavoura cafeeira nos sistemas a pleno sol (CONV AT e TRANS MN), enquanto a produção nos sistemas agroflorestais foram mais constantes e homogêneas (Tabela 5).

Além do sombreamento ser algo muito positivo para o cultivo do café, existem estudos evidenciando a importância da biodiversidade no entorno dos agroecossistemas e dentro dos agroecossistemas cafeeiros, bem como sua influência na produtividade e rentabilidade da lavoura cafeeira. Ricketts et al. (2004), verificaram que a polinização por abelhas selvagens aumentava a produção de lavouras cafeeiras que se localizavam próximas a fragmentos florestais (entre 100 e 800 m de proximidade). O mesmo autor observou que em locais distantes (1400-1600 m), a adição de pólen aumentou a média da massa de sementes colhidas em 8,3% e a frutificação em 11,5%, o que indica que a produção tinha sido comprometida pela inadequada polinização, acarretando perdas de até 20,8% na produção. Outros aspectos que evidentemente podem influenciar a produção dos cafeeiros, e consequentemente, a produtividade dos sistemas, são a incidência de pragas e o potencial de controle biológico (inimigos naturais) dos agroecossistemas.

Na pesquisa em questão verificou-se que a proximidade de lavouras cafeeiras a fragmentos florestais (áreas preservadas), neste caso a Unidade de Conservação Parque

Estadual Morro do Diabo, dotada de elevada diversidade biológica, e a diversidade em si do próprio sistema produtivo, no caso, os SAFs, favoreceram a diminuição da ocorrência da principal praga do café (*Leucoptera coffeella*). Verificou-se que mesmo as lavouras simplificadas a pleno sol (solteira) foram beneficiadas com a proximidade da área com o Parque Estadual Morro do Diabo, tendo menor incidência da praga. Levando em consideração os danos econômicos causados pela praga pode-se afirmar que a diversidade presente dentro e no entorno dos agroecossistemas influenciam na produtividade dos cafeeiros, e consequentemente, na rentabilidade dos agricultores. E nem sempre os serviços ecossistêmicos fornecidos pela natureza são levados em consideração pela agricultura moderna e cada vez mais se verifica o aumento das monoculturas e a diminuição de áreas com cobertura florestal.

Segundo Perfecto et al. (2010), tanto os agricultores tradicionais como os pequenos produtores orgânicos sabem que a diversidade em seus sítios promovem serviços ecossistêmicos que contribuem com a estabilidade, produtividade e sustentabilidade de suas unidades de produção. No entanto, a agricultura convencional tem desprezado esses preceitos e dizimado extensas áreas de florestas, tranformando a paisagem em extensas áreas de monocultura.

O custo de produção de lavouras cafeeiras convencionais a pleno sol, altamente tecnificadas e dependentes de agroquímicos tem sido similar ao valor da saca de café comercializada nos últimos anos (cerca de R$ 270,00 reais), ou seja, o agricultor não tem obtido renda líquida da produção de café. De acordo com a entrevista dada por Luiz Marcos S. Hafers, diretor da Sociedade Rural Brasileira (SBR) e também cafeicultor, à revista Visão Agrícola (ESALQ-USP), os preços abaixo de R$ 260,00 reais não cobrem os custos de produção da saca de café, sendo a mão-de-obra responsável por 50% a 60% dos custos, condenando as propriedades cafeeiras dependentes de muita mão de obra à falência (VISÃO AGRÍCOLA, 2013).

Esse alto custo de produção na lavoura cafeeira tem corroborado com a falência de muitas propriedades e a desistência de alguns empresários na produção da commodity. A lavoura cafeeira depende de muita mão de obra para realização dos tratos culturais (desbrotas, podas, desbastes, esqueletamentos, pulverizações, adubações, colheita, secagem, repasse, varreção, etc.). Somente a colheita do café pode assumir mais de 25% do custo de produção, principalmente se áreas cafeeiras forem mais inclinadas (com declividade elevada). Inclusive, muitas fazendas estão arrancando as lavouras que estao localizadas nas suas áreas mais

íngremes, com topografia que desprivilegie a mecanização nos processos de colheita e demais manejo, substituindo-as por outras culturas ou pastagens.

Neste sentido, de acordo com o professor da ESALQ José Dias Costa, a cafeicultura do futuro tende a atingir viabilidade se for plantada em escala com mecanização ou se for conduzida pela agricultura familiar (VISÃO AGRICOLA, 2013). Atualmente, do ponto de vista econômico a mecanização tem diminuído os custos de produção do café, uma colhedora automotriz tem capacidade de colher em oito horas de trabalho cerca de 1000 medidas de 60 litros de café cereja, ou seja, uma quantidade que somente 100 trabalhadores treinados conseguiriam colher em 1 dia de trabalho. Com a mecanização da colheita do café o produtor rural reduz muito o seu custo de colheita. Pois consegue colher 1 medida de café cereja ao custo de cerca de R$ 1,00 real, enquanto um trabalhor rural não iria colher de maneira braçal essa quantidade de café por menos de R$ 8,00 reais. Já a agricultura familiar vem se destacando na produção de cafés de qualidade e tem conquistado mercados de cafés especiais (bebida fina, café gourmet), uma vez que conseguem efetuar um manejo adequado para lotes pequenos de café e boa parte do café brasileiro é produzido em locais com elevada altitude, principalmente no Sul de Minas Gerais, fator preponderante para a qualidade da bebida do café. Além disso, os agricultores familiares conseguem manejar o café tendo como principal fonte de mão-de-obra integrantes da própria família, diminuíndo os custos de produção.

Outro aspecto econômico relevante da produção familiar agroecológica do café produzido nos sistemas agroflorestais é potencial de retorno financeiro que esse nicho de mercado de cafés ecológicos e certificados tem assumido nas duas últimas décadas, onde os consumidores estão dipostos a pagar mais por um produto que contemple os princípios agroecológicos no sistema de produção.

Nos anos de 2008, 2009 e 2010, os agricultores orgânicos de Poço-Fundo/MG receberam em média, com exportação para o exterior, R$ 605,00, R$ 640,00 e R$ 515,00 reais pela saca de café orgânico beneficiado, enquanto os agricultores convencionais nos mesmos anos, obtiveram R$ 260,00, R$ 262,85 e R$ 311,00 na saca de café convencional (TURCO et al., 2012).

Se consideramos apenas uma cultura presente no sistema agroflorestal, neste caso em especial o café, verificaremos que o preço de mercado pago aos cafés orgânicos e/ou com certificação de origem já viabiliza economicamente a produção, sendo que o retorno financeiro tende a ser maior nos SAFs do que nos sistemas produtivos monoculturais de café

adotados pela agricultura familiar. Isso se deve aos preços justos pagos ao cafés de base ecológica, que tem atingido quase o dobro do valor de mercado do café convencional.

De acordo com Turco et al. (2012), que realizaram uma pesquisa recente sobre o retorno econômico do café orgânico produzido por cafeicultores do Sul de Minas Gerais, verificou-se que o valor líquido recebido pelos produtores pela saca de café orgânico de 60 kg beneficiado, em 2009 e 2010, respectivamente, foi de R$412,41 e R$ 550,00 em média, enquanto a saca de café convencional não chegava a R$250,00 e R$ 276,40. Se o café produzido pelos cafeicultores agreocológicos da região do Pontal do Paranapanema fossem certificados a rentabilidade financeira alcançada apenas pelo café produzido nos sistemas agroflorestais já seria superior ao sistema convencional. Como o sistema convencional produziu em média nos últimos 3 anos 15 sacas de café e o sistema agroflorestal manejado 9,3 sacas beneficiadas por ha poderíamos de maneira hipotética em termos monetários obter mais lucro com o café agroecológico, uma vez que seu preço de mercado é bem mais elevado. Se consideramos o preço do café convencional a R$ 276,40 reais, multiplicado por quize sacas beneficiadas obteríamos um montante de R$ 4146,00 reais, enquanto que o café agroflorestal, se fosse vendido ao preço de R$ 550,00 reais, renderia ao agricultor uma preço bruto de R$ 5115,00 reais.

O índice de eficiência econômica mostra que a menor produtividade do café orgânico em relação ao café convencional é compensada pelos preços diferenciados do café orgânico portanto, garantido por um fator exógeno: os preços obtidos na venda do café (TURCO et al.,2012). Neste estudo de caso do Sul de Minas Gerais o cultivo de café orgânico é representado por duas categorias de agricultores, por um lado tem-se os agricultores orgânicos que atuam na linha da substituição de insumos e por outro, existem uma minoria, que trabalham com a diversificação e complexidade do sistemas, caminhando para a autossuficiência dos agroecossistemas, o que acarreta dimunição nos custos de produção (LOPES, 2009).

Estudo realizado em lavouras orgânicas de café aponta que a receita bruta obtida no cultivo é superior aos custos totais de produção, ou seja, a atividade resulta em receita líquida positiva para o produtor, sendo que neste estudo de caso os produtores obtiveram uma receita 21% superior aos custos operacionais investidos na cultura (TURCO et al., 2012).

Infelizmente, na região de estudo, município de Teodoro Sampaio, um dos principais problemas enfrentados pelos produtores encontra-se no momento do beneficiamento do café e

comercialização. A ausência de estruturas de benefício do café, fixas ou móveis, não possibilita ao agricultor a venda do café beneficado, diminuindo muito sua margem de lucro. Dessa maneira, o atravessador subvaloriza o preço do café e inviabiliza a utilização dos subprodutos gerados durante o processo de beneficiamento, destacando-se a palha do café produzida e os grãos denominados "escolhas", que são grãos quebrados, menores e de coloração preta, que possuem um menor valor de mercado, mas mesmo assim assumem importância na rentabilidade finaceira do negócio. A palha do café (casca mais grossa e seca dos frutos do café e o pergaminho, parte interna que reveste o endosperma), se não vendida, deve ser retornada à lavoura como adubo orgânico, uma vez, que é rica em potássio e outros nutrientes. Podendo ser utilizada sozinha e seca ou na forma de composto orgânico, quando misturada com outros materiais de origem orgânica (estercos bovinos, suínos e avícolas) e passados pelo processo de compostagem.

Nos anos de 2009 e 2010 os agricultores do município de Teodoro Sampaio/SP venderam o café em coco, sem beneficiamento ou com a "casca", para atravessadores no valor de R$ 65,00 e R$ 70,00, independente se o café era oriundo de unidades familiares convencionais ou agroecológicas (sistemas agroflorestais). Levando em consideração que menos de 3 sacas de café em coco (1 saca de café em coco possui 40,5 kg) são suficientes para render 1 saca de café beneficiado, verificar-se-á que os agricultores venderam o café por um valor muito abaixo do encontrado no mercado nacional. Se fizermos essa tranformação do rendimento do café em coco para o café beneficiado será observado que os agricultores não conseguiram obter ao menos R$ 210,00 pela saca de café beneficiada e comercializada nesses dois anos.

Do ponto de vista ambiental e social é inegável a contribuição dos sistemas de produção de base ecológica (sistemas agroflorestal) para a sustentabilidade ecológica, social e econômica, contribuindo significativamente com o desenvolvimento rural local. Neste sentido, verifica-se que a valorização dos produtos obtidos em sistemas alternativos de produção, com técnicas apropriadas de produção é plenamente legítima. No entanto, como mencionado anteriormente, os agricultores agroecológicos não estão sendo beneficiados durante a venda do café agroecológico, produzido nos SAFs estudados, uma vez que não estão obtendo diferencial de preços no momento da comercialização.

Os sistemas agroflorestais de alta complexidade biológica conseguem responder às pressões causadas por pragas, geadas (Figura 22) e outras adversidades, principlamente

porque a diversidade existente nestes sistemas os tornam mais resilientes, confiáveis e robustos. Uma geada que ocorreu em julho de 2011, no município de Teodoro Sampaio, ocasionou severos danos às lavouras convencionais, monoculturas da região, acarretando prejuízos econômicos aos agricultores com sistemas produtivos simplificados. Conforme pode se observar nas Figuras abaixo, a lavoura de café convencional ficou totalmente seca e desfolhada, devido à morte das folhas e ramos produtivos das plantas que a geada atingiu. Já a produção de café em sistema agroflorestal que se localizava ao lado da plantação convencional, com mesma altitude, tipo de solo e localizava-se a menos de 400 m de distância da lavoura avassalada pela geada, não sofreu danos severos e teve condições de obter produção de café no ano seguinte. Neste sentido, é inegável que a presença de diversas espécies arbóreas no sistema corroborou com a proteção dos cafeeiros e não permitiu que as temperaturas caíssem demasiadamente no SAF a ponto das plantas serem queimadas com o processo de resfriamento dos tecidos foliares (Figura 22).

Figura 22 – Fotos em mesma data, em áreas próximas, os dois agroecossistemas com incidência de geada (à esquerda convencional e à direita SAF), ambos locanizados no município de Teodoro Sampaio/SP

Apesar dos sistemas agroflorestais fornecerem mais confiabilidade e resiliência aos sistemas produtivos, afetando de maneira positiva a rentabilidade da unidade de produção, acredita-se que algumas estratégias poderiam viabilizar ainda mais a geração de renda às famílias por meio da valorização do café ecológico produzido nos SAFs. Como o enfoque conservacionista desse modelo de sistema agroflorestal adotado pelos agricultores familiares tem contribuído com a conservação da agrobiodiversidade, sócio diversidade e biodiversidade local (fauna e flora), seria justo e coerente que os produtos produzidos pelos assentados recebessem um bônus (valor adicional) ao bem produzido. Sabe-se que os SAFs promovem serviços ecossistêmicos, como o controle biológico de pragas, uma vez que servem como

abrigo e habitat para os inimigos naturais das pragas das culturas agrícolas, diminuindo os gastos com a compra de agroquímicos, a polinização das culturas por meio das trocas de pólen entre as flores das plantas, favorecendo a produção agrícola. Muitas outras funções são desempenhadas pelos sistemas agroflorestais, como proteção do solo e dos recursos hídricos, manutenção dos recursos genéticos e a própria subsistência das famílias. Todos esses serviços ambientais e ecossistêmicos deveriam ser valorados e pagos aos agricultores que os produzem.

Algumas estratégias voltadas à valorização dos produtos plantados pelos assentados já encontram-se em fase de implantação, e outras ainda necessitam ser pensadas e elaboradas em forma de políticas públicas. Algumas instituições locais, lideranças e representações dos agricultores (MST) conseguiram recursos para construção de uma estrutura de beneficiamento e torrefação do café produzido no assentamento Ribeirão Bonito e região, no ano de 2010, infelizmente, até o momento ainda inoperante (Figura 23). Essa estrutura dará oportunidade de agregação de valor ao produto, dando opotunidade do produto alcançar diversos tipos de mercados (PPA, PNAE, feiras locais, supermercados), inclusive internacionais.

Figura 23 - Estrutura de beneficiamento e torrefação do café construída no assentamento rural da antiga Fazenda Ribeirão Bonito, município de Teodoro Sampaio/SP
Fonte: Foto do autor da tese, 2013

Dentre as possibilidades que poderiam ser pensadas especificamente para o município de Teodoro Sampaio e região destacamos a certificação participava (SPG) e a certificação de origem.

O Sistema Participativo de Garantia é um dos mecanismo de garantia que integram o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SISORG/ MAPA), previsto no Decreto nº 6.323, de 27 de Dezembro de 2007, que regulamenta a Lei nº 10.831 sobre a agricultura orgânica.

A legislação brasileira prevê três diferentes maneiras de garantir a qualidade orgânica dos seus produtos: a Certificação, os Sistemas Participativos de Garantia (SPG) e o Controle Social para a Venda Direta sem Certificação. Sendo a Certificação mais convencional realizada por empresas privadas com custos consideráveis aos agricultores. Já os Sistemas Participativos de Garantia caracterizam-se pelo controle social e o comprometimento solidário de todos participantes, pressupondo-se a formação de grupos (associações) autônomos, respeitando-se as diferentes realidades sociais, culturais, políticas e organizacionais. Tendo alguns diferenciais cruciais, destacando-se a viabilidade de obtenção do selo orgânico praticamente sem custo econômico, e oportunidade de venda com utilização do selo a nível nacional. As certificadoras mais tradicionais, que prestam serviços aos agricultores, como o IBD (Instituto Biodinâmico), a ÖKO Garantie e o IMAFLORA possuem reconhecimento nacional e internacional, podendo fornecer certificação orgânica para produtos a nível mundial.

Assim, os agricultores agroecológicos do município de Teodoro Sampaio/SP poderiam formar um SPG com o objetivo de obterem o selo de orgânicos de seus produtos oriundos dos SAFs e em outros sistemas de base ecológica característicos da região, permitindo uma maior valorização do café e dos demais produtos, com acréscimos ao preço final de venda. Para viabilizar o SPG é necessário ter uma organização básica dos agricultores e colaboradores, membros do sistema.

A outra possibilidade dos agricultores obterem um preço justo pelo café e demais produtos comercializados se daria pela utilização do sistema de Indicação Geográfica (IG), que garante ao consumidor o local de origem do produto, que lhe atribui características peculiares, valor instrínseco e identidade própria, permitindo essa diferenciação dos concorrentes no mercado. Neste caso específico os agricultores agroecológicos, que assumiram os SAFs como tecnologia produtiva nos assentamentos rurais localizados no

entorno do Parque Estadual Morro do Diabo poderiam tentar obter uma das categorias de IG, a modalidade “indicação de procedência” (IP) ou a modalidade “denominação de origem” (DO). Pois a contribuição dessas áreas produtivas biodiversas (sistemas agroflorestais) para a conservação da biodiversidade é muito relevante e atualmente os consumidores valorizam os estilos de agricultura que promovam um equilíbrio harmonioso entre produção agrícola, conservação da natureza e formas de trabalho dignas e justas, sendo essencias no momento da caracterização do produto final. Muitos assentamentos encontram-se na zona de amortecimento do PEMD e a agricultura de base ecológica, devido a complexidade biológica presente nos sistema, como por exemplo os SAFs, transforma essas áreas em corredores biológicos e/ou trampolins ecológicos (áreas de paradas e alimentação de animais que estão deslocando-se para outros fragmentos florestais).

Além disso, a qualidade final do produto, como por exemplo a qualidade da bebida do café se confere devido um conjunto de aspectos (climáticos, edáficos, topográficos, variedades, manejo e ambiente de produção – SAFs), sendo que cada região possui um pontencial exclusivo de geração de um produto.

Dessa forma, acredita-se que esses mecanismos de certificação participativa (SPG), juntamente com a IG e a divulgação da reconhecida importância desses sistemas alternativos de manejo para a conservação da biodiversidade assumem papéis cruciais no processo de reconhecimento e legitimação de uma produção sustentável. Assim, o café agroecológico da região do Pontal do Paranapanema poderia alcançar preço de mercado bem mais elevado, em alguns casos duplicando ou quase triplicando o valor que os agricultores vem conseguindo com a comercialização do café, feita por meio de atravessadores.

O Ministério da Agricultura (MAPA) é uma das instâncias de fomento das atividades e ações para Indicação Geográfica (IG) de produtos agropecuários. No Mapa, o suporte técnico aos processos de obtenção de registro de IG cabe à Coordenação de Incentivo à Indicação Geográfica de Produtos Agropecuários (CIG), do Departamento de Propriedade Intelectual e Tecnologia da Agropecuária (DEPTA), da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo (SDC).

No Brasil, sete produtos agropecuários receberam selos de IG na espécie "indicação de procedência" e um produto recebeu na espécie "denominação de origem". Entre eles, estão os vinhos da IP Vale dos Vinhedos, no Rio Grande do Sul; o café produzido na Região do Cerrado Mineiro; e a cachaça de Paraty.

4.5 Caracterização florística de sistemas agroflorestais na região do Pontal do Paranapanema

Apesar de ostentar um histórico destrutivo dos recursos naturais, principalmente da sua biodiversidade, ainda existe uma área significativa de Floresta Estacional Semidecidual protegida no Parque Estadual Morro do Diabo. Os projetos de assentamentos rurais aumentaram a heterogeneidade da paisagem por meio da inserção de sistemas agroflorestais nas unidades de produção, fator preponderante para a conservação biológica da agrobiodiversidade e da produção agrícola sustentável.

Apesar da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) e das conferências das partes (COPs), das Nações Unidas alertarem sobre os riscos que o modelo atual de "desenvolvimento" traz para as atuais e futuras gerações e proporem medidas conservacionistas, bem como o uso equitativo e sustentável dos recursos naturais, os índices atuais de desmatamento estão além do que seria necessário para se conseguir conservar e preservar a biodiversidade.

Os sistemas agroflorestais, se bem manejados, podem ser uma alternativa para a recuperação de áreas degradadas e para a reposição florestal das áreas já abertas. Podem, ainda, possibilitar a agricultura permanente, permitindo produção de várias culturas numa mesma área, por muitos anos, sem o uso do fogo, com retornos a curto, médio e longo prazo**.** Em princípio, os SAFs devem servir como uma ferramenta para reflorestar áreas já abertas e recuperar solos degradados, ao contrário de como muitos pensam e fazem, substituir áreas de floresta primária (PENEIREIRO et al., 2007).

Neste sentido, a utilização de sistemas agroflorestais nas áreas consideradas de preservação permanentes (APPs) e reservas legais poderá conciliar a produção de alimentos com a conservação dos recursos e a manutenção da biodiversidade. Alguns trabalhos na região demonstram a viabilidade deste tipo de utilização com espécies arbóreas frutíferas, forrageiras, sombreadoras, palmáceas, entre outras (FRANCO, 2000). Segundo este autor, os cafeicultores brasileiros, em especial os da Zona da Mata de Minas Gerais, estão com mais dificuldades de adquirir produtos florestais, como moirões, lenha, fibras, madeira e outros materiais. Os agricultores, principalmente os pequenos e médios, são muito dependentes desses produtos, e têm pago elevados preços por eles. Assim, o cultivo de árvores, visando o auto-abastecimento da propriedade, é uma atividade que pode diminuir os custos finais de produção do café e, portanto, contribuir para a diminuição da pressão gerada pela demanda de produtos florestais sobre as florestas remanescentes.

Para a implantação dos SAFs foram instalados nos assentamentos rurais viveiros de espécies nativas e exóticas, sendo essenciais para o fornecimento de mudas para o plantio de árvores nos SAFs. As finalidades eram as mais diversas possíveis, os bosques formados pelos SAFs foram idealizados com o papel de tornarem-se corredores ecológicos de matas, zonas "tampão" e "trampolins ecológicos" para a fauna e flora local, além de fornecerem produtos orgânicos para a subsistência e geração de renda às famílias que residem no entorno de importantes fragmentos florestais da região do Pontal do Paranapanema.

Os sistemas agroflorestais estudados apresentaram 60 espécies (Tabela 6) distribuídas em 25 famílias, num total de 2068 indivíduos vivos amostrados (Tabela 7). O Índice de Shannon (H') foi de 2,090 nats/ind. para as espécies e de 1,474 nats/ind. para famílias. A área total de amostra foi de 1,320 hectares, com densidade total de 724,24 ind./ha e área basal total de 0,610 m²/ha.

As famílias vegetais com o maior número de representantes no levantamento foram Rubiaceae (78,19%), Fabaceae (4,98%), Mimosoideae (2,32%), Myrtaceae (2,32%), Mimosaceae (1,79%), Bignoniaceae (1,64%), Anacardiaceae (1,55%), Malvaceae (1,55%), Boraginaceae (1,45%), Proteaceae (1,40%). Essas dez famílias representam 97,19% de todos os indivíduos presentes nos sistemas agroflorestais amostrados (Tabela 6).

Tabela 6 - Espécies encontradas no levantamento florístico dos SAFs

		SAF DR		**SAF JM**		**SAF ST**		**SAF BR**		**SAF FR**	
Nome Científico	**Nome Comum**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**	**N**	**%**
Acacia mangium	Acacia	16	4,83	5	1,22	3	0,88	1	0,36	10	1,43
Acacia polyphylla	Monjoleiro	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Aesculus hippocastanum	Castanha da India	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,86
Albizia edwallii	Albizia	1	0,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Anacardium occidentale	Caju	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	2	0,29
Aspidosperma parvifolium	Guatambu	0	0,00	1	0,24	0	0,00	0	0,00	*0*	0,00
Anadenanthera colubrina	Angico Preto	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Anonna cacans	Araticum	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	8	1,14
Araucaria angustifolia	Pinheiro	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Artocarpus integrifólia	Jaca	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Astronium graveolens	Guaritá	2	0,60	1	0,24	5	1,47	0	0,00	0	0,00
Baccharis dracunculifolia	Vassourinha	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Balfourodendron riedelianum	Pau Marfim	1	0,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	*0*	0,00
Cabralea canjerana	Canjarana	0	0,00	1	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cajanus cajan	Feijão guandu	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Caryocar brasiliense	Pequi	1	0,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	*0*	0,00
Cecropia pachystachya	Embaúba	0	0,00	1	0,24	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Cedrella fissilis	Cedro	4	1,21	3	0,73	0	0,00	1	0,36	2	0,29

Ceiba speciosa	Paineira	1	0,30	0	0,00	0	0,00	4	1,43	0	0,00
Citrus limonia	Limão Rosa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,36	*0*	0,00
Citrus Sinensis	Laranja	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Coffea arabica	Café	236	71,30	356	86,62	289	85,00	226	81,00	510	72,86
Copaifera langsdorffii	Copaíba	0	0,00	1	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cordia trichotoma	Louro Pardo	23	6,95	0	0,00	7	2,06	0	0,00	0	0,00
Croton urucurana	Sangra D'água	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,57
Enterolobium contortisiliquum	Tamboril	0	0,00	4	0,97	1	0,29	0	0,00	0	0,00
Eucalyptus camaldulensis	Eucalyptus camaldulensis	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,36	0	0,00
Genipa americana	Genipapo	4	1,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Gliricidia sepium	Gliricídia	5	1,51	0	0,00	2	0,59	0	0,00	2	0,29
Grevillea robusta	Grevilha	1	0,30	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Guazuma ulmifolia	Mutambo	0	0,00	2	0,49	4	1,18	7	2,51	12	1,71
Hymenaea courbaril	Jatobá	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,57
Inga laurina	Ingá Liso	0	0,00	0	0,00	11	3,24	0	0,00	18	2,57
Inga sesselis	Ingá de Macaco	22	6,65	7	1,70	0	0,00	1	0,36	0	0,00
Jacaratia spinosa	Jaracatiá	0	0,00	1	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Leucaena leucocephala	Leucena	4	1,21	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Licania tomentosa	Oiti	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Luehea candicans	Açoita Cavalo	0	0,00	2	0,49	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Maggifera indica	Manga	1	0,30	0	0,00	0	0,00	4	1,43	0	0,00
Myracrodruon urundeuva	Aroeira Verdadeira	2	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	1,43
Musa sp	Banana	0	0,00	0	0,00	0	0,00	9	3,23	0	0,00
Parapiptadenia rigida	Gurucaia	2	0,60	12	2,92	2	0,59	0	0,00	26	3,71
Pelophorum dubim	Sobrasil	2	0,60	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00
Persea americana	Abacate	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	1,08	0	0,00
Platymenia reticulata	Amarelinho	2	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Poecilanthe parviflora	Coração de Negro	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	1,43	0	0,00
Psidium guajava	Goiaba	0	0,00	5	1,22	0	0,00	5	1,79	8	1,14
Psidium sartorianum	Araçá	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,72	0	0,00
Pterogyne nitens	Amendoim do Campo	0	0,00	1	0,24	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Schinus terebinthifolius	Aroeira Pimenteira	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,57
Schizolobium parahyba	Guapuruvu	0	0,00	1	0,24	1	0,29	0	0,00	12	1,71
Syzygium cumini	Jambolão	1	0,30	0	0,00	11	3,24	3	1,08	20	2,86
Tabebuia chrysotricha	Ipê Amarelo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,57
Tabebuia heptaphylla	Ipê Roxo	0	0,00	5	1,22	1	0,29	1	0,36	4	0,57
Tabebuia impetiginosus	Ipê Roxo Bola	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,29
Tabebuia impetiginosa	Ipê Rosa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	2,15		0,00
Tabebuia roseoalba	Ipê Branco	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	1,71
Tabernaemontana hystrix	Leiteiro	0	0,00	2	0,49	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Zeyheria turbeculosa	Ipê Tabaco	0	0,00	0	0,00	1	0,29	0	0,00	0	0,00

Tabela 7 – Famílias de plantas amostradas em cinco sistemas agroflorestais localizados em assentamentos rurais no município de Teodoro Sampaio/SP

Família	**SAF DR**	**SAF JM**	**SAF ST**	**SAF BR**	**SAF FR**	**Total**	**%**

Anacardiaceae	5	1	6	4	16	32	**1,55**
Apocynaceae	0	3	0	0	0	3	0,15
Annonacea	0	0	0	0	8	8	0,39
Asteraceae	0	0	0	0	2	2	0,10
Boraginaceae	23	0	7	0	0	30	**1,45**
Bignoniaceae	0	5	0	7	22	34	**1,64**
Caesalpinioidae	2	2	1	0	4	9	0,44
Caricaceae	0	1	0	0	0	1	0,05
Caryocaraceae	1	0	0	0	0	1	0,05
Chrysobalnaceae	0	0	0	0	2	2	0,10
Fabaceae	34	12	14	5	38	103	**4,98**
Euphorbiaceae	0	0	0	0	4	4	0,19
Hippocastanaceae	0	0	0	0	6	6	0,29
Lauraceae	0	0	0	3	0	3	0,15
Malvaceae	1	4	4	11	12	32	**1,55**
Meliaceae	4	4	0	0	0	8	0,39
Mimosaceae	18	5	3	1	10	37	**1,79**
Mimosoideae	6	12	2	0	28	48	**2,32**
Moraceae	0	0	0	0	2	2	0,10
Myrtaceae	1	5	11	11	20	48	**2,32**
Pinaceae	0	0	0	0	2	2	0,10
Proteaceae	1	0	0	0	28	29	**1,40**
Rubiaceae	236	356	289	226	510	1617	**78,19**
Rutaceae	1	0	0	1	2	4	0,19
Urticaceae	0	1	0	0	2	3	0,15
Total	333	411	337	269	718	2068	100,00

De acordo com o índice de Shanon, o sistema agroflorestal que apresentou maior diversidade foi o SAF FR, logo em seguida o SAF DR e os dois SAFs com menor índice de diversidade foram os SAFs JM e SAF ST (Tabela 8). Com relação à riqueza de espécies encontradas nos sistemas agroflorestais destacou-se o SAF FR com o total de 31 espécies, sendo que os demais tinham entre 15 (SAF ST) e 20 espécies (SAF DR) (Tabela 8). Os dois SAFs que apresentaram maiores índices de equitabilidade foram o SAF FR e SAF DR (Tabela 8).

Tabela 8 – Indíces de diversidade e equitabilidade dos sistemas agroflorestais

	SAF DR	**SAF JM**	**SAF ST**	**SAF BR**	**SAF FR**
Taxa_S	20	19	15	17	31
Individuals	333	411	337	269	718
Dominance_D	0,5209	0,7521	0,7256	0,6596	0,5356

Simpson_1-D	0,4791	0,2479	0,2744	0,3404	0,4644
Shannon_H	1,254	0,7338	0,7594	0,9651	1,404
Evenness_e^H/S	0,1751	0,1096	0,1425	0,1544	0,1314
Brillouin	1,171	0,6747	0,7019	0,8841	1,333
Menhinick	1,099	0,9372	0,8135	1,018	1,172
Margalef	3,275	2,991	2,402	2,841	4,579
Equitability_J	0,4185	0,2492	0,2804	0,3406	0,4089
Fisher_alpha	4,681	4,119	3,211	3,989	6,642
Berger-Parker	0,713	0,8662	0,85	0,81	0,7286

SAF 1 – Iderval Alves da Silva

Na avaliação da florística do SAF 1 pode observar que o sistema agroflorestal está constituído de 21 diferentes espécies(Tabela 9), inseridas em 20 gêneros e 14 famílias (Tabela 10), totalizando 333 indivíduos identificados. A espécie de maior abundância é a *Coffea arábica* com 236 indivíduos, sendo considerado "carro chefe" dos sistemas de produção, pois é quem gera renda às famílias produtores. A diversidade florística desse SAF e dos demais que serão analisados contribuem com a conservação da biodiversidade, uma vez que são elementares para o deslocamento da fauna local, principalmente de aves, insetos e mamíferos que utilizam os SAFs como trampolins ecológicos. Além disso, acredita-se que essa diversidade presente nos SAFs promove o equilíbrio dinâmico entre os microorganismos, insetos e outras formas de vida, garantindo resiliência e sustentabilidade produtiva e ecológica na unidade de produção.

Tabela 9 - Espécies (nome científico e comum) que compõem o SAF 1

Nome Científico	Nome Comum	N	%	Parcelas
Cordia trichotoma	Louro Pardo	23	6,71	1, 3, 4
Cedrela fissilis	Cedro	4	1,17	1, 3, 4
Gliricidia sepium	Gliricídia	5	1,46	1, 4
Inga sesselis	Ingá de Macaco	22	6,41	1, 2, 3, 4, 5

Manggifera indica	Manga	1	0,29	1
Acacia mangium	Acacia	16	4,66	1, 2, 3, 4
Genipa americana	Genipapo	4	1,17	1, 4
Astronium graveolens	Guaritá	2	0,58	1, 4
Platymenia reticulata	Amarelinho	2	0,58	1, 2
Schizolobium parahyba	Guapuruvu	6	1,75	1, 5
Coffea arabica	Café	236	68,8	1, 2, 3, 4, 5
Balfourodendron riedelianum	Pau Marfim	1	0,29	2
Morta	Morta	6	1,75	2, 3, 4, 5
Peltrophorum dubim	Sobrasil	2	0,58	2, 3
Grevillea robusta	Grevilha	1	0,29	3
Caryocar brasiliense	Pequi	1	0,29	3
Parapiptadenia rigida	Gurucaia	2	0,58	4
Myracrodruon urundeuva	Aroeira Verdadeira	2	0,58	4
Leucaena leucocephala	Leucena	4	1,17	5
Ceiba speciosa	Paineira	1	0,29	5
Syzygium cumini	Jambolão	1	0,29	5
Albizia edwallii	Albizia	1	0,29	5

Tabela 10 – Famílias presentes no SAF 1

Família	**N**	**%**	**Parcelas**
Anacardiaceae	5	1,46	1, 4
Boraginaceae	23	6,71	1, 3, 4
Caesalpinioidae	2	0,58	2, 3
Caryocaraceae	1	0,29	3
Fabaceae	34	9,91	1, 2, 3, 4, 5
Malvaceae	1	0,29	5
Meliaceae	4	1,17	1, 3, 4
Mimosaceae	18	5,25	1, 2, 3, 4
Mimosoideae	6	1,75	4, 5
Morta	6	1,75	2, 3, 4, 5
Myrtaceae	1	0,29	5
Proteaceae	1	0,29	3
Rubiace	236	68,8	1, 2, 3, 4, 5
Rubiaceae	4	1,17	1, 4
Rutaceae	1	0,29	2

SAF 2 – Eustáquio Brás de Almeida

O levantamento florístico realizado no SAF 2 evidenciou que o agroecossistema compreendia 17 diferentes espécies (Tabela 11), inseridas em 15 gêneros e 12 famílias (Tabela 12) , totalizando 279 indivíduos identificados. Desse total 226 indivíduos são cafeeiros destinados à produção agrícola para subsistência e geração de renda para a família. As outras espécies são responsáveis pelo sombreamento, ciclagem de nutrientes, fornecimento de abrigo e proteção para fauna local, além de serem espécies frutíferas importantes para o consumo familiar. Dos indivíduos amostrados 90% são exóticos e 10% nativos, pois o cafeeiro que perfaz o maior número de indivíduos amostrados é uma planta exótica, originária do continente africano.

Tabela 11 - Espécies (nome científico e comum) que compõem o SAF 1

Nome Científico	Nome Comum	N	%	Parcelas
Ceiba speciosa	Paineira Rosa	4	1,43	1
Persea americana	Abacate	3	1,08	1, 3
Syzygium cumini	Jambolão	3	1,08	1, 2, 3
Psidium guajava	Goiaba	5	1,79	1, 2, 3
Mangifera indica	Manga	4	1,43	1
Citrus limonia	Limão Rosa	1	0,36	1
Eucalyptus camaldulensis	Eucalyptus camaldulensis	1	0,36	1
Cedrela fissilis	Cedro	1	0,36	1
Musa sp	Banana	9	3,23	1
Coffea arabica	Café	226	81	1, 2, 3, 4, 5
Psidium sartorianum	Araçá	2	0,72	2, 4
Guazuma ulmifolia	Mutambo	7	2,51	3, 4, 5
Inga sesselis	Ingá de Macaco	1	0,36	3
Tabebuia heptaphylla	Ipê Roxo	1	0,36	3
Tabebuia impetiginosa	Ipê Rosa	6	2,15	4, 5
Acacia mangium	Acacia	1	0,36	4
Poecilanthe parviflora	Coração de Negro	4	1,43	4, 5

Tabela 12 - Famílias presentes no SAF 2.

Família	N	%	Parcelas
Meliaceae	1	0,36	1
Anarcadiaceae	4	1,43	1
Bignoniaceae	7	2,51	3, 4, 5
Fabaceae	5	1,79	3, 4, 5
Lauraceae	3	1,08	1, 3

Malvaceae	11	3,94	1, 3, 4, 5
Mimosaceae	1	0,36	4
Musaceae	9	3,23	1
Myrtaceae	3	1,08	1, 2, 3
Myrthaceae	8	2,87	1, 2, 3, 4
Rubiace	226	81	1, 2, 3, 4, 5
Rutaceae	1	0,36	1

SAF 3 – João Bispo Pereira

O levantamento florístico realizado no SAF 3 verificou que o agroecossistema compreendia 20 diferentes espécies (Tabela 13), inseridas em 19 gêneros e 14 famílias (Tabela 14), totalizando 417 indivíduos amostrados e identificados. A amostragem pode evidenciar que o SAF 3 possui uma riqueza de espécies maior que o SAF 2, fato que corrobora com as complexas redes ecológicas existentes entre os organismos presentes no agroecossistema. Desse total de indivíduos 226 são cafeeiros destinados à produção agrícola para subsistência e geração de renda para as famílias assentadas. As outras espécies foram responsáveis pelo sombreamento, ciclagem de nutrientes, fornecimento de abrigo e proteção para fauna local, além de serem espécies frutíferas importantes para o consumo familiar. Dos indivíduos amostrados 88% são exóticos e 12% nativos, pois o cafeeiro que perfaz o maior número de indivíduos amostrados é uma planta exótica originária do continente africano.

Tabela 13 - Espécies (nome científico e comum) que compõem o SAF 1

Nome Científico	Nome Comum	N	%	Parcelas
Aspidosperma parvifolium	Guatambu	1	0,24	1
Acacia mangium	Acacia	5	1,2	1, 2, 4
Enterolobium contortisiliquum	Tamboril	4	0,96	1, 4, 5
Tabernaemontana hystrix	Leiteiro	2	0,48	1, 3
Cedrella fissilis	Cedro	3	0,72	1, 2
Guazuma ulmifolia	Mutambo	2	0,48	1, 4
Astronium graveolens	Guaritá	1	0,24	1
Parapiptadenia rigida	Gurucaia	12	2,88	1, 2, 3, 4, 5
Coffea arabica	Café	356	85,37	1, 2, 3, 4, 5
Pterogyne nitens	Amendoim do Campo	1	0,24	2
Schizolobium parahyba	Guapuruvu	1	0,24	2
Morta	Morta	6	1,44	2, 3, 5
Psidium guajava	Goiaba	5	1,2	2, 3, 4

Tabebuia heptaphylla	Ipê Roxo	5	1,2	3, 4, 5
Inga sesselis	Ingá de Macaco	7	1,68	3, 4, 5
Jacaratia spinosa	Jaracatiá	1	0,24	3
Luehea candicans	Açoita Cavalo	2	0,48	3, 5
Cecropia pachystachya	Embaúba	1	0,24	4
Cabralea canjerana	Canjarana	1	0,24	4
Copaifera langsdorffii	Copaíba	1	0,24	5

Tabela 14 - Famílias presentes no SAF 3.

Família	N	%	Parcelas
Anacardiaceae	1	0,24	1
Apocynaceae	3	0,72	1, 3
Bignoniaceae	5	1,2	3, 4, 5
Caesalpinoideae	2	0,48	2, 5
Caricaceae	1	0,24	3
Fabaceae	12	2,88	1, 2, 3, 4, 5
Malvaceae	4	0,96	1, 3, 4, 5
Meliaceae	4	0,96	1, 2, 4
Mimosaceae	5	1,2	1, 2, 4
Mimosoideae	12	2,88	1, 2, 3, 4, 5
Morta	6	1,44	2, 3, 5
Myrthaceae	5	1,2	2, 3, 4
Rubiace	356	85,37	1, 2, 3, 4, 5
Urticaceae	1	0,24	4

SAF 4 – José Santiago

Verificou-se que o SAF 4 possuía 16 espécies (Tabela 15), distribuídas em 15 gêneros e 14 famílias (Tabela 16), perfazendo um total de 341 indivíduos amostrados identificados. O referido SAF possui a mesma função dos demais SAFs já apresentados, sendo muito importante para a geração de renda para a unidade de produção. Outro fato, que chamou atenção foi o destaque para a produção de café que se configurou como a maior, quando comparada com os demais. Atribui-se essa maior produtividade do café neste SAF aos menores índices de sombreamento, pois o agricultor realizava podas sistemáticas das espécies arbóreas.

Tabela 15 - Espécies (nome científico e comum) que compõem o SAF 1

Nome Científico	Nome Comum	N	%	Parcelas
Cordia trichotoma	Louro Pardo	7	2,05	1, 4, 5
Morta	Morta	1	0,29	1

Syzygium cumini	Jambolão	11	3,23	1, 2, 4, 5
Inga laurina	Ingá Liso	11	3,23	1, 2, 3, 4, 5
Tabebuia heptaphylla	Ipê Roxo	1	0,29	1
Gliricidia sepium	Gliricídia	2	0,59	1
Acacia mangium	Acacia	3	0,88	1, 2, 3
Coffea arabica	Café	289	84,75	1, 2, 3, 4, 5
Astronium graveolens	Guaritá	5	1,47	2, 3
Parapiptadenia rigida	Gurucaia	2	0,59	2, 5
Enterolobium contortisiliquum	Tamboril	1	0,29	3
Anacardium occidentale	Caju	1	0,29	3
Zeyheria turbeculosa	Ipê Tabaco	1	0,29	3
Pelophorum dubim	Sobrasil	1	0,29	3
Guazuma ulmifolia	Mutambo	4	1,17	5
Schizolobium parahyba	Guapuruvu	1	0,29	5

Tabela 16 - Famílias presentes no SAF 5

Família	**N**	**%**	**Parcelas**
Anacardiaceae	6	1,76	2, 3
Bignoniaceae	2	0,59	1, 3
Boraginaceae	7	2,05	1, 4, 5
Caesalpinioidae	1	0,29	3
Dabaceae	11	3,23	1, 2, 3, 4, 5
Fabaceae	4	1,17	1,3,5
Malvaceae	4	1,17	5
Mimosaceae	3	0,88	1, 2, 3
Mimosoideae	2	0,59	2, 5
Morta	1	0,29	1
Myrtaceae	11	3,23	1, 2, 4, 5
Rubiace	289	84,75	1, 2, 3, 4, 5

SAF 5 – Francisco Gomes

O SAF 5 foi o que apresentou maior abundância de espécies (32) (Tabela 17), gêneros (27), famílias (24) (Tabela 18) e de indivíduos (1086). Isso se deve ao fato do agricultor ter feito a disposição espacial de maneira diferente dos demais SAFs. Outro aspecto que deve ter influenciado a grande quantidade de espécies neste agroecossistema tem relação com o viveiro de mudas presente na sua propriedade. Pois o próprio agricultor fez mudas de outras espécies que não estão relacionadas nos demais SAFs.

Tabela 17 - Espécies (nome científico e comum) que compõem o SAF 1

Nome Científico	**Nome Comum**	**N**	**%**	**Parcelas**
Inga laurina	Ingá Liso	18	1,66	1, 2, 3, 5
Acacia polyphylla	Monjoleiro	2	0,18	1
Tabebuia impetiginosus	Ipê Roxo Bola	2	0,18	1
Morta	Morta	4	0,37	1, 2
Syzygium cumini	Jambolão	20	1,84	1, 2, 3, 4, 5
Myracrodruon urundeuva	Aroeira Verdadeira	10	0,92	1, 4, 5
Anonna cacans	Araticum	8	0,74	1, 2
Guazuma ulmifolia	Mutambo	12	1,1	1, 4
Artocarpus integrifolia	Jaca	2	0,18	1
Cedrella fissilis	Cedro	2	0,18	1
Araucaria angustifolia	Pinheiro	2	0,18	1
Parapiptadenia rigida	Gurucaia	26	2,39	1, 2, 3, 4, 5
Anacardium occidentale	Caju	2	0,18	1
Tabebuia heptaphylla	Ipê Roxo	4	0,37	1, 3
Psidium guajava	Goiaba	8	0,74	1, 2, 5
Coffea arabica	Café	892	82,14	1, 2, 3, 5
Acacia mangium	Acacia	10	0,92	2, 3, 4
Schizolobium parahyba	Guapuruvu	12	1,1	2, 3, 5
Hymenaea courbaril	Jatobá	4	0,37	2, 3
Albizia edwallii	Albizia	2	0,18	2
Cajanus cajan	Feijão guandu	2	0,18	2
Tabebuia chrysotricha	Ipê Amarelo	4	0,37	3, 5
Croton urucurana	Sangra D'água	4	0,37	3
Baccharis dracunculifolia	Vassourinha	2	0,18	3
Aesculus hippocastanum	Castanha da India	6	0,55	3, 4
Schinus terebinthifolius	Aroeira Pimenteira	4	0,37	4, 5
Licania tomentosa	Oiti	2	0,18	4
Tabebuia roseoalba	Ipê Branco	12	1,1	4
Citrus Sinensis	Laranja	2	0,18	4
Cecropia pachystachya	Embaúba	2	0,18	5
Gliricidia sepium	Gliricídia	2	0,18	5
Anadenanthera colubrina	Angico Preto	2	0,18	5

Tabela 18 - Famílias presentes no SAF 1

Família	**N**	**%**	**Parcelas**
Anacardiaceae	10	0,92	1, 4, 5
Meliaceae	2	0,18	1
Anacardiaceae	6	0,55	1, 4, 5
Annonacea	8	0,74	1, 2
Artocarpus	2	0,18	1
Asteraceae	2	0,18	3
Bignoniaceae	22	2,03	1, 3, 4, 5
Caesalpinioideae	4	0,37	2, 3
Chrysobalnaceae	2	0,18	4
Dabaceae	18	1,66	1, 2, 3, 5
Euphorbiaceae	4	0,37	3
Fabacea	14	1,29	2, 3, 5
Fabaceae	6	0,55	1, 2, 5
Hippocastanaceae	6	0,55	3, 4
Malvaceae	12	1,1	1, 4
Mimosaceae	10	0,92	2, 3, 4
Mimosoideae	28	2,58	1, 2, 3, 4, 5
Morta	4	0,37	1, 2
Myrtaceae	20	1,84	1, 2, 3, 4, 5
Myrthaceae	8	0,74	1, 2, 5
Pinacea	2	0,18	1
Rubiace	892	82,14	1, 2, 3, 5
Rutaceae	2	0,18	4
Urticaceae	2	0,18	5

4.6 Incidência do bicho-mineiro e a diversidade nos agroecossistemas

Verificou-se que o tratamento CONV AT, caracterizado como monocultura de café, mesmo utilizando inseticida para o controle da praga foi o que atingiu maior incidência do bicho-mineiro em todos os meses avaliados (Figura 24). O uso indiscriminado de inseticidas nos cafezais acarreta pulverizações de inseticidas de amplo espectro, o que causa matança dos inimigos naturais do bicho-mineiro e favorece, posteriormente, as infestações dessa praga (SOUZA; RIGITANO, 1998).

Em todos os meses monitorados verificou-se mais de 80% de incidência da praga no agroecossistema convencional, com exceção do meses de abril e maio, onde a lavoura cafeeira convencional teve os menores índices de ataque do bicho-mineiro, mas mesmo sendo os níveis mais inferiores, eles representam valores muito elevados (76% e 69,25%, respectivamente), acarretando sérios danos à lavoura. Em seis meses de avaliação, verificou-se incidência de 90% na lavoura convencional (Figura 24). De acordo com Parra e Reis (2013), quando as infestações da praga são elevadas as reduções na produção podem chegar de 37% a 80%, na safra do ano seguinte da infestação da praga. Além de intensificar a bianualidade produtiva dos cafeeiros, ou seja, produção baixa em um ano e alta no outro, as infestações agressivas do bicho-mineiro podem diminuir a vida útil dos cafeeiros, devido o depauperamento da planta, que fica muito mais sujeita aos estresses de ordem climática. Desfolhas drásticas e sucessivas causadas pelo bicho-mineiro tornam as plantas enfraquecidas e compromete a longevidade das mesmas (PARRA; REIS, 2013).

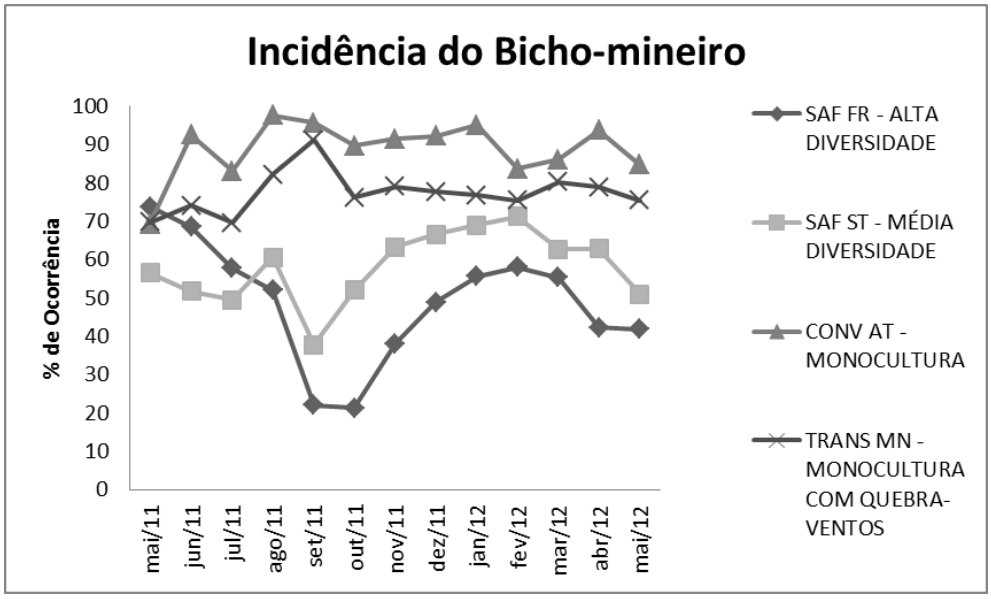

Figura 24 – Incidência do bicho-mineiro em lavoura convencional (CONV AT), em transição (TRANS MN) e em sistema agroflorestal de média diversidade (SAF ST) e de alta diversidade (SAF FR)

No estado de São Paulo, em regiões mais quentes, como é o caso da região do Pontal do Paranapanema, de acordo com Parra e Reis (2013), a praga apresenta maior número de gerações e ocorre de maneira alarmante durante o ano todo.

O segundo agroecossistema que mais teve ataque da praga foi o sistema que se encontrava em conversão para o sistema orgânico, ou seja, em transição agroecológica, denominado como tratamento TRANS MN, que era caracterizado como uma monocultura cafeeira com quebra-ventos no entorno dos talhões, formado por plantas nativas e exóticas. Nos meses de junho de 2011 a abril de 2012 foi a segunda lavoura cafeeira mais atacada pelo bicho-mineiro, apresentando índices de ataque de 74%, 69,5%, 82,25%, 91,25%, 76,25%, 79,1%, 77,65%, 76,89%, 75,45%, 80,15% e 78,9%, respectivamente (Figura 24). Por um lado verificou-se que a conversão do sistema convencional para o sistema de manejo orgânico já influênciou na diminuição da ocorrência da praga, mas, por outro lado, observou-se que este sistema em transição agroecológica, ainda caracterizado apenas pela substituição de insumos e a presença de ervas espontâneas nas entre-linhas dos cafeeiros, com quebra-ventos separando os talhões não conseguiu diminuir a níveis desejáveis o ataque da praga.

De qualquer forma é inegável que o incremento de quebra-ventos no entorno da lavoura contribui de maneira significativa com o declínio da incidência da praga.

As análises realizadas nos permitem afirmar que a divesidade de espécies de plantas presentes nos agroecossistema denominados sistemas agroflorestais foi o fator que mais contribuiu com a diminuição do ataque da praga. Quando comparamos o sistema convencional com os demais sistemas que possuem maior diversidade verificou-se uma tendência crescente de diminuição da incidência da praga na medida que se aumentava a diversidade dos agroecossistemas. Inicialmente, pode-se verificar menor ocorrência da praga no agroecossistema que se encontra em transição agroecológica, provavelmente pelo aumento da diversidade que os quebra-ventos conferem ao sistema, aqui denominado de tratamento TRANS MN.

Os dados obtidos com esta pesquisa no Pontal validam as idéias estabelecidas por Reis e Souza (2002), que afirmavam que a arborização poderia ser um compontente importante no equilíbrio do cafezal, indicando quebra-ventos e corredores ecológicos parra a mautenção de inimigos naturais das pragas nos agreocossistemas. De acordo com Altieri (1994), a diversidade do agroecossistema está associada com a estabilidade das populações de insetos em longo prazo porque uma variedade de parasitos, predadores e competidores tendem a

estarem sempre disponíveis para diminuir o crescimento da população potencial de espécies de pragas.

O sistema agroflorestal com média diversidade, ou seja, o tratamento SAF ST – MÉDIA DIVERSIDADE, apresentou menores índices de ataque do que os tratamentos CONV AT - MONOCULTURA (sistema convencional de manejo) e TRANS MN (sistema simplificado com quebra-ventos no entorno), durante os 14 meses de avaliação (Figura 24). Este tratamento identificado como sistema agroflorestal de média diversidade possui uma diversidade mais elevada do que o sistema em transição agroecológica, proporcionando menor índice de ocorrência do bicho-mineiro nos cafeeiros presentes neste sistema.

Validando ainda mais a hipótese estabelecida na tese (quanto mais diversidade presente nos agroecossistemas menor seria o ataque da praga), verificou-se menor incidência do bicho-mineiro no tratamento SAF FR – ALTA DIVERSIDADE quando comparado com todos os demais tratamentos que apresentavam menor diversidade biológica. O menor índice de ocorrência da praga neste sistema agroflorestal de alta diversidade foi de 21,25%, no mês de setembrol/11 e o maior ocorreu no mês de maio/12, atingindo 73,75% de frequência (Figura 24). Comparando com os demais sistemas de produção de café, principalmente com o convencional, que é constituído por um sistema simplificado de cafeeiros, pode-se observar que o sistema agroflorestal de alta diversidade não permitiu que os cafeeiros presentes neste agroecossistema tivessem elevados níveis de incidência da praga durante todas as fases fenológicas da cultura. Inicialmente, se observou uma frequência alta de lesões nas folhas, mas a alta diversidade presente no agroecossistema o tornou mais resiliente do que todos os demais sistemas, pois o agroecossistema SAF FR – ALTA DIVERSIDADE estava dotado de elementos bióticos (predadores e parasitóides) e abióticos (diminuição da temperatura, ventos e aumento da umidade) capazes de reduzir o nível populacional da praga, consequentemente diminuindo a incidência de lesões nas folhas dos cafeeiros (Figura 24). Nos meses de junho, julho, agosto, setembo e outubro ocorreram quedas significativas e sequenciais do nível de ataque da praga (Figura 24).

Segundo Altieri e Nicholls (2000), a estabilidade ecológica é inerente à auto-regulação, características dos ecossistemas naturais perdidas quando o homem simplifica comunidades naturais através da ruptura das interações em comunidades.

As monoculturas deixam a paisagem rural homogênea e as consequências dessa perda da biodiversidade funcional que se faz presente em paisagens heterogêneas são expressas no aumento da incidência de pragas, patógenos e perdas econômicas consideráveis. Os polinizadores, parasitoides e predadores, prestadores de serviços ecológicos, necessitam de

hábitats secundários para sua sobrevivência, não subsistindo de maneira efetiva em áreas simplificadas. Assim, a adição da biodiversidade dentro do agroecossistema ou no seu entorno são duas das principais estratégias de manejo voltadas ao restabelecimento da manutenção de equilíbrios biológicos dinâmicos no sistema. Dentre os principais serviços oferecidos pela biodiversidade está a regulamentação da abundância de organismos indesejáveis através da predação, parasitismo e da competição (ALTIERI; NICHOLLS, 2000).

Agroecossistemas dotados de alta complexidade biológica consegue responder às pressões causadas por pragas, geadas e outras adversidades, principlamente porque a diversidade existente nestes sistemas os tornam mais resilientes, confiáveis e robustos. Acredita-se que o controle biológico realizados pelas vespas predadoras e parasitóides tem sido um dos principais precurssores da diminuição da infestação da praga nos agroecossistemas diversificados. Como pode-se observar na Figura 25, o sistema de produção CONV AT – Monocultura foi o que mais apresentou lesões intactas, ou seja, com presença de lagartas vivas nas folhas dos cafeeiros, quando comparado com todos os demais sistemas.

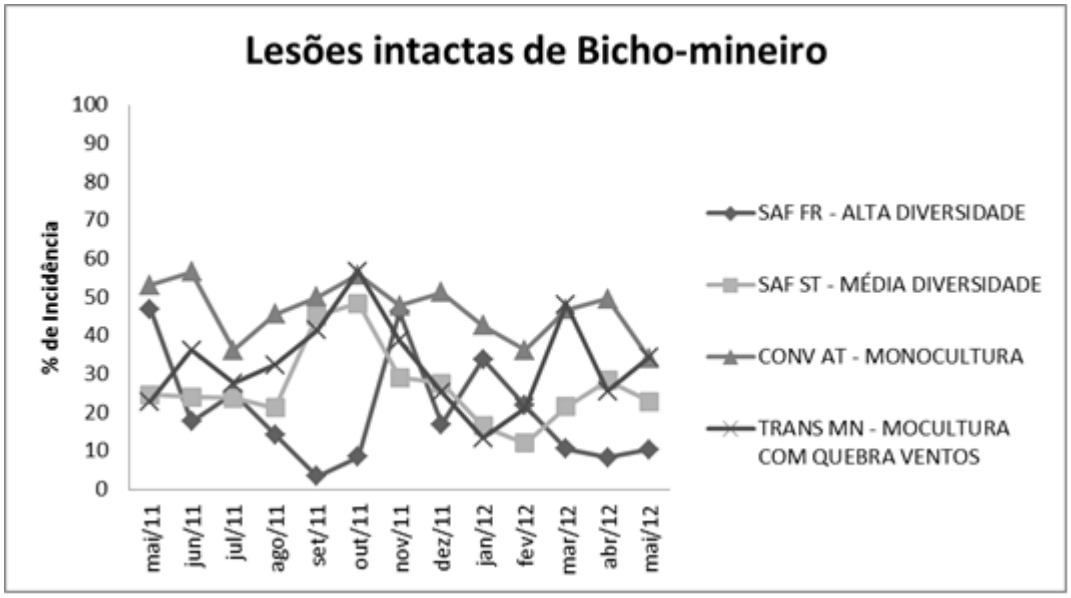

Figura 25 – Lesões intactas de bicho-mineiro em lavoura convencional (CONV AT), em transição (TRANS MN) e em sistema agroflorestal de média diversidade (SAF ST) e de alta diversidade (SAF FR)

O segundo sistema com maior incidência de lesões intactas foi o sistema TRANS MN – Monocultura com quebra-ventos, evidenciando que o fato do sistema possuir uma diversidade de plantas no entorno, inseridas no sistema para diminuir a incidência de ventos na lavoura, colaborou com a diminuição da porcentagem de lesões intactas, quando comporado com o sistema CONV AT – Monocultura. Esse variável, diversidade no entorno

do sistema, está favorecendo a predação feita por inimigos naturais, principalmente pelas vespas predadoras das lagartas do bicho-mineiro que se desenvolvem no interior do tecido foliar das plantas de café. As análises de predação realizadas mostraram que durante nove meses de avaliações esse sistema simplificado com diversidade no entorno sofreu de maneira significativa maior nível de predação que o sistema convencional monocultura (CONV AT). Isso provavelmente está relacionado à presença de quebra-ventos que fornecem habitats para as vespas predadoras e alimentação suplementar, graças aos nectários florais e inflorescências das plantas adjacentes à lavoura cafeeira, em épocas de menor incidência da praga. O que permite a manutenção e incrementação de vespas predadoras no sistema.

De acordo com Reis et al. (2002), a implantação de quebra-ventos também é uma técnica que adiciona diversidade ao sistema, sendo que algumas plantas podem ser utilizadas para essa finalidade como o abacateiro, a seringueira, a macadâmia, a bananeira, entre outras. Além de produzirem também alimento ou outros produtos para a comercialização ou uso na propriedade.

A maior efetividade do controle biológico pode ser alcançado com a diversificação do agroecossistema, pois isso resulta no incremento de oportunidades ambientais favoráveis aos inimigos naturais (ALTIERI, 1994). De acordo com Carvalho e Chalfoun (1998), o equilíbrio biológico da lavoura cafeeira é importante, pois produtos químicos aplicados indiscriminadamente promovem um desequilíbrio dos processos ecológicos no agroecossistema, reduzem a população dos inimigos naturais e favorecem a evolução de patógenos.

Dessa forma, fica explícito que o manejo químico de pragas por meio da utilização de inseticidas e a simplificação de ambientes agrícolas favorecem o aumento da incidência de pragas na lavouras. Nos remetendo a optar por outros estilos de agriculturas que sejam mais compatíveis com a auto-regução de pragas e com a susntentabilidade do agroecossistema. Gliessman (2005) afirma que os agrotóxicos podem baixar dramaticamente a população de pragas em um curto prazo, mas, como também matam seus predadores naturais, essas populações podem com freqüência, recuperar-se e alcançar números ainda maiores que antes. Dessa forma, o agricultor é forçado a usar mais agente químico. Isto promove o fenômeno de aumento da resistência: as populações de pragas expostas continuamente são submetidas a uma intensa seleção natural de resistência aos agrotóxicos. Por isso que se diz que os agrotóxicos ajudam a resolver um problema que eles mesmos criaram, e que continuam

criando, porque não resolvem a causa, mas atacam as consequências (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000).

Os dois sistemas que apresentaram os menores índices de lesões intactas, ou seja, lesões com lagartas vivas, causadas nas folhas pelo bicho-mineiro, na maioria dos meses avaliados foram os sistemas agroflorestais de alta e média diversidade biológica (SAF FR – ALTA DIVERSIDADE e SAF ST – MÉDIA DIVERSIDADE) (Figura 25). Cabe aqui salientar que o sistema SAF FR, dotado de maior diversidade biológica que os demais sistemas apresentou menor ocorrência de lesões intactas em 8 meses de monitoramento (Figura 25). Sendo que esses resultados diferiram dos demais tratamentos. Já o sisema convencional a pleno sol foi o que ostentou os maiores níveis de lesõe intactas de bicho-mineiro, obtendo maiores índices que os demais sistemas em 11 meses de avaliação, sendo que em oito meses de monitoramento a lesões intactas correspondiam entre 40 e 60% de todas as lesões analisadas (Figura 25).

Nos levantamentos de campo para análise da relação ecológica "predação" (vespas – predador x bicho-miniero – presa) verificou-se que o sistema com maior diversidade biológica (SAF FR – ALTA DIVERSIDADE) foi o que proporciou maior nível de predação da praga, sendo que em quase metade das avaliações (seis meses) o nível de predação ultrapassou 80%, ou seja, mais de 80% das lagartas do bicho-mineiro haviam sido predadas por vespas predadoras (Figura 26). O SAF de maior diversidade ainda proprocionou níveis acima de 60% de predação em todos os demais meses monitorados (Figura 26). Levando em consideração os pressupostos técnicos propostos por Gravena (1990) apud Torres et al. (2009), que afirmam por meio de pesquisas que quando 40% ou mais das folhas com minas do bicho-mineiro apresentarem sinais de predação por vespas predadoras não é recomendado o controle químico para a praga, pode-se afirmar que somente o sistema convencional avaliado (CONV AT) atingiu níveis de danos econômicos que exigissem medidas de controle fitossanitário. Já todos os agroecossistemas que tiveram adição de biodiversidade, desde o sistema que tinha diversidade de plantas somente nos seu entorno (TRANS MN – monocultura com quebra-ventos) até o SAF de alta diversidade, nos monitoramentos realizados verificou-se que não necessitavam de nenhum tipo de tratamento sanitário, pois o serviço ecológico do controle biológico das vespas possibilitou esse equilíbrio dinâmico. Todos cafeeiros presentes nos agroecossistemas, que de alguma maneira possuíam biodiversidade, seja ela arranjada no entorno dos talhões ou em todo o sistema, SAF, tiveram mais de 40% de predação.

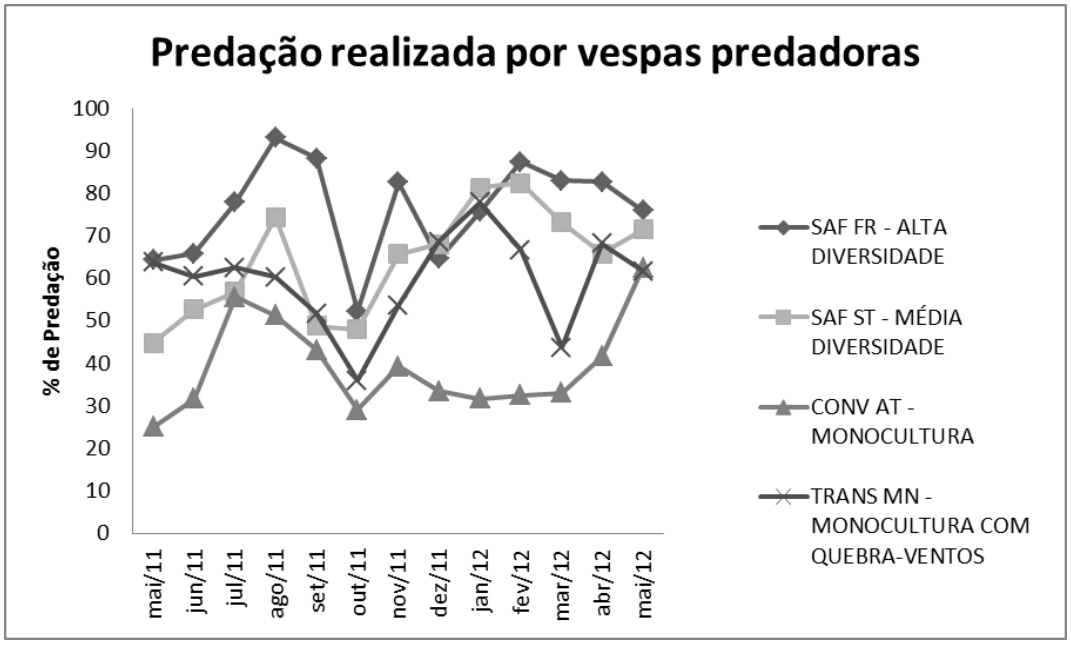

Figura 26 - Lesões intactas de bicho-mineiro em lavoura convencional (CONV AT), em transição (TRANS MN) e em sistema agroflorestal de média diversidade (SAF ST) e de alta diversidade (SAF FR)

Já o agroecossistema convencional a pleno sol teve o menor nível de controle biológico pelas vespas, conforme pode se observar na Figura abaixo, em oito meses de monitoramento o nível de predação não atingiu ao menos 40% (Figura 26).

O maior e equilíbrio e sanidade vegetal constatados nos cafeeiros conduzidos nos sistemas diversificados (SAFs) vêm ao encontro de pressupostos preconizados por Gliessman (2000), afirmando que somente num agroecossistema mais complexo e diversificado poderá existir potencial para interações benéficas; aonde essa diversificação conduz a modificações positivas nas condições abióticas e atrai populações de artrópodes benéficos, regulando assim, a população de pragas. Os dados obtidos com a pesquisa permitem concordar com Aguiar-Menezes (2004), que fazendo uma vasta busca na literatura encontrou diversos trabalhos demostrando que os sistemas agrícolas diversificados podem reduzir a incidência de praga e/ou aumentar a atividade dos inimigos naturais. A eliminação dos inimigos naturais resulta em surtos ainda maiores e no surgimento de novas pragas (KHATOUNIAN, 2001).

Infelizmente devido muitos fatores criou-se uma imagem pejorativa dos insetos na agricultura convencional, repercutindo em visões restritivas de manejo que favorecem a aplicação demasiada de agrotóxicos. Sendo que somente um por cento de todas as espécies de insetos é qualificado como prejudiciais ao homem, em contraste muitos insetos são benéficos, já que eles atuam como inimigos naturais de espécies pragas e podem ser utilizados dentro de programas de controle biológico (PULZ et al., 2007).

4.7 Monitoramento de Leucoptera coffeella, vespas predadoras e parasitóides

Verificou-se que nas duas lavouras cafeeiras conduzidas a pleno sol (CONVENCIONAL AT e EM TRANSIÇÃO MN) capturou-se mais indivíduos adultos de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) do que nos sistemas agroflorestais (SAF). A lavoura cafeeira convencional AT, tratada com agroquímicos, foi a que apresentou maior quantidade do bicho-mineiro dentre todos tratamentos avaliados, possuindo média mensal de 633,7 adultos capturados por armadilha Malaise (Tabela 19). Normalmente, de acordo com os pressupostos da agricultura convencional, o que se espera de lavouras convencionais que recebem tratamentos com inseticidas para o controle de pragas e que sua população tenda a diminuir após realização do tratamento fitossanitário. No entanto, o que se pode constatar neste estudo contraria essa hipótese e evidencia a fragilidade dos agroecossitemas simplificados (monocultura) frente aos insetos herbívoros. Muitos autores já haviam constatado essa situação de desequilíbrio nas populações de insetos que acometem as lavouras convencionais (CARVALHO; CHALFOUN, 1998; GLIESSMAN, 2005; PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000). De acordo com Haggar e Staver (2001), cafeeiros plantados a pleno sol são mais afetados pelo bicho-mineiro do que os consorciados com espécies arboreas sombreadoras.

Tabela 19 – Quantidade de indivíduos adultos *Leucoptera coffeella* (Lepdoptera) coletados em armadilha Malaise em lavoura convencional, em conversão e sistemas agroflorestais de média e alta diversidade

Sistemas Produtivos	**Meses de Coleta**												**Média Geral**
	Jun	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	
	..... Ano de 2011.....							**..... Ano de 2012 .....**					
LAVOURA CONVENCIONAL AT	790	689	1534	456	545	690	560	365	623	612	483	258	**633,7 A**
LAVOURA EM TRANSIÇÃO MN	378	76	469	506	460	400	185	699	215	510	770	1011	**473,2 A**
SAF - MÉDIA DIVERSIDADE	445	476	350	640	293	135	698	655	112	125	216	205	**362,5 AB**
SAF - ALTA DIVERSIDADE	170	197	243	215	54	235	155	692	40	52	135	23	**184,2 B**
Média Geral	445,8	359,5	649,0	454,3	338,0	365,0	399,5	602,8	247,5	324,8	401,0	374,3	-

Médias teste de Tukey a 5 % de probabilidade

De acordo com Matielo et al. (2005), salienta-se que cada mariposa põe, em média, 36 ovos em um período de até 25 dias, sendo pequena a longevidade da fase adulta (média de 15 dias). No entanto, em locais com temperaturas mais elevadas e com menor umidade o ciclo de vida da praga diminui, favorecendo um maior número de gerações. Reis et al. (2002),

constataram redução de aproximadamente 72% da produção na cafeicultura do Cerrado mineiro em 1978, região quente e favorável à praga (REIS et al., 2002).

Na lavoura cafeeira experimental em transição MN, que está em estágio de conversão do sistema de manejo convencional para o agroecológico, a captura da praga bicho-mineiro foi numericamente bem menor na maioria dos meses avaliados, apesar de não haver diferença estatística com a lavoura convencional (Tabela 19). Salienta-se que essa lavoura em conversão não recebe mais tratamento químico com inseticidas, fungicidas e herbicidas, sendo que todo arsenal de agrotóxicos foi abolido da propriedade há mais de 5 anos. Assim, acredita-se que essa menor quantidade de indivíduos adultos da praga esteja relacionada a um conjunto de práticas agroecológicas adotadas pelo agricultor, como inserção de quebra-ventos no entorno da lavoura, inserção de adubação orgânica com Bokashi e não utilização dos agrotóxicos na lavoura. Os quebra-ventos, além de diminuírem o stress físico que o vento causa às plantas, também diminuem a perda de água e servem de área de refúgio, habitat e alimentação (néctar e pólen) dos inimigos naturais do bicho-mineiro, principalmente de vespas que predam e parasitam as lagartas dessa praga. A adubação orgânica pode ter contribuído com estruturação do solo, aumento da fertilidade e consequentemente favorece a nutrição dos cafeeiros. A retirada dos tratamentos com agrotóxicos da propriedade provavelmente diminuíram a taxa de mortalidade dos inimigos naturais e corrobora com o processo natural de equilíbrio dinâmico entre populações de herbívoros potenciais de causar danos à cultura e inimigos naturais (insetos predadores, parasitoides, fungos e bactérias entomopatogênicas).

Observou-se nos sistemas agroflorestais (SAFs) que a quantidade de mariposas *Leucoptera coffeella* capturadas foi muito inferior à dos sistemas conduzidos a pleno sol. No SAF ST MÉDIA DIVERSIDADE a armadilha Malaise coletou em média 362,5 indivíduos mensais, o que corresponde a apenas 57% dos adultos de bicho-mineiro capturados no sistema CONVENCIONAL AT (Tabela 19). Essa porcentagem ainda é bem menor quando comparamos a quantidade de mariposas (*Leucoptera coffeella*) capturadas no sistema agroflorestal de alta diversidade (SAF FR ALTA DIVERSIDADE), correspondendo a 29,06% da quantidade encontrada na lavoura cafeeira convencional (CONVENCIONAL AT). Ou seja, quando comparamos a captura de bicho-mineiro da lavoura convencional com a do sistema agroflorestal de alta diversidade verificamos que neste último sistema composto pelos cafeeiros arranjados com mais de 30 espécies arbóreas, com abundâncias diferentes (densidade populacional distinta), têm-se uma quantidade 70,96% menor do que a encontrada

no sistema convencional de cultivo, o que pode ser atestado pelo teste estatístico, diferindo-se de todos os demais tratamentos (Tabela 19).

No agroecossistema SAF – ALTA DIVERSIDADE obteve-se a maior quantidade de vespas predadoras (Vespidae) capturadas, sendo a média mensal de 615 indivíduos adultos capturados, resultado que permitiu ao tratamento diferenciar-se estatisticamente dos demais (Tabela 20). Acredita-se que a heterogeneidade do habitat dada pela elevada riqueza de espécies de plantas presentes no SAF contribuiu com esse resultado. Uma vez que essas vespas necessitam capturar presas (larvas de lepdoptera, coleoptera, dentre outras ordens) para alimentarem sua prole (em sua maioria carnívora) e necessitam de néctar e outras substâncias açucaradas para sua alimentação (adultos).

Tabela 20 – Quantidade de vespas predadoras (Vespidae) coletadas em armadilha Malaise em lavoura convencional, em conversão e sistemas agroflorestais de média e alta diversidade, município de Teodoro Sampaio/SP

Sistemas Produtivos	**Meses de Coleta**												Média Geral
	Jun	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	
	..... Ano de 2011							**..... Ano de 2012 .....**					
LAVOURA CONVENCIONAL AT	142	220	241	276	821	123	285	555	355	698	325	189	**353 AB**
LAVOURA EM TRANSIÇÃO MN	92	131	144	649	258	270	397	359	194	266	247	137	**262 B**
SAF - MÉDIA DIVERSIDADE	55	135	243	977	1680	420	928	672	440	457	334	95	**536 AB**
SAF - ALTA DIVERSIDADE	530	622	223	776	587	927	903	987	485	481	494	287	**615 A**
Média Geral	204,8	277,0	212,8	669,5	836,5	435,0	628,3	643,3	368,5	475,5	350,0	177,0	

Médias teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Em experimentos realizados em Heliodora por Amaral et al. (2004), no Sul de Minas Gerais, verificou-se que em sistema de café orgânico diversificado com leguminosas houve uma relação positiva entre o aumento da diversidade das plantas e a porcentagem de minas do bicho-mineiro predadas por vespas. De acordo com a autora, a incidência de minas predadas foi maior, quando o cafeeiro foi associado ao guandu, ao amendoim-forrageiro, à crotalária e aos estilozantes, cultivados simultaneamente nas entrelinhas do cafeeiro.

A preservação de matas remanescentes, e o reflorestamento com espécies nativas da região contribuem para a preservação e aumento das vespas predadoras que nelas se abrigam (REIS; SOUZA, 2002). Pois as vespas predadoras nidificam na vegetação de maior porte,

necessitando de presas para suprir as necessidades energéticas próprias e de sua prole. Neste sentido, os sistemas agroflorestais estudados estão desempenhando um importante papel enquanto habitat favorável à nidificação e sobrevivência de vespas predadoras que controlam a principal praga do café.

As médias mensais de vespas coletadas nas armadilhas instaladas nos demais sistemas evidenciam uma diferença numérica. Apesar do tratamento SAF – MÉDIA DIVERSIDADE não ter apresentado um resultado com diferença estatística se comparado com os tratamentos lavoura CONVECIONAL AT e EM TRANSIÇÃO MN, ambas sem sombreamento nas entre-linhas dos cafeeiros, percebe-se que há uma tendência de existirem muito mais vespas nesse ambiente florestado do que nas lavouras conduzidas a pleno sol (Tabela 20). Enquanto no SAF – MÉDIA DIVERSIDADE obteve-se 536 vespas capturadas mensalmente, na lavoura convencional e em transição agroecológica capturou-se 353 e 262 indivíduos, respectivamente (Tabela 20).

Neste mesmo estudo verificou-se que o nível de predação (controle biológico do bicho-mineiro) foi relativamente crescente quando se aumentou a diversidade dos agroecossistemas. Sendo o sistema convencional com menor nível de predação, o sistema em transição (com quebra-ventos no entorno) apresentando-se com um índice maior, e os sistemas agroflorestais com maiores níveis de predação, sendo o de alta diversidade o que apresentou maior intensidade de predação, quando comparado com todos os outros agroecossistemas.

Para os insetos parasitoides da família Braconidae não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 21). No entanto, percebeu-se que numericamente os braconídeos ocorreram em maior quantidade no SAF ST – MÉDIA DIVERSIDADE, agroecossistema que possui 18 espécies arbóreas num total de 500 árvores por há associadas aos cafeeiros. Os braconídeos são parasitóides de muitas espécies de besouros, moscas, borboletas, pulgões e percevejos e se constituem em um grupo de importância econômica devido à sua possibilidade de controle biológico de pragas (RINCÓN; SOUZA, 2010).

Tabela 21 – Quantidade de parasitoides braconídeos (Família Braconidae pertencente à superfamília Ichneumonoidea) coletados em armadilha Malaise em lavoura convencional, em conversão e sistemas agroflorestais de média e alta diversidade, município de Teodoro Sampaio/SP

Sistemas Produtivos	**Meses de coleta**

	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Média Geral
	..... Ano de 2011							..... Ano de 2012					
LAVOURA CONVENCIONAL AT	83	89	131	75	39	10	70	8	30	67	75	129	**67,2 A**
LAVOURA EM TRANSIÇÃO MN	37	25	43	68	71	27	59	57	14	22	58	64	**45,4 A**
SAF ST- MÉDIA DIVERSIDADE	69	84	89	143	79	45	85	78	53	54	77	46	**75,2 A**
SAF FR - ALTA DIVERSIDADE	16	69	91	97	82	40	20	29	54	59	61	56	**56,2 A**
Média Geral	51,3	66,8	88,5	95,8	67,8	30,5	58,5	43,0	37,8	50,5	67,8	73,8	

Médias teste de Tukey a 5 % de probabilidade

Verificou-se por meio de análise estatística que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos analisados quando se avaliou o número de insetos parasitoides da família Ichneumonidae (Tabela 22). No entanto, verificou-se uma tendência do aumento da diversidade de subfamílias de acordo com o aumento da complexidade biológica dos agroecossistemas, conforme pode ser observado na Tabela 22.

Tabela 22 – Quantidade de parasitoides ichneumonídeos (Família Ichneumonidae pertencente à superfamília Ichneumonoidea) coletados em armadilha Malaise em lavoura convencional, em conversão e sistemas agroflorestais de média e alta diversidade, município de Teodoro Sampaio/SP

Sistemas Produtivos	Meses de Coleta												Média Geral
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
	..... Ano de 2011							..... Ano de 2012					
LAVOURA CONVENCIONAL AT	202	194	347	192	302	58	144	48	58	49	63	220	**156,4 A**
LAVOURA EM TRANSIÇÃO MN	78	133	193	216	205	84	83	68	28	10	60	79	**103,1 A**
SAF ST- MÉDIA DIVERSIDADE	54	101	129	281	310	134	65	55	19	15	22	28	**101,1 A**
SAF FR - ALTA DIVERSIDADE	55	89	103	132	122	134	92	78	67	38	25	10	**78,8 A**
Média Geral	97,3	129,3	193,0	205,3	234,8	102,5	96,0	62,3	43,0	28,0	42,5	84,3	

Médias teste de Tukey a 5 % de probabilidade

No agroecossistema CONVENCIONAL AT foram identificadas 14 subfamílias diferentes de parasitoides ichneumonídeos, no sistema em TRANSIÇÃO MN amostrou-se 16 subfamílias diferentes, no SAF ST - MÉDIA DIVERSIDADE 17 subfamílias e no SAF FR –

ALTA DIVERSIDADE encontrou-se 18 subfamílias, sendo este último agroecossistema o que apresentou maior riqueza de subfamílias de Ichneumonidae (Figura 27).

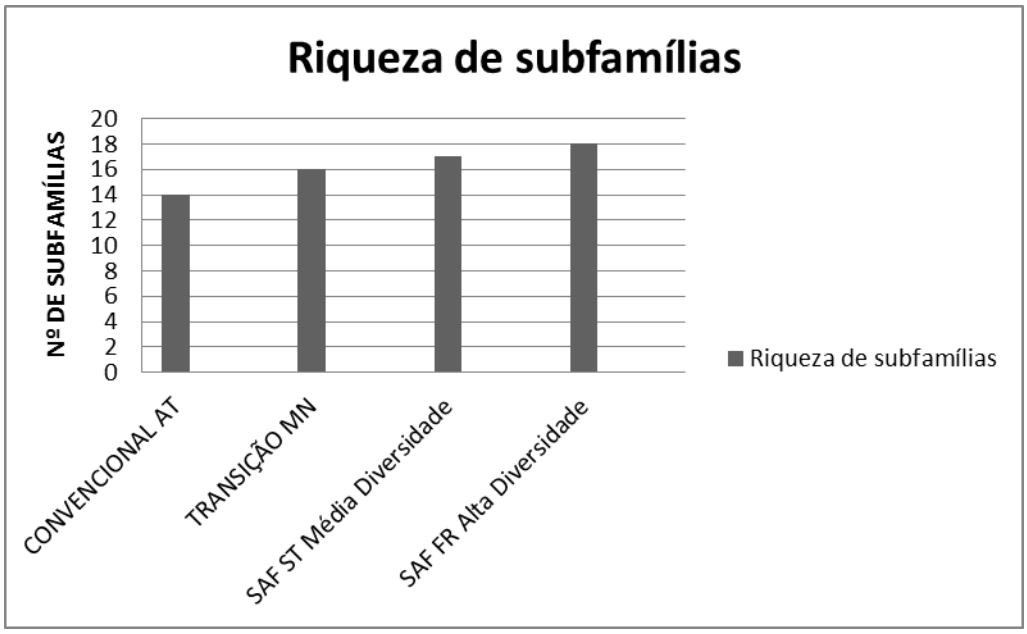

Figura 27 – Riqueza de subfamílias de Ichneumonidade em lavoura convencional (CONV AT), em transição (TRANS MN) e em sistema agroflorestal de média diversidade (SAF ST) e de alta diversidade (SAF FR)

Os Ichneumonidae são parasitóides de larvas e pupas de besouros, borboletas e outras vespas, sendo utilizados em programas de controle biológico (RINCÓN; SOUZA, 2010).

Durante o monitoramento de um ano foram capturados um total de 1810 indivíduos da família Ichneumonidade no agroecossisttema convencional AT, 1459 no agroecossistema em transição, 955 no SAF de média diversidade e 923 no SAF de alta diversidade (Tabela 23). Dessa forma, nos quatro agroecossistemas capturou-se 5147 exemplares de Ichneumonidae. Percebe-se que ao contrário da riqueza de espécies que é aumentada com o aumento da diversidade nos agroecossistemas a quantidade total de indivíduos coletados é diminuída (Figura 27; Tabela 23). Enquanto no agroecossistema convencional AT identificou-se 14 subfamílias diferentes, num total de 1810 indivíduos, no sistema agroflorestal de alta diversidade avaliou-se 18 subfamílias que totalizaram 923 exemplares (Tabela 23). Esse resultado já era esperado, uma vez que é mais comum ter mais abundância de indivíduos em áreas abertas, no caso nas lavouras a pleno sol, do que em áreas mais sombreadas.

Tabela 23 – Abundância (A) e abundância relativa (AR) de subfamílias de Ichneumonidae em lavoura convencional, em conversão e sistemas agroflorestais de média e alta diversidade, município de Teodoro Sampaio/SP

Subfamílias de Ichneumonidae	**CONVENCIONAL AT**		**TRANSIÇÃO MN**		**SAF ST MÉDIA DIVERSIDADE**		**SAF FR ALTA DIVERSIDADE**	
	A	**AR (%)**	**A**	**AR (%)**	**A**	**AR (%)**	**A**	**AR (%)**
Anomaloninae	6	0,33	4	0,27	10	1,05	1	0,11
Banchinae	6	0,33	2	0,14	6	0,63	12	1,30
Brachycyrtnae	0	0	0	0	0	0	4	0,43
Campopleginae	364	**20,11**	530	**36,33**	222	**23,25**	124	**13,43**
Cremastinae	775	**42,82**	367	**25,15**	82	**8,59**	11	1,19
Cryptinae	74	**4,09**	296	**20,29**	88	**9,21**	174	**18,85**
Diplazontinae	33	1,82	11	0,75	4	0,42	3	0,33
Ichneumoninae	288	**15,91**	97	**6,65**	277	**29,01**	203	**21,99**
Labeninae	0	0	3	0,21	2	0,21	2	0,22
Lycorininae	13	0,72	4	0,27	3	0,31	2	0,22
Mesochorinae	4	0,22	3	0,21	2	0,21	1	0,11
Metopiinae	33	1,82	35	2,40	35	3,66	25	2,71
Nesomesochorinae	0	0	1	0,07	10	1,05	4	0,43
Ophioninae	29	1,60	31	2,12	14	1,47	28	3,03
Orthocentrinae	2	0,11	0	0	3	0,31	20	2,17
Pimplinae	64	**3,54**	30	2,06	116	**12,15**	189	**20,48**
Tryphoninae	119	**6,57**	39	2,67	63	**6,60**	29	3,14
Tersilochinae	0	0	6	0,41	18	1,88	91	**9,86**
Total	**1810**	100,00	**1459**	100,00	**955**	100,00	**923**	100,00

Verificou-se que o sistema agroflorestal de média diversidade apresentou maior número de insetos parasitoides da superfamília Chalcidoidea, diferindo-se estatististicamente de todos os demais. Esse agroecossistema apresentou uma média mensal de 132, 7 indivíduos capturados, enquanto que a lavoura convencional teve 73,8, a em transição, 45,3 e o SAF de alta diversidade 30 adultos de Chalcidoidea (Tabela 24).

Tabela 24 – Quantidade de parasitoides da superfamília Chalcidoidea coletados em armadilha Malaise em lavoura convencional, em conversão e sistemas agroflorestais de média e alta diversidade

Sistemas Produtivos	Meses de Coleta												Média Geral
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	
	..... Ano de 2011							..... Ano de 2012					
LAVOURA CONVENCIONAL AT	178	57	33	87	85	19	83	26	93	84	87	53	**73,8 B**
LAVOURA EM TRANSIÇÃO MN	41	15	14	52	54	54	87	44	13	78	41	50	**45,3 B**
SAF ST- MÉDIA DIVERSIDADE	43	26	28	191	133	168	274	235	129	138	145	82	**132,7 A**
SAF FR - ALTA DIVERSIDADE	32	43	31	59	50	22	9	27	26	31	15	15	**30,0 B**
Média Geral	73,5	35,3	26,5	97,3	80,5	65,8	113,3	83,0	65,3	82,8	72,0	50,0	

Médias teste de Tukey a 5 % de probabilidade

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas agroflorestais de base agroecológica adotados pelos agricultores assentados do Pontal do Paranapanema possuem uma considerável riqueza de espécies e não necessitam de inputs externos ao sistema, evidenciando sustentabilidade energética pela pouca dependência aos recursos externos, além de ostentar muitas possibilidades de geração de renda aos assentados, assim como favorecem o fortalecimento da segurança alimentar das famílias por meio da diversificação produtiva, sendo que atualmente tem se mostrado como a principal alternativa tecnológica de base social e ecológica para a agricultura familiar desenvolvida nos assentamentos rurais da região do Pontal do Paranapanema.

Quando comparou-se o sistema convencional com os demais sistemas que possuem maior diversidade (SAFs), verificou-se uma tendência crescente de diminuição da incidência da principal praga do cafeeiro, o bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) na medida que se aumentava a diversidade dos agroecossistemas.

Inicialmente, pôde-se verificar menor ocorrência da praga no agroecossistema que se encontra em transição agroecológica e possui diversidade somente no entorno do sistema, com a prensença de quebra-ventos arbustivos e arbóreos. Logo em seguida, o sistema agroflorestal com média diversidade, ou seja, o tratamento que possui diversidade dentro do sistema, apresentou menores índices de ataque do que os tratamentos do sistema convencional de manejo (monocultura de café) e sistema em transição (simplificado com quebra-ventos no entorno), durante os 14 meses de avaliação.

Validando ainda mais a hipótese estabelecida na tese (quanto mais diversidade presente nos agroecossistemas menor seria o ataque da praga), verificou-se menor incidência do bicho-mineiro no sistema agroflorestal de alta diversidade (SAF FR), quando comparado com todos os demais tratamentos que apresentavam menor diversidade biológica.

Quando se analisou o controle biológico da praga realizado por vespas predadoras (Hymenoptera) obteve-se maior frequência e efetividade do controle do bicho-mineiro nos sistemas agroflorestais (SAF FR e SAF JM). Acredita-se que o controle biológico realizado principalmente pelas vespas predadoras (Vespidae) tenha sido um dos principais responsáveis pela diminuição da infestação da praga nos agroecossistemas diversificados. Ao mesmo tempo, se não houvesse um diversidade vegetal suficiente nos agroecossistemas para fornecer alimentos secundários e abrigo aos inimigos naturais, provavelmente esses não teriam tanta efetividade no controle da praga.

Dentre os principais fatores positivos dos sistemas agroflorestais pode-se citar a robustez e a boa resiliência que expressam, quando comparados com os sistemas produtivos

convencionais de manejo (intensivos em agroquímicos e máquinas). Na pesquisa verificou-se que os agroecossistemas dotados de alta complexidade biológica (os SAFs) conseguiram responder às pressões causadas pela principal praga do café, não sendo afetado também pela geada que ocorreu em meados de 2011, evidenciando que a biodiversidade torna os sistemas produtivos mais resilientes, confiáveis, robustos e produtivos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E.L. **Diversidade vegetal:** uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 68 p. (Documentos, 177).

AGUIAR-MENEZES, E.L. de; SANTOS, C.M.S.; RESENDE, A.L.S.; SOUZA, S.A.S.; COSTA, J.R.; RICCI, M.S.F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 34 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 24).

ALTIERI, M. **Agroecologia:** as bases científicas da agricultura alternativa. 2. ed. Rio de Janeiro: PTA; FASE, 1989. 240 p.

_____. Bases agroecologicas para uma produccion agricola sustentable. **Agricultura Tecnica,** Santiago, v. 54, n. 4, p. 371-386, oct./dic. 1994.

_____. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdan, v. 74, p. 19-31, 1999.

_____. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

_____. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. 400 p.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Agroecologia:** teoría y práctica para una agricultura sustentable. México: PNUMA; Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, 2000. 250 p.

ALTIERI, M.A. **Agroecologia:** a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000. 110 p.

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. **Disenõs agroecológicos:** para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica em agroecossistemas. Medellín: Sociedad Científica Latino Americana de Agroecologia, 2010. 80 p.

ALTIERI, M.A.; ANDERSON, M.K.; MERRICK, L.C. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. **Conservation Biology**, New York, v. 1, p. 49-58, 1987.

ALTIERI, M.A.; LETOURNEAU, D.K.; DAVIS, J.R. Developing sustainable agroecosystems. **Bioscience,** Washington, v.33, p.45-49, 1983.

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I.; MONTALBA, R. El papel de la biodiversidad em la agricultura campesina en America Latina. **Revista de Agroecologia (LEISA)**, Peru, v. 30, n. 1, p. 5-8, 2014.

ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas.** Ribeirão Preto: Editora Holos, 2003. 268 p.

ALVARENGA, M.I.N.; MARTINS, M.; PAULA, M.B. de. Manejo ecológico da propriedade cafeeira orgânica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 21-31, jan./abr. 2002.

AMARAL, D.S.; VENZON, M.; PALLINI, A.; LIMA, P.C.; SOUZA, O. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 4, p. 543-548, 2010.

AMARAL, D.S.S.L.; VENZON, M.; PALLINI, A.; LIMA, P.C. de; SOUZA, O.F.F. de; SANTOS, I.C. Diversificação da vegetação como estratégia para o manejo ecológico de pragas do cafeeiro em sistemas orgânicos de produção. In: SEMINÁRIO MINEIRO DE AGRICULTURA FAMILIAR, AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, 1., 2004, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2004. 1 CD-ROM.

ANDOW, D.A. Vegetaional diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 36, p. 561-586, 1991.

ASSIS, R.L. de. **Agroecologia no Brasil:** análise do processo de difusão e perspectivas. 2002. 173 p. Tese (Doutorado em Sociedade e Agricultura) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

_____. **Agricultura orgânica e agroecologia:** questões conceituais e processo de conversão. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 35 p. (Documentos, 196).

ATLAS interativo do Pontal do Paranapanema. Disponível em: <http://www.multimidia. prudente.unesp.br/atlaspontal> Acesso em: 29 jan. 2009.

AZEVEDO, M.S.F.R. de; LIMA, P.C. de. ESPINDOLA, J.A.A.; MOURA, W.M. de. Conversão de cafezais convencionais em orgânicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 53-61, jan./abr.2002.

AYRES, E.C.B. **Inovações agroecológicas:** um estudo de caso sobre sistemas agroflorestais no Alto Jequitinhonha-MG. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

BAGGEN, L.R.; GURR, G.M.; MEATS, A. Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. **Entomologia Experimentalis et Aplicada,** Dordrecht, v. 91, n.1, p. 155-161, 1999.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecology:** from individuals to ecosystems. London: Blackwell, 2006. 714 p.

BORGES FILHO, E.L. **Da redução de insumos agrícolas à agroecologia: a trajetória das pesquisas com práticas agrícolas mais ecológicas na EMBRAPA.** 2005. 279 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. PROBIO: dez anos de atuação. In: _____. **O PROBIO e a problemática da biodiversidade**. Brasília, 2006a. p. 7-12.

_____. Ministério da Agricultura e Pecuária. **AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos fitossanitários).** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>. Acesso em: 20 nov. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto PDA Mata Atlântica.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 25 mar. 2014.

BUREL, F.; BAUDRY, J.; BUTET, A.; CLERGEAU, P.; DELETTRE, Y.; LE COEUR, D.; DUBS, F.; MORVAN, N.; PAILLAT, G.; PETIT, S.; THENAIL, C.; BRUNEL, E.; LEFEUVRE, J. C. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. **Acta Oecologica**, Oxford, v. 19, p. 47-60, 1998.

CAMARGO, R. de; JÚNIOR TELLES, A.Q. de. **O café no Brasil.** Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1953. v. 1, 523 p. (Série Estudos Brasileiros, 4).

CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, G.T.A.; NÓBREGA, P.O; VIEIRA, A.L.M.; FRANCO, A.A; REZENDE, A.S. Implantação e manejo de saf´s na Mata Atlântica: a experiência da Embrapa Agrobiologia. In: GAMA RODRIGEUS, A.C.; BARROS, N. F. de; GAMA RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M.S.M.; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. de. **Sistemas agroflorestais:** bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. p. 33-52.

CAPORAL, F.R.; COSTABEBER, J.A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: conceitos de agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 13-16, abr./jun. 2002a.

_____. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável,** Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 70-85, jul./set. 2002b.

_____. **Agroecologia e extensão rural:** contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Brasília: MDA; SAF; DATER, 2007. 166 p.

CARAMORI, P.H; KHATOUNIAN, C.A; MORAIS, H; LEAL, A.C; HUGO, R.G; ANDROCIOLI FILHO, A. Arborização de cafezais e aspectos climatológicos. In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Edição UESB, 2004. p. 21-42.

CARVALHO, V.L.; CHALFOUN, S.M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, p. 27-35, 1998.

CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA. Disponível em: <http://www.cdb.gov.br>. Acesso em: 20 mar. 2007.

CHALFOUN, S.M. Eficiência dos produtos Verdadero 20 GR e 600 WG (Cyproconazole e Thiamethoxan) aplicados isoladamente ou em associação com aplicações foliares no controle

da ferrugem do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro: MARA; PROCAFE; DECAFE, 2004. p. 226-227.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café/ safra 2012 (Quarta estimativa)**. 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 08 jan. 2014.

CONCEIÇÃO, C.H.C. **Biologia, dano e controle do bicho-mineiro em cultivares de café arábica.** 2005. 86 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Instituto Agronômico, Campinas, 2005.

CONNELL, J.H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animal and in rain Forest trees. In: DEN BOEN, P.J; GRADWELL, P.R. (Ed.). **Dynamics of populations**. Wageningen: Ed. Pudoc, 1971.p. 298-312.

CORSON, W.H. **Manual global de ecologia.** São Paulo: Ed. Augustus, 1993. 413 p.

COSTA, A.J.V.; WIZNIEWSKY, J.G. História ambiental agrária: uma reflexão sobre o espaço rural brasileiro. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiania, v. 30, n. 1, p. 35-49, 2010.

COSTA, M.B.B. Estresse ambiental nos trópicos: um problema agravado pelo homem? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL, 1995, Belo Horizonte. **O milho em perspectiva.** Belo Horizonte: EMBRAPA, CNPMS; CYMMIT/UNDP, 1995. p. 43-49.

DAMATTA, F.M. Fisiologia do cafeeiro em sistemas arborizados. In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: Edição UESB, 2004. p. 85-119.

DEAN, W. **A ferro e fogo:** a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira. 3. ed. São Paulo: Companhia da Letras, 1997. 484 p.

DOLL, J. Idosos do campo. In: CALDART. R.S., PEREIRA, I.B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Org.). **Dicionário da educação do campo.** Rio de Janeiro; São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. p. 405–412.

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

EHLERS, E. **Agricultura sustentável:** origens e perspectivas de um novo paradigma. 2. ed. Guaíba: Editora Agropecuária, 1999. 157 p.

ECOSITE. **Biodiversidade**. Disponível em: <http://www.ecosite.bio.br/biodiversidade.htm>. Acesso em: 15 mar. 2007.

EMBRAPA. **Marco referencial em agroecologia.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 70 p.

FAHL, J.I.; CARRELLI, M.L.C. Influência do sombreamento nas características fisiológicas envolvidas no crescimento de espécies de *Coffea*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAFÉ ADENSADO, nº 1, 1994, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 1994. p. 289-290.

FARREL, J.G.; ALTIERI, M.A. Sistemas agroflorestais. In: ALTIERI, M.A. (Org.). **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo; Rio de Janeiro: Ed. Expressão Popular, 2012. p. 281-304.

FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A.M. de; ASSIS, R.L. **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 49–70.

FERNANDES, E.C.N. Agrofloresta para produtividade e sustentabilidade de paisagens ou/e paisagens sustentáveis face a mudança climática. In: GAMA RODRIGUES, A.C.; BARROS, N. F. de; GAMA RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M.S.M.; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. de. **Sistemas agroflorestais:** bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. p.15-31.

FERNANDES, L.G. **Diversidade de inimigos naturais de pragas do cafeeiro em diferentes sistemas de cultivo.** 2013. 192 p. Tese (Doutorado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FERRARI LEITE, J. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. 1981. 256 p. Tese (Livre Docência) – Instituto de Planejamento e Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 1981.

FERRAZ, J.M.G. **A insustentabilidade da revolução verde.** Jaguariuna: EMBRAPA Meio Ambiente, 1999. 26 p. (Informativo, 26).

FRAGOSO, D.B.; JUSSELINO, P.F.; PALLINI, A.F.; BADJI, A.C. Action of organophosphate insecticides used to control *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidotera: Lyonetiidae) on the predator mite *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, p. 463-467, 2002.

FRANCO, F.S. **Sistemas agroflorestais:** uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 160 p.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 238 p.

GALETI, P.A. **Pelos caminhos do café**. Campinas: CATI, 2004. 178 p.

GALLO, D.; NAKANO, O. ; SILVEIRA NETO, S. ; CARVALHO, R.P.L. ; GILBERTO, G.C. de ; BERTI FILHO, E. ; PARRA, J.R.P. ; ZUCCHI, R.A. ; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D. ; MARCHINI, L.C. ; LOPES, J.R.S. ; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GEORGHIOU, G.P. Insect resistance and prospects for its management. **Residue Reviews**, Nova York, v. 76, p. 131-145, 1980.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.

GONÇALVES, W.; PARRA, J.R.P.; PRECETTI, A.A.C. Parasitos e predadores de Perileucoptera coffeella(Guerin- Meneville, 1842) em três regiões do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRAS, 6., 1978, Ribeirão Preto. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC; GERCA, 1978. p. 272-274.

GUEDES, R.N.C. Resistência de insetos a inseticidas. In: ENCONTRO SOBRE MANEJO DE DOENÇAS E PRAGAS, 1., 1999. Viçosa: UFV, 1999. p. 101-107.

GURR, G.M.; WRATTEN, S.D.; LUNA, J.M. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Appied Ecology,** Oxford, v. 4, p. 107-116, 2003.

GUZMÁN, E.S. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da agroecologia. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, n.4, p. 35-45, 2001.

_____. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável. In: AQUINO, A.M. de; ASSIS, R.L. **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa, Informação Tecnológica, 2005. p. 101-132.

HAGGAR, J.P.; SCHIBILI, C.; STAVER, C. Como manejar árboles de sombra em cafetales. **Agroforesteria en las Américas**, Turrialba, v. 8, n. 29, p. 32-36, 2001.

HEREDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRA, M.; CINTRÃO, R.; LEITE, S.P. Análise dos impactos regionais da reforma agrária no Brasil. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, n. 18, p. 73-111, 2002.

HOWARD, S.A. **Um testamento agrícola.** São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2007. 360 p.

IAMAMOTO, A.V.T. **Agroecologia e desenvolvimento rural.** 2005. 79 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

INSTITUTO DE TERRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pontal Verde:** plano de recuperação ambiental nos assentamentos do Pontal do Paranapanema. São Paulo, 1999. 80 p. (ITESP. Cadernos, 2).

_____. **Pontal Verde:** plano de recuperação ambiental nos assentamentos do Pontal do Paranapanema. São Paulo, 2001. 80 p. (ITESP. Cadernos, 2).

INSTITUTO FLORESTAL. **Plano de manejo (Parque Estadual Morro do Diabo).** Santa Cruz do Rio Pardo: Ed. Viena, 2006. 311 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS. **Projetos do Instituto de Pesquisas Ecológicas:** Pontal do Paranapanema. 2014. Disponível em: <http://www.ipê.org.br>. Acesso em: 15 mar. 2014.

JANZEN, D.H. Herbivores and the number of trees species in tropical forests. **The American Naturalist**, Chicago, v. 104, p. 501-528, 1970.

JESUS, E.L.de. Diferentes abordagens de agricultura não-convencional: história e filosofia. In: AQUINO, A.M. de, ASSIS, R.L. de. (Org). **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 517.

KAGEYAMA, P.Y. A Biodiversidade como ferramenta na construção de agroecossistemas. In: CONGRESSO DE BOTÂNICA, n. 17, 2008, São Paulo. **Anais...** Guarulhos, 2008. 10 p.

KHATOUNIAN, C.A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

_____. Cafeicultura a pleno sol supera o vantajoso sistema agroflorestal. **Visão Agrícola,** Piracicaba, ano 8, n. 12, p. 85-87, jan./jul. 2013.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KOLLING, E.J.; VARGAS, M.C.; CALDART, R.S. MST e educação. In: CALDART, R.S.; PEREIRA, I.B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Org.). **Dicionário da educação do campo.** Rio de Janeiro; São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. p. 502-509.

LANDIS, D.A.; WRATTEN S. D.; GURR, G.M. Habitat management to conserve natura enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 45, p. 175-201, 2000.

LANDIS, W.G.; YU, M.H. **Introduction to environmental toxicology:** impacts of chemicals upon ecological systems. Boca Raton: Lewis, 1999. 390 p.

LEFF, H. **Ecologia, capital e cultura:** racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável. Blumenau: Edifurb, 2000. 373 p.

LEITE, J.F. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: Hucitec, 1998. 252 p.

LIEBMAN, N. Sistemas de policultivos. In: ALTIERI, M. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. Rio de Janeiro; São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. p. 221-240.

LIMA, J.F. Restauração da paisagem do assentamento tucano através de sistemas agroflorestais. **Sintonia**, Presidente Venceslau, ano 2, n. 1, p. 88-103, 2003.

LIMA, J.F.; GOMES, H.B.; CULLEN Jr., L.; BELTRAME, T.P.; RODELLO, C.M. Café com floresta: interligando a paisagem fragmentada no Pontal do Paranapanema – SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1.; SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA 4.; SEMINÁRIO ESTADUAL SOBRE AGROECOLOGIA, 5., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABA, 2003. 4 p.

LOPES, P.R. **Caracterização da incidência e evolução de pragas e doenças em agroecossistemas cafeeiros sob diferentes manejos.** 2009. 203 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

LOPES, P.R.; COSTA, M.B.B.; GAVIOLLI, F.; DE GASPARI, L. Extensão rural e pesquisa nos assentamentos Monte Alegre e Horto Guarani. In: SIMPÓSIO SOBRE REFORMA AGRÁRIA E ASSENTAMENTOS RURAIS, 3., 2008, Araraquara. **Anais**... Araraquara: Nupedor, 2008. 1 CD–ROM.

MACEDO, R.L.G.; CAMARGO, I.P. Sistemas agroflorestais no contexto do desenvolvimento sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1.,1994, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: EMBRAPA, CNPF, 1994. p. 43-49.

MARQUES, J.F., SKORUPA, L.A.; FERRAZ, J.M.G. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 2003. 140 p.

MARTINE, G.; BESCOW, P.R. O modelo, os instrumentos e as transformações na estrutura de produção agrícola. In: MARTINE, G.; GARCIA, R.C. (Coord.). **Os impactos sociais da modernização agrícola.** São Paulo: Caetés, 1987. p. 19-37.

MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S.; NEVES, Y.P.; JARAMILLO-BOTERO, C. Arborização de cafezais nas regiões Sudeste e Sul. In: MATSUMOTO, S.N. (Org.). **Arborização de cafezais no Brasil.** Vitória da Conquista: Edição UESB, 2004. p. 21-42.

MARTINEZ, P.H. **História ambiental no Brasil:** pesquisa e ensino. São Paulo: Cortez, 2006. 120 p.

MARTINS, M. **Caracterização de sistemas orgânicos de produção de café utilizados por agricultores familiares em Poço Fundo-MG.** 2003. 190 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura do café no Brasil:** novo manual de recomendações. Varginha: MAPA; PROCAFÉ; Fundação Procafé, 2005. 434 p.

MELO, T.L.; CASTELANI, M.A.; NASCIMENTO, M.L.; JUNIOR MENEZES, A.O.; FERREIRA, G.F.P.; LEMOS, O.L. Comunidades de parasitoide de *Leucoptera coffeella* em cafeeiros nas regiões oeste e sudoeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 966-972, 2007.

MENESES, E.L.; MENESES, E.B. Bases ecológicas das interações entre insetos e plantas no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: AQUINO, A.M. de; ASSIS, R.L. **Agroecologia:** princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 325-339

MILLER, R.P; PEDROSO, M.S.C. O estado da arte de sistemas agroflorestais na região Centro-Oeste: cerrado e portal da Amazônia. In: GAMA RODRIGUES, A.C.; BARROS, N. F. de; GAMA RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M.S.M.; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. de. **Sistemas agroflorestais:** bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais. 2006. p. 53-64.

MENDES, J.E.T. O sombreamento e os cafezais paulistas. **Boletim da Superintendência a Serviço da Cafeicultura,** São Paulo, v. 19, n. 205, p. 257-267, 1944.

MILLER, R.P. Construindo a complexidade: o encontro de paradigmas agroflorestais. In: PORRO, R. **Alternativa agroflorestal na Amazônia em transformação**. Brasília: Embrapa e Formação Tecnológica, 2009. p. 537-557.

NEVES, Y.P. **Crescimento e produção de *Coffea arabica,* fertilidade do solo e retenção de umidade em sistemas agroflorestais.** 2001. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MONTEIRO, R.W.; MARQUES, J.R.B. **Consorciação:** a saída para modernização de sistemas de exploração agrícola na região cacaueira. Disponível em: http://www.ceplac.gov.br/radar/consorciacao.htm>. Acesso em: 18 mar. 2007.

MOREIRA, C.F. **Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional.** 2009. 145 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MURTA, A.F.; KER, F.T.O.; COSTA, D.B.; ESPÍRITO-SANTO, M.M.; FARIA, M.L. Efeitos de remanescentes de Mata Atlântica no controle biológico de *Euselasia apisaon* (Dahman) (Lepidoptera: Riodinidae) por *Trichogramma maxacalii* (Voegelé e Pointel) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 37, p. 229-232, 2008.

NAIR, P.K.R. **Introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. 499 p.

NEVES, Y.P. **Crescimento e produção de *Coffea arabica,* fertilidade do solo e retenção de umidade em sistemas agroflorestais.** 2001. 67 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

ODALIA-RÍMOLI, A.; ARRUDA, E.J.; RÍMOLI, J.; BUENO, N.R.; COSTA, R.B. Biodiversidade, biotecnología e conservação genética e desenvolvimento local. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 21-30, set. 2000.

OLIVIERA, A. A.S. **Estrutura e dinâmica de crescimento da cafeicultura em Minas Gerais, 1990 a 2006.** 2007. 81 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

OLSON, R.K.; FRANCIS, C.A. A hierarchical framework for evaluating diversity in agroecosystems. In: OLSON, R.K.; FRANCIS, C.A.; KAFFKA, S. (Ed.). **Exploring the role of diversity in sustainable agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 5-34.

PARRA, J.R.P.; REIS, P.R.P. Manejo integrado para as principais pragas da cafeicultura no Brasil. **Visão Agrícola,** Piracicaba, ano 8, n. 12, p. 47-50, jan./jul. 2013.

PAULINI, A.E.; MIGUEL, A.E.; MANSK, Z. Efeito de fungicidas sobre o aumento da população do ácaro-vermelho *Oligonychus* (O). ilicis (Mc Gregor, 1919) em cafeeiros. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC; GERCA, 1975. p. 38-40.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada:** práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 86 p.
PEDINI, S. A produção de café orgânico. **Boletim Agro-ecológico,** Botucatu, v. 2, n. 9, p. 7-8, nov. 1998. Disponível em: <www.guiabioagri.com.br>. Acesso em: 11 fev. 2006.

PENEIREIRO, F.M.; RODRIGUES, F.Q.; BRILHANTE, M.O,; LEDEWIGS, T. **Apostila do educador agroflorestal:** introdução aos sistemas agroflorestais: um guia técnico. Rio Branco: UFAC, [s. d.]. Disponível em: <http://www.agrofloresta.net/artigos/apostila_do_educador_agroflorestal-arboreto.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2007.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000. 110 p.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; LIMA, D.F.B.; REMPEL, C. Efeito da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistema de informação geográficas e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., Goiânia, 2005. **Anais...** Goiania: INPE, 2005. p. 2339-2346.

PERFECTO, I.; VANDERMEER J.; PHILPOTT, S.M. Complejidad ecológica y e control de plagas em um cafetal orgânico: develando un servicio ecossistêmico autónomo. **Agrocología**, Murcia, v. 5, n.1, p. 43-55, 2010.

PETERSEN, P. Agriculturas alternativas. In: FRIGOTO, G.; PEREIRA, I.B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Org.). **Dicionário da educação do campo**. Rio de Janeiro; São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2012. p. 42-48.

PIELOU, E.C. **The interpretation of ecological data:** a primer on classification and ordination. New York: John Wiley, 1984. 263 p.

PIMENTEL, D. Energy flow in agroecosystems. In: LOWRANCE, R.; STINNER, B.R.; HOUSE, G.F. (Ed.). **Agricultural ecosystems:** unifying concepts. New York: John Wiley, 1984. p. 121-132.

PRADO JÚNIOR, C. **História econômica do Brasil**. 10. ed. São Paulo: Brasiliense, 1967. 340 p.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, 2001. 327 p.

PRIMAVESI, A.M. **Agroecologia:** ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel, 1997. 199 p.

PULZ, C.E. Insetos: a importância do equilíbrio em um pomar cítrico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Guarapari, v. 2, n. 1, p. 82-86, fev. 2007. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 13., 2007, Guarapari.

REIS, P.R.; SOUZA, J.C.; VENZON, M. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, p. 84-99, jan./abr. 2002.

RENA, A.B.; MALAVOLTA, E. ; ROCHA, M. ; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. 447 p.

RICKLEFS, R. **Economia da natureza**. 5ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996. 572 p.

RICKETTS, T.H.; DAILY, G.C.; EHRLICH, P.R.; MICHENER, C.D. Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 101, n. 34, p. 12579-12582, Aug. 2004.

RIGHI, C.A.; BERNARDES, M.S.; LUNZ, A.M.P.; PEREIRA, C.R.; DOURADO NETO, D.; FAVARIN, J.L. Measurement and simulation of solar radiation availability in relation to the growth of coffee plants in an agroforesty system with rubber trees. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 195-207, 2007.

RINCÓN, M.B.N.; SOUZA, B. **Insectos benéficos :** guia para su identificación. México: Instituo Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuárias, 2010. 74 p.

RODRIGUES, A.C. **Sistemas agroflorestais.** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. 180 p.

ROMEIRO, A.R. Agricultura sustentável, tecnologia e desenvolvimento rural. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, v. 3,n. 12,p. 34-42, 1996.

_____. **Meio ambiente e dinâmica de inovações na agricultura**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 1998. 277 p.

ROBBS, C.F.; AKIBA, F.; KINAMURA, O.; PAULINI, A.E. Microorganismos associados à epizootias de lagartas de *Perileucoptera coffeella*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4., 1976, Caxambu. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC; GERCA, 1976. p. 45.

ROOT, R.B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs,** Nova York, v. 43, p. 95-114, 1973.

ROSADO, M.C. **Plantas favoráveis a agentes de controle biológico.** 2007. 51 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SANTANA, D.P. **A agricultura e o desafio do conhecimento sustentável.** Sete Lagoas: Embrapa, 2005. 18 p. (Comunicado Técnico, 132).

SANTOS, J.D.; SOBRAL, J.P.; LE MUAL, N.F.; MELO, C.V.; KAGEYAMA, P.Y. Gestão sustentável do agroecossistema e da paisagem: assentamentos rurais na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 4162-4165, nov. 2009.

SANTOS, R.H.S.; MENDONÇA, E.S. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecologia. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 5-8, 2001.

SCARPELLINI, R.J. Thiamethoxan e Cyproconazole no controle de bicho-mineiro e ferrugem, analise de custo e produtividade em cafeeiros de Franca - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: Varginha, Procafé, 2004. p. 149-151.

SCHLINDWEIN, M.N. **Fundamentos de ecologia para o turismo:** introdução aos conceitos básicos em Ecologia voltados ao planejamento de atividades turísticas sustentáveis. São Carlos: EDUFScar, 2009. 102 p.

SHEEHAN, W. Response by specialist and generalist natural enemies to agroecossystem diversification: a selective review. **Environmental Entomology**, Annapolis, MD, v. 15, p. 456-461, 1986.

SILVA, A.A.; FERNANDES, B.M.; VALENCIANO, R.C. **Relatório de Impactos Socioterritoriais (RIST):** desenvolvimento territorial e políticas públicas no Pontal do Paranapanema. Presidente Prudente: UNESP, 2006. 376 p.

SILVA, L.F. **A cafeicultura brasileira no modelo tecnológico produtivista:** 1960-90. 1994. 95 p. Dissertação (Mestrado em Política científica e Tecnológica) – Instiuto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

SIQUEIRA, E.R.; BOLFE, E.L.; BOLFE, A.P.F.; TRINDADE NETO, I.Q.; TAVARES, E.D. Estado da arte dos sistemas agroflorestais no Nordeste do Brasil. In: GAMA RODRIGUES, A.C.; FREITAS, M.S.M.; VIANA, A.P.; JASMIN, J.M.; MARCIANO, C.R.; CARNEIRO, J.G.A. de. **Sistemas agroflorestais:** bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2006. p. 53-64.

SKORUPA, A.L.A.M.; GUILHERME, L.R.G.; CURI, N.; SILVA, C.P.C.; SCOLFORO, J.R.S.; SÁ, J.J.G. de; MARQUES, M. Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, p. 11-22, 2012.

SOTO-PINTO, L.; PERFECTO, I.; HERNANDEZ, J.C.; NIETO, J.C. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. **Agriculture, Ecosystems and Environmetal**, Amsterdam, v. 80, p. 61-69, 2000.

SOUZA, J.C.; REIS, P.R. **Broca do café:** histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1996. 40 p. (Boletim Técnico, 50).

SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; RIGITANO, R.L.O. **Bicho-mineiro do cafeeiro:** biologia, danos e manejo integrado. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48p. (Boletim Técnico, 54).

SOUZA, J.C.de; BERTI FILHO, E.; REIS, P.R. Levantamento, identificação e eficiência dos parasitos e predadores do bicho-mineiro das folhas do cafeeiro, *Peileucoptera coffeella* (Guérin-Meneville, 1842) (Lepidoptera Lyonetiidae) no Estado de Minas Gerais. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC; GERCA, 1980. p. 121-122.

SOUZA, M.C.M. de. **Cafés sustentáveis e denominação de origem:** a certificação de qualidade na diferenciação de cafés orgânicos, sombreados e solidários. 2006. 177 p. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – FEA, Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, Oxford, v. 16, p. 284-307, 1935.

TEIXEIRA, J.C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros,** Três Lagoas, v. 2, n. 2, p. 21-42, set. 2005.

THACKER, J.R.M. **An introduction to arthropod pest control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 343 p.

THIES, C.; STEFFAN-DEWENTER, I.; TSCHARNTKE, T. Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. **Oikos,** Lund**,** v. 101, p. 18-25, 2003.

THIOLENT, M. **Metodologia de pesquisa–ação**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2000. 108 p.

TOMAS, F.L. **A influência da biodiversidade florestal na ocorrência de insetos-praga e doenças em cultivos de tomate no município de Apiaí-SP.** 2010. 90 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

TURCO, P.H.N.; ESPERANCINI, M.S.T.; BUENO, O.C. de; CAIADO, J.; OLIVEIRA, M.D.M. Eficiência econômica no sistema de café orgânico: estudo de caso dos cooperados da COOPFAM. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 32-39, maio/jun. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Instituto de Biologia. **Fragmentação de habitats**. Disponível em: <http://www.biologia.ufrj.br/labs/lecp/frag.htm>. Acesso em: 15 mar. 2007.

VALLADARES-PADUA, C.; CULLEN Jr, L. Distribution, abundance and minimum viable metapopulation of the black Lion tamarin (*Leontopithecus Chrysopygus*). Wildlife Preservation, Trusts. 1995, p. 80-88.

VALLADARES-PADUA, C.; PADUA, S.M.; CULLEN Jr., L. Within and surrounding the Morro do Diabo State Park: biological value, conflicts, mitigation and sustainable development alternatives. **Environmental Science and Policy,** Oxford, v. 5 n.1, p. 69-78, 2002.

VALLADARES-PÁDUA, C.; PADUA, S.M.; CULLEN Jr., L. Módulos agroflorestais na conservação de fragmentos florestais da Mata Atlântica. **Revista Experiências PDA**, Brasília, n. 2, p. 7-33, 2002.

VEIGA, J.E.da. A agricultura no mundo moderno: diagnóstico e perspectivas. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). **Meio ambiente no século XXI:** 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 199-213.

VENZON, M.; TUELHER, E.S.; ALVARENGA, A.P.; PALLINI, A. Tecnologias alternativas para o controle de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, v. 26, p. 76-84, 2005.

VERDEJO, M.E. **Diagnóstico rural participativo**: guia prático DRP. Brasília: MDA, Secretaria da Agricultura Familiar, 2007. 62 p.

VILLATORO, M.A.A. **Matéria orgânica e indicadores biológicos da qualidade do solo na cultura do café sob manejo agroflorestal e orgânico**. 2004. 176 p. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2004.

VISÃO AGRÍCOLA. **Cafeicultura:** líder mundial, Brasil vive transição de modelos. Piracicaba: USP/ESALQ, 2013. ano 8, n. 12, jan./jul.

VIVAN, J.L. **Agricultura e floresta:** princípios de uma interação vital. Rio de Janeiro: AS-PTA; Editora Agropecuária, 1998. 206 p.