



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

**O PAPEL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DA  
QUALIDADE DO SOLO NO ASSENTAMENTO SEPÉ TIARAJÚ, SP, NA  
PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES.**

**ALEXANDRE DA COSTA JUNQUEIRA**

**Araras  
2012**



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

**O PAPEL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DA  
QUALIDADE DO SOLO NO ASSENTAMENTO SEPÉ TIARAJÚ, SP, NA  
PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES.**

**ALEXANDRE DA COSTA JUNQUEIRA**

**ORIENTADOR: PROF. Dr. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN**

**CO-ORIENTADOR: PROF. Dr. JOÃO CARLOS CANUTO**

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

**Araras**

**2012**

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

J95ps

Junqueira, Alexandre da Costa.

O papel dos sistemas agroflorestais na recuperação da qualidade do solo no assentamento Sepé Tiarajú, SP, na percepção dos agricultores / Alexandre da Costa Junqueira. -- São Carlos : UFSCar, 2012.  
168 f.

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

1. Agroecologia. 2. Sustentabilidade. 3. Sistemas agroflorestais. 4. Indicadores de qualidade. 5. Solos - qualidade. I. Título.

CDD: 630 (20<sup>a</sup>)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE  
**ALEXANDRE DA COSTA JUNQUEIRA**  
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E  
DESENVOLVIMENTO RURAL, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS,  
**EM 25 DE MAIO DE 2012.**

BANCA EXAMINADORA:



---

PROF. DR. MARCELO NIVERT SCHLINDWEIN

ORIENTADOR  
PPGADR/UFSCar



---

PROF. DR. FERNANDO SILVEIRA FRANCO

PPGADR/UFSCar



---

PROF. DR. JOÃO ALBERTO DA SILVA SÉ

UNIARA/SP

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, em especial, que me deu essencial apoio em todos os momentos do desenvolvimento de meus trabalhos.

Aos meus orientadores e amigos, Dr. Marcelo Nivert Schlindwein e João Carlos Canuto, pelo rico aprendizado, pela grande colaboração e paciência.

Aos meus amigos e também orientadores, Luiz Octávio Ramos Filho, Henderson Nobre, Ana Cecília Gonçalves, Fabio Schwab, Gizelia Ferreira, Tatiane de Jesus, Maíra Lemoal, Ana Laura, pela amizade e pelas discussões que me apoiaram, incentivaram e desempenharam essencial papel no meu aprendizado.

À equipe de pesquisadores, técnicos e estagiários do núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente pelo apoio.

À Fernando Silveira Franco e João Alberto da Silva Sé por aceitar fazer parte de minha banca de defesa.

Aos professores do PPGADR pelo aprendizado.

À secretaria do PPGADR Claudia Junqueira pela ajuda.

Em especial, aos agricultores do assentamento Sepé Tiaraju Sr. José Pedro e Sr<sup>a</sup>. Vera Lúcia, Sr. Dirceu e família, Sr. Antônio Constantino e Sr<sup>a</sup>. Cleni e família, Sr. Firmino e Família, Sr<sup>a</sup>. Mônica e família, Sr<sup>a</sup>. Maria Felicidade e Sr. Falcão, Sr. Ronaldo e família, Sr<sup>a</sup>. Maura e Sr. Carlos, Sr. Paulo e Sr<sup>a</sup>. Leidinalva, Sr. Alexandre e Sr<sup>a</sup>. Madalena e família, Sr. Agnaldo, Sr. Elias, Sr<sup>a</sup>. Arlinda e Sr. Júlio e família, Irmã Eva e Irmã Vera, Sr. Hemes, Sr. Geovane e Sr. Maria, pelo exemplo de luta e amor pela terra, pelo rico aprendizado, por me receberem e abrirem espaço em suas vidas para a realização deste trabalho.

À todos e todas que contribuíram de forma direta e indireta.

## SUMÁRIO

	Página
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	7
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	8
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	9
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	11
<b>RESUMO</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	13
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. REVISÃO DA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1 Modernização conservadora da agricultura e degradação dos recursos naturais .....	16
2.2 Agroecologia e a construção da sustentabilidade .....	23
2.3 Sistemas agroflorestais e a qualidade dos solos.....	29
2.3.1 Solos: processo de formação e qualidade.....	29
2.3.2 Sistemas agroflorestais e conservação da qualidade do solo.....	33
2.4 Solos: indicadores de sustentabilidade na percepção dos agricultores .....	37
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	44
3.1 Processos históricos regionais .....	44
3.1.1 Processo de formação do Assentamento Sepé Tiaraju .....	49
3.2 Caracterização da Área de Estudo .....	52
3.3 As atividades de pesquisa e desenvolvimento no Assentamento Sepé Tiaraju.....	59
3.4 Caracterização dos sistemas agroflorestais analisados.....	67
3.5 Construção do roteiro semi-estruturado .....	68
3.6 Aplicação do roteiro a campo .....	70
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	71
4.1 Compactação .....	71
4.2 Erosão .....	83
4.3 Retenção de Umidade .....	89
4.4 Cor do Solo .....	98
4.5 Plantas Indicadoras .....	104
4.6 Crescimento, Desenvolvimento e Aspecto dos Cultivos .....	115
4.7 Produção dos Cultivos .....	122
4.8 Minhocas .....	129
4.9 Insetos e Outros Organismos .....	135
4.10 Pragas e Doenças .....	140
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	147
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	151
<b>ANEXOS</b> .....	164

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	Página
Anexo A. Alta diversidade de plantas em sistema agroflorestal do assentamento Sepé Tiaraju.....	164
Anexo B. Manejo de cobertura morta constante sobre o solo, utilizado nos SAFs do Sepé Tiaraju.....	165
Anexo C. Cultivos sombreados no Sepé Tiaraju.....	166
Anexo D. Frutos sadios produzidos nos SAFs do Sepé Tiaraju.....	167
Anexo E. Fauna associada aos SAFs do Sepé Tiaraju e controle de pragas.....	168

**ÍNDICE DE TABELAS**

	Página
Tabela 1. Diferenças estruturais e funcionais entre ecossistemas naturais e agroecossistemas.	27
Tabela 2. Alguns indicadores e respectivos procedimentos de avaliação aplicados por agricultores para avaliar a qualidade do solo.	42
Tabela 3. Caracterização física, estrutural e produtiva dos SAFs.	67
Tabela 4. Indicadores da qualidade do solo e seus respectivos parâmetros qualitativos utilizados no roteiro semi-estruturado no assentamento Sepé-Tiarajú, Serra Azul – SP.	69
Tabela 5. Algumas das espécies de plantas indicadoras de solos degradados e as respectivas condições que indicam citadas nos relatos do momento “Anterior”	107
Tabela 6. Algumas das espécies de plantas e as respectivas condições que indicam citadas nos relatos do momento “Atual”	109
Tabela 7. Aspectos produtivos e econômicos dos SAFs, relatados pelos dez agricultores entrevistados.	126
Tabela 8. Nomes populares das plantas cultivadas e manejadas relatadas pelos dez agricultores entrevistados.	128
Tabela 9. Tipos e grupos de organismos relatados pelos agricultores para os dois momentos.	137



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Sinais de compactação do solo apontados nos relatos no momento “Anterior”, entre os dez agricultores entrevistados.	72
Gráfico 2. Causas atribuídas à compactação do solo apontadas nos relatos para o momento “Anterior”.	77
Gráfico 3. Causas atribuídas à descompactação do solo apontadas nos relatos para o momento “Atual”.	80
Gráfico 4. Sinais de erosão do solo apontados nos relatos no momento “Anterior”.	84
Gráfico 5. Aspectos do controle do estado de erosão apontados nos relatos para o momento “Atual”.	86
Gráfico 6. Causas do controle da erosão do solo apontadas nos relatos para o momento “Atual”.	87
Gráfico 7. Aspectos do estado de retenção de umidade no solo apontados nos relatos para o momento “Anterior”.	89
Gráfico 8. Causas da menor retenção de umidade no solo apontadas nos relatos para o momento “Anterior”.	92
Gráfico 9. Aspectos relacionados ao estado de retenção de umidade apontados nos relatos para o momento “Atual”.	93
Gráfico 10. Causas para a melhoria na retenção de umidade no solo apontadas nos relatos para o momento “Atual”	94
Gráfico 11. Coloração do solo apontada nos relatos para o momento “Anterior”.	98
Gráfico 12. Coloração do solo apontada nos relatos para o momento “Atual”.	101
Gráfico 13. Causas da mudança de coloração do solo apontadas nos relatos para o momento “Atual”.	103
Gráfico 14. Plantas espontâneas indicadoras e outras plantas apontadas nos relatos para o momento “Anterior”.	104
Gráfico 15. Frequência de citação das plantas e a respectiva condição do solo para o momento “Anterior”.	106
Gráfico 16. Plantas espontâneas indicadoras e outras plantas apontadas nos relatos para o momento “Atual”.	108
Gráfico 17. Frequência de citação das plantas e a condição do solo que indicam entre as quinze plantas relatadas para o momento “Atual”.	111
Gráfico 18. Aspectos relacionados ao crescimento e desenvolvimento dos	115

cultivos apontados nos relatos para o momento “Anterior”.

Gráfico 19. Aspectos relacionados ao crescimento e desenvolvimento dos cultivos apontados nos relatos para o momento “Atual”. 117

Gráfico 20. Causas da melhoria do crescimento e desenvolvimento dos cultivos apontadas nos relatos para o momento “Atual”. 119

Gráfico 21. Aspectos relacionados á produção dos cultivos apontados nos relatos. 123

Gráfico 22. Causas do aumento da ocorrência de minhocas no solo apontadas nos relatos para o momento “Atual”. 131

Gráfico 23. Causas do aumento da ocorrência de organismos no solo e em outras partes do agroecossistema apontadas nos relatos para o momento “Atual”. 138

Gráfico 24. Aspectos relacionados ao controle de pragas/doenças apontados nos relatos. 141

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 01. Mapa de uso e ocupação do solo e núcleos de organização do assentamento Sepé Tiarajú no ano de 2003.....	53
Figura 02. Mapa do uso e ocupação do solo na área do Assentamento Sepé Tiaraju em 1962.....	55
Figura 03. Mapa do uso e ocupação do solo na área do Assentamento Sepé Tiaraju em 2003.....	56
Figura 04. Foto aérea do assentamento Sepé Tiarajú no ano de 1962.....	57
Figura 05. Foto aérea do assentamento Sepé Tiaraju no ano de 2003.....	58
Figura 06. Diagnóstico no lote do agricultor 10.....	62
Figura 07. Diagnóstico no lote do agricultor 1.....	62
Figura 08. Oficina de monitoramento e preparo do biofertilizante.....	65
Figura 09. Árvore de objetivos confeccionada de acordo com os objetivos elencados pelos agricultores na oficina de monitoramento.....	66
Figura 10. Sistema agroflorestal altamente biodiverso.....	164
Figura 11. Sistema agroflorestal altamente biodiverso em época de seca.....	164
Figura 12. Cobertura morta do solo com folhas, galhos e caules de cultivos agrícolas e árvores.....	165
Figura 13. “Palhada” mantida no pé de muda arbórea.....	165
Figura 14. Muda de frutífera protegida pelo sombreamento das árvores.....	166
Figura 15. Abacaxis cultivados na sombra da bananeira.....	166
Figura 16. Mamão cultivado na sombra das árvores.....	167
Figura 17. Abacaxi cultivado sombreado.....	167
Figura 18. Louva-a-deus encontrado em um SAF do Sepé Tiaraju.....	168
Figura 19. Ninho de pássaro encontrado em um SAF do Sepé Tiaraju.....	168

## **O PAPEL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO NO ASSENTAMENTO SEPÉ TIARAJÚ**

**Autor: ALEXANDRE DA COSTA JUNQUEIRA**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein**

**Co-orientador: Pesq. Dr. João Carlos Canuto**

### **RESUMO**

Os sistemas agroflorestais (SAFs) vêm constituindo-se em uma alternativa de produção agrícola que alia a produção de alimentos com a recuperação e conservação dos recursos naturais no assentamento Sepé-Tiarajú, primeiro assentamento na modalidade PDS (Projeto de Desenvolvimento Sustentável) no Estado de São Paulo e localizado na região canavieira de Ribeirão Preto (SP). Este trabalho objetiva avaliar os efeitos dos SAFs na qualidade do solo do assentamento, através de 10 indicadores qualitativos da qualidade do solo, comparando-se o momento anterior ao uso dos SAFs com o momento atual. Para isso foram realizadas entrevistas semi-estruturadas e analisados qualitativamente os relatos de 10 agricultores. Os dados obtidos mostram que os SAFs contribuíram para a descompactação do solo, controle de erosão, aumento de retenção de umidade, escurecimento do solo, aumento da ocorrência de plantas indicadoras de solos de boa qualidade, melhoria no crescimento, desenvolvimento, aspecto e produção dos cultivos, aumento da ocorrência de minhocas, insetos e outros organismos no solo e diminuição do ataque de pragas e doenças.

**PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, Sustentabilidade, Sistemas Agroflorestais, Indicadores Qualitativos, Qualidade do Solo.**

## **THE ROLE OF AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE RECOVERY OF SOIL QUALITY IN THE SEPÉ TIARAJU SETTLEMENT.**

**Author: ALEXANDRE DA COSTA JUNQUEIRA**

**Adviser: Prof. Dr. Marcelo Nivert Schlindwein**

**Co-adviser: Pesq. Dr. João Carlos Canuto**

### **ABSTRACT**

Agroforestry systems have been an alternative of agricultural production that combine food production with the recovery and conservation of the natural resources in the settlement Sepé-Tiarajú, first SDP (Sustainable Development Project) settlement in the State of São Paulo and located in the sugarcane region of Ribeirão Preto (SP). This study evaluates the effects of agroforestry systems on soil quality, using 10 qualitative indicators of soil quality, comparing the moment when there were no SAFs with the present moment. For this, semi-structured interviews were made and the reports of 10 farmers were analysed qualitatively. The results obtained showed that the SAFs contributed to reduce soil compaction, erosion control, increase of humidity retention, soil darkening, increased occurrence of indicator plants of good quality soil, improvement in growth, development, appearance and production of crops, increased occurrence of worms, insects and other organisms in soil and reduction of pest and diseases attacks.

**PALAVRAS-CHAVE: Agroecology, Sustainability, Agroforestry, Qualitative Indicators, Soil Quality.**

## 1. INTRODUÇÃO

A modernização agrícola no Brasil conservou a estrutura agrária latifundiária vigente durante séculos e alterou profundamente a estrutura das relações dentro da sociedade rural e urbana. Por trás de seus aumentos de rendimento e suas promessas de combate à fome mundial, as consequências adversas ambientais, sociais e culturais vêm colocando o desafio de construir alternativas que levem ao desenvolvimento rural sustentável em suas diversas dimensões.

As políticas de modernização do meio rural não direcionaram suas estratégias para o atendimento das necessidades das classes rurais menos capitalizadas. Neste contexto, a luta pelo cumprimento da função social da terra e a reforma agrária vêm sendo protagonizada por movimentos sociais compostos pelos segmentos sociais marginalizados pela modernização, entre eles assalariados rurais, agricultores familiares e desempregados rurais e urbanos.

Desde a década de 1980 a organização de assentamentos rurais se configura como importante conquista dos agricultores sem terra na busca por seus direitos de acesso a terra, meios de produção, trabalho e condições dignas de exercê-lo. Mas como experiências passadas já indicaram, seguir os mesmos moldes da agricultura convencional altamente tecnificada na construção destes espaços não leva à melhoria da qualidade de vida das famílias assentadas.

A herança de passivos ambientais deixados pelos latifúndios monocultores juntamente com as limitações econômicas, políticas e de infraestrutura que os assentamentos enfrentam atualmente, trazem a necessidade da construção de alternativas de produção agrícola que possam garantir a produção de alimentos saudáveis e também conservar os recursos naturais, frente às limitações impostas. Tal contexto vem estimulando movimentos sociais, pesquisadores, instituições governamentais e não governamentais a

buscarem a construção de alternativas de produção agrícola baseadas nos princípios da Agroecologia.

De acordo com Gliessman (2009), a ciência da Agroecologia pode guiar esta construção, pois se embasa nos conceitos e princípios ecológicos que regem a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas e na aplicação destes princípios e de métodos ecológicos no estudo, desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis. No entanto, a abrangência das contribuições da Agroecologia vai muito além de aspectos tecnológicos, agrônômicos e ecológicos dentro de uma unidade de produção. Fatores econômicos, políticos, culturais e sociais determinam igualmente a dinâmica rural e a Agroecologia se fundamenta na ação social coletiva para buscar garantir a construção do conhecimento e da sustentabilidade econômica e social dos sistemas de produção (CAPORAL & COSTABEBER, 2004; ALTIERI, 2002).

Experiência dessa busca está sendo construída no assentamento Sepé Tiarajú, primeiro na modalidade Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) criado no Estado de São Paulo, o qual visa à produção agrícola sustentável. Localizado na região canavieira de Ribeirão Preto, o assentamento conta com 80 famílias que enfrentaram o desafio da construção do assentamento aliando a organização cooperada de produção de alimentos livres de agrotóxicos com a gestão sustentável dos recursos naturais. Fruto de longo processo de discussão desde a época de acampamento, estes objetivos foram iniciativa das organizações de agricultores com apoio do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST, do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, do Ministério Público e outros órgãos e instituições.

No contexto deste desafio o objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição dos sistemas agroflorestais na promoção de mudanças na qualidade do solo no assentamento Sepé Tiaraju, analisando os relatos de agricultores através da observação sistemática de dez indicadores de qualidade de solos, sob a ótica metodológica qualitativa.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Modernização conservadora da agricultura e degradação dos recursos naturais.**

A modernização da agricultura, que modificou profundamente as bases técnicas da produção agropecuária na Europa Ocidental e nos Estados Unidos no final do século XIX, difundiu-se mais amplamente no Brasil a partir da década de 1960. Tal proposta de modernização da agricultura ganhou impulso com as teses conservadoras que negavam o caráter concentrador da estrutura fundiária e as relações sociais de trabalho degradantes como fatores de entrave ao desenvolvimento do meio rural brasileiro. Assim, a afirmação dos setores do governo proponentes desta modernização era de que esta promoveria o papel da agricultura no desenvolvimento econômico do país através do fornecimento de mão-de-obra, recursos e divisas para o setor industrial urbano (RAMOS FILHO & ALY JUNIOR, 2005).

O fortalecimento destas propostas conservadoras e a situação de exclusão e degradação social no meio rural vinham estimulando a resistência de movimentos sociais organizados, através da Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura (Contag) e do sindicalismo dos trabalhadores rurais, à opressão imposta pelos grandes proprietários e pelo Estado aos pequenos agricultores, desde a década de 1960. Mas, a partir do golpe de 1964, a ditadura coagiu o movimento a favor da reforma agrária, o qual se viu sufocado pela opressão do governo militar e sem espaço na agenda política do país. E em 1967, a criação do Sistema Nacional de Crédito Rural evidenciou o direcionamento do governo, o qual utilizou este sistema como principal estrutura pela qual o setor público financiava o processo de modernização conservadora da agricultura latifundiária (RAMOS FILHO & ALY JUNIOR, 2005).

A crise e o final da ditadura militar, na década de 1980, abriram espaço para a reorganização e criação de vários movimentos sociais. Movimentos como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) então



recolocaram na agenda de debates os anseios e reivindicações dos trabalhadores rurais. Esta parcela excluída vem, desde então, lutando por uma efetiva reforma agrária, pela diminuição da concentração de terra e renda nas mãos de grandes produtores e multinacionais e pelo acesso à terra e meios de produção (BERGAMASCO & NORDER, 2003; RAMOS FILHO & ALY JUNIOR, 2005).

As pressões sociais contra este modelo de modernização se constituem então como o reflexo da profunda crise sócio-ambiental, consequente da matriz tecnológica e da forma como foi implementada tal modernização no país (BERGAMASCO & NORDER, 2003; GLIESSMAN, 2009). Tal modernização, denominada “Revolução Verde”, constitui-se como parte de um processo que envolveu outras revoluções agrícolas desencadeadas por reestruturações econômicas e sociais do sistema capitalista no século XVI na Europa, as quais tiveram como catalisadores a busca por acumulação de capital, concentração de meios de produção e aumento da lucratividade (IAMAMOTO, 2005).

Tendo como objetivo apenas ganhos de produtividade e lucro, a “Revolução Verde” fundamentou suas estratégias em um pacote de insumos e práticas, entre elas o monocultivo de grande escala, cultivo intensivo e constante do solo com motomecanização, adubação com fertilizantes sintetizados industrialmente, irrigação intensa e constante, controle químico de pragas e doenças, e manipulação genética de cultivares (GLIESSMAN, 2009). No Brasil, este conjunto de tecnologias e práticas desenvolvido em ecossistemas temperados, foi implementado sem adequação à dinâmica ecológica e social dos biomas tropicais e subtropicais (PRIMAVESI, 2002).

Esta falta de atenção às dinâmicas locais e a visão reducionista e fragmentada da estrutura e funcionamento dos ecossistemas naturais, são os fatores principais que acabam por causar a degradação e quebrar a estabilidade destes sistemas ecológicos (LUTZENBERGER, 2001; ALTIERI, 2002; GLIESSMAN, 2009).

O monocultivo ou o cultivo de apenas uma espécie de planta, geralmente em grandes extensões de terra, desconstitui uma importante

propriedade estrutural que confere a estabilidade dos ecossistemas e agroecossistemas, ou seja, a diversidade de espécies vegetais e espécies animais associadas a esta (ALTIERI, 2002). Um ecossistema ou agroecossistema que tem boa estabilidade deve ser resistente à mudanças e deve se recuperar com facilidade de perturbações que ocorram em sua estrutura, sendo estas propriedades dependentes de intrincadas e complexas inter-relações entre uma grande diversidade de animais e plantas (BEGON *et al.*, 2007).

A ênfase em monocultivos traz a redução drástica desta importante biodiversidade de duas formas.

Por um lado, a supressão da vegetação natural e a conversão dos ecossistemas naturais em monocultivos causam a redução drástica da diversidade de espécies vegetais e animais nas regiões onde ocorre o plantio e a expansão das fronteiras agropecuárias. Como exemplos de devastação florestal no país, podemos citar algumas culturas. A soja que teve rápida expansão sobre áreas de Cerrado da região central do país e do bioma Amazônico, provocando o desmatamento de 1,2 milhões de hectares nestes biomas até 2004 (LUTZENBERGER, 2001; AMARAL *e. al.* 2005; SAKAMOTO, 2008).

O Pinus e Eucalipto que vêm avançando sobre os Pampas gaúchos, o Cerrado e a Mata Atlântica nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, tendo o Eucalipto expandido sua área de 2,96 milhões de hectares para 4,51 milhões de hectares entre 1999 e 2008 (EMBRAPA, 2003; EMBRAPA, 2010).

E a cana-de-açúcar, uma das que tem mais longo histórico de devastação, tendo sido cultivada de modo predatório desde o período colonial e com rápida expansão na década de 1970 com o programa Pró-Alcool. Segundo diagnósticos a expansão da área cultivada com cultura foi de 6,09 para 8,44 milhões de hectares entre 2006 e 2011, principalmente sobre áreas remanescentes de Cerrado, Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Caatinga e Pantanal (CONAB, 2005; CONAB, 2011; SAKAMOTO, 2010).

Por outro lado, a prática do cultivo de uma única espécie tem levado à redução da agrobiodiversidade. O histórico milenar da agricultura tradicional mostra que as comunidades tradicionais conseguiram ampliar o “leque” de espécies e variedades de plantas cultivadas das quais obtém alimentos, fibras e forragem. Além disso, potencializaram a produtividade destas plantas através de cruzamentos e da introdução de espécies silvestres no acervo de cultivos. Entretanto, a ênfase da agricultura pós-Revolução Verde na alta produtividade de monocultivos no curto prazo, provocou o desinteresse nos chamados cultivares crioulos e um estreitamento e uniformização da base genética das principais plantas cultivadas. A criação de plantas híbridas e transgênicas, com o objetivo de conferir características mais desejáveis de produtividade, em contrapartida, acaba levando à menor resistência e maior susceptibilidade a pragas e patógenos nas extensas áreas homogêneas (GLIESSMAN, 2009).

O comprometimento da estabilidade nestes sistemas de produção altamente simplificados gera a necessidade da aplicação das outras práticas e insumos componentes da matriz tecnológica convencional, a fim de manter a produtividade da planta cultivada em meio ao agroecossistema desequilibrado (GLIESSMAN, 2009).

Advindas dos baixos níveis de diversidade biológica presentes nos sistemas de produção convencionais, sérias limitações quanto à regulação ecológica de explosões populacionais de pragas, patógenos e ervas daninhas são um grande problema. Isto ocorre porque a baixa diversidade de plantas pode abrigar baixa diversidade de inimigos naturais (predadores, parasitóides e organismos entomopatogênicos), o que causa a ineficiência do controle de doenças e das populações de insetos praga. Outro fator que contribui para estas explosões populacionais em monocultivos é a ineficiência na utilização dos recursos e energia disponíveis (luz solar, água e nutrientes). A alta disponibilidade abre espaço para o aumento exponencial de populações de espécies que conseguem usar de forma mais eficiente tais recursos em abundância (ALTIERI, 2002; DUBOIS, 2006).

O desequilíbrio populacional acaba tornando necessária a prática da constante e intensa aplicação de agrotóxicos. Os cultivares transgênicos geralmente exigem esta prática integrada para promover uma boa produtividade e grandes quantidades de insumos químicos com toxicidade crescente são descarregadas nas lavouras. Estes compostos tóxicos acabam encontrando o seu sumidouro percolando no perfil do solo, escoando na superfície do solo e atingindo reservatórios superficiais e subterrâneos naturais de água, onde em seu caminho provocam a intoxicação da biota animal, vegetal e dos recursos hídricos dos quais estas se utilizam (GLIESSMAN, 2009).

O cultivo intensivo com rotações de curta duração e a falta de cobertura vegetal sobre o solo durante longos períodos no ano traz a necessidade de outra prática que tem grande impacto ambiental, principalmente sobre os recursos hídricos. Com a perda de umidade por evapotranspiração causada pela radiação solar no solo desnudo, a irrigação constante e intensa é aplicada durante períodos de pouca pluviosidade. Em grandes plantações isto significa que enormes volumes de água são bombeados de reservatórios subterrâneos e superficiais a uma velocidade, às vezes, superior à taxa de recarga pela chuva (GLIESSMAN, 2009).

Este fator de degradação, juntamente com a prática das queimadas que jogam enormes quantidades de gás carbônico e podem alterar o regime pluviométrico regional (SAKAMOTO, 2010), podem diminuir significativamente o volume de água nos reservatórios naturais e, conseqüentemente, limitar sua disponibilidade para a fauna e flora dos ecossistemas naturais e para as atividades rurais e urbanas (GLIESSMAN, 2009).

Diretamente ligada aos impactos expostos anteriormente e particularmente preocupante, é a degradação do solo. Por se constituir no componente fundamental para o bom rendimento agrícola, sendo o substrato onde se desenvolvem complexos processos ecológicos determinantes para o desenvolvimento vegetal, a degradação de sua qualidade é o risco que se deve

tratar com maior atenção na produção agrícola (PRIMAVESI, 2002; GLIESSMAN, 2009).

Mas ao contrário do que aponta a importância do solo para a produção agrícola, as práticas de manejo convencionais o consideram apenas como meio de sustentação das plantas. O cultivo intensivo do solo com máquinas agrícolas de diversos tipos e funções é utilizada com o propósito de revolvê-lo, quebrar torrões, afofá-lo, permitir melhor drenagem, aeração, semeadura e desenvolvimento das raízes dos cultivos (GLIESSMAN, 2009). No entanto, a necessidade da aplicação sucessiva destas práticas é um indicativo claro da sua ineficiência em evitar a degradação crescente do solo.

Apesar de buscar a melhoria da condição do solo para o plantio, o manejo convencional do solo, assim como todas as práticas descritas anteriormente, contribui para a sua degradação profunda. Como dito anteriormente, esta contradição origina-se pela abordagem reducionista dada aos complexos componentes e processos ecológicos que garantem a boa qualidade do solo e a boa produtividade dos cultivos.

A devastação florestal para a abertura de lavouras, aliada com as rotações de curta duração privam o solo de “sua capa protetora”, a qual tem como uma de suas funções, impedir o impacto direto do sol e da chuva na sua superfície (GONÇALVES, 2005). O solo desnudo fica susceptível às ações erosivas destes fatores climáticos, sendo que o impacto da chuva destrói a estrutura consolidada do solo e o sol o resseca e contribui na pulverização de seus agregados. Um solo com agregados instáveis sofre a formação de camadas compactadas e a diminuição da macroporosidade pelo tráfego de máquinas agrícolas e mesmo pela ação das chuvas. A compactação formada diminui a infiltração de água no solo e, conseqüentemente, aumenta o escoamento de água na sua superfície e o carreamento de sedimentos, causando erosão (PRIMAVESI, 2002).

Além disso, a exposição prolongada do solo também quebra um importante elo do processo de construção da qualidade do solo e da reciclagem dos nutrientes nos ecossistemas e agroecossistemas, ou seja,

diminui a quantidade de matéria orgânica que retornaria ao solo. Em sistemas agrícolas, no período das colheitas, quantidades importantes de nutrientes são retiradas para fora do sistema na forma de produtos e quando não é mantida uma cobertura morta do solo com os restos culturais, isto pode causar diminuição significativa dos teores de matéria orgânica do solo (ALTIERI, 2002; PRIMAVESI, 2002; GLIESSMAN, 2009).

Esta diminuição é fator determinante da perpetuação dos processos degradantes do solo, pois a matéria orgânica é essencial para a sua estruturação e fertilização, influenciando em quase todas as propriedades que permitem a sua boa qualidade (GLIESSMAN, 2009). De acordo com Primavesi (2002), teores baixos deste importante elemento contribuem para a degradação do solo da seguinte forma:

- Diminui a disponibilidade de alimento para as populações de organismos da pedofauna (bactérias, fungos, protozoários, actinomicetos, minhocas, artrópodes), que fixam nitrogênio e produzem substâncias que cimentam os agregados do solo, substâncias que ajudam na fitossanidade, substâncias húmicas, substâncias de crescimento vegetal;
- Diminui a produção de substâncias intermediárias no processo de decomposição que podem ser absorvidas pelas plantas;
- Diminui a capacidade de troca catiônica ou CTC do solo, propriedade importante para aumentar a capacidade de absorção de nutrientes pelas raízes e impedir a lixiviação destes pela chuva.
- Enfraquece o tamponamento do solo contra mudanças bruscas de pH.

Como afirma Primavesi (2002), quase todos os problemas de produtividade das plantas cultivadas estão ligados a degradação da estrutura do solo, pois uma estrutura decadente limita o oxigênio e a água no solo; diminui o metabolismo vegetal; causa má nutrição da planta; a planta fotossintetiza menos; o enraizamento se torna deficiente e a raiz explora menor volume do solo; diminui-se a absorção de água, oxigênio e nutrientes pelas raízes; a produtividade diminui. Desta forma o círculo da degradação do solo e desenvolvimento deficiente dos cultivos se torna vicioso.

Considerando que o solo é formado muito lentamente, a uma razão de aproximadamente uma tonelada por hectare por ano, o manejo convencional que provoca sua degradação profunda e constante, coloca em risco a existência de áreas com solos de boa qualidade que possibilitem uma produção agrícola vigorosa e sadia (GLIESSMAN, 2009).

A constatação de tal situação de desgaste dos recursos naturais vem apontando para a necessidade da busca por um novo paradigma que se construa sobre bases diferentes do paradigma hegemônico convencional, proporcionando mecanismos de preservação e conservação dos recursos naturais, assim como um desenvolvimento rural de forma mais sustentável em todas as dimensões.

## **2.2: Agroecologia e a construção da sustentabilidade.**

Diante da situação de crise ambiental e socioeconômica em que a implantação da matriz tecnológica da “Revolução Verde” colocou as nações subdesenvolvidas do planeta, tem se buscado desde a década de 1980, a construção de alternativas de produção agrícola que possam reverter as consequências ambientais e sociais deste modelo de desenvolvimento rural (ALTIERI, 2002).

Buscando resgatar uma visão mais integrada e holística dos fatores que influenciam no funcionamento dos sistemas de produção agrícola, a ciência da Agroecologia resgata e valoriza conhecimentos etnoecológicos e etnobiológicos de comunidades tradicionais e articula estes a conhecimentos acadêmicos de diversas disciplinas (ALTIERI, 2002). Se apoia então, na inter e transdisciplinaridade, para conhecer profundamente as dinâmicas ecológicas, sociais, econômicas, suas inter-relações e como moldam as características dos sistemas de produção. A ciência da Agroecologia busca, com esta abordagem, a construção de estratégias de desenvolvimento rural que sejam mais sustentáveis (CAPORAL, COSTABEBER & PAULUS, 2006; GLIESSMAN, 2009).

A discussão sobre o conceito e a prática da sustentabilidade é relativamente recente, sendo que o conceito foi criado e, aos poucos, foi

entrando na agenda de preocupações somente após 1972. Desde sua criação, o conceito de sustentabilidade se encontra dentro de um universo repleto de conflito de interesses e objetivos, em uma área nebulosa que apresenta diversos enfoques e aplicações do conceito direcionadas de acordo com os interesses “em jogo”.

Com relação a estes enfoques, Escobar (1995, *apud* CAPORAL & COSTABEBER, 2000) aponta para a disputa de espaço entre dois discursos dentro da sustentabilidade. Por um lado, o discurso ecotecnocrático aborda a idéia de que o padrão de desenvolvimento econômico e rural da “Revolução Verde” pode continuar a ser hegemônico e que suas conseqüentes contrapartidas ambientais e sociais, podem ser sanadas pela geração de novas tecnologias ditas menos danosas ao ambiente.

O mesmo autor afirma que, pelo outro lado e em oposição ao discurso ecotecnocrático, o discurso ecossocial defende a descentralização das estratégias de promoção da agricultura sustentável. Dentro da abordagem deste discurso, o desenvolvimento rural então necessita de alternativas tecnológicas construídas socialmente e localmente, compatíveis às diversas características sociais, culturais e ecológicas de cada comunidade, assim como às necessidades e decisões de cada ator envolvido.

A Agroecologia então se apoia na perspectiva ecossocial e enxerga a sustentabilidade como sendo multidimensional. Altieri & Nicholls (2000) ressaltam que existem muitas definições para agricultura sustentável, mas a maioria delas aborda aspectos chave que conformam a sustentabilidade em três dimensões principais:

- Dimensão econômica: inclui os objetivos de dependência de recursos locais, viabilidade e equidade econômica, produção estável;
- Dimensão social: inclui os objetivos de auto-suficiência alimentar, satisfação de necessidades locais, desenvolvimento integrado;
- Dimensão ambiental: inclui os objetivos de incremento da biodiversidade, potencialização das funções ecossistêmicas e estabilidade produtiva;



Já Embrapa (2006b) aborda a sustentabilidade em um sentido mais amplo e inclui outras dimensões, dizendo que a sustentabilidade na agricultura se concretiza atendendo à geração de renda, trabalho e acesso na dimensão econômica; à recuperação e ou manutenção dos recursos naturais e das relações ecológicas na dimensão ecológica; à inclusão das populações mais pobres e promoção da segurança alimentar da população na dimensão social; ao respeito às culturas tradicionais na dimensão cultural; à organização para a mudança e maior participação nos processos decisórios de todos os atores envolvidos na dimensão política; e a valores mais transcendentais na dimensão ética.

Sevilla-Guzmán (2001) ainda critica a abordagem dada à Agroecologia nos últimos anos por alguns setores da sociedade, dizendo que a ciência não pode ser utilizada como uma mera técnica ou instrumento metodológico para compreender a dinâmica dos sistemas agrários e resolver os problemas técnico-agronômicos gerados pela adoção da matriz convencional. Diz que a Agroecologia enseja muito mais do que este potencial, considerando a matriz comunitária sociocultural e política em que se insere o agricultor e este como ator principal na condução de ações sociais coletivas que transformem sua realidade. Neste contexto, a Agroecologia aparece, acima de tudo como uma ferramenta de desenvolvimento rural, onde as experiências agroecológicas socialmente construídas são utilizadas para elaborar propostas de ações sociais coletivas que levem à formas de organização social da produção tanto ambientalmente apropriadas e economicamente viáveis, como também socialmente justas.

De acordo com Caporal & Costabeber (2004), ainda há muita confusão, equívocos e oportunismo no uso do termo Agroecologia, o que gera interpretações conceituais errôneas que acabam por prejudicar o entendimento desta ciência e conferem uma abordagem limitada da potencialidade dela como detentora das bases para a construção do desenvolvimento sustentável.

Com o objetivo de construir estas bases os estudos agroecológicos geralmente focam suas análises nas dinâmicas que ocorrem dentro de uma

propriedade rural ou comunidade, definindo estes espaços como sendo agroecossistemas (Khatounian, 2001). Sendo assim, a abordagem do sistema de produção como um agroecossistema considera que os princípios ecológicos que regem o seu funcionamento são semelhantes aos que regem os ecossistemas naturais e podem ser aplicados para a construção da sua sustentabilidade (ALTIERI, 2002).

Para Altieri (2002), um agroecossistema engloba as atividades humanas de manejo agrícola e suas interações com os recursos de produção de alimentos dentro de uma propriedade agrícola ou uma área específica, onde tais sistemas de produção agrícola são abertos e recebem *inputs* externos aos limites do sistema. Gliessman (2009) diz que o agroecossistema, como uma unidade de análise, tem limites estabelecidos arbitrariamente e possui uma teia de relações interdependentes com a dimensão social e natural externas aos seus limites.

Desta forma, os agroecossistemas constituem-se em ecossistemas naturais que foram modificados em determinado nível a fim de possibilitar a produção agrícola e, apesar de conservarem ainda alguns aspectos estruturais e funcionais, apresentam diferenças importantes em relação aos ecossistemas naturais. O principal fator que modifica o agroecossistema e o diferencia dos ecossistemas naturais é a força de trabalho humano e o processo decisório sobre o manejo e a direção da alocação dos recursos. Sendo assim, existem agroecossistemas, em um gradiente contínuo, com a estrutura e a função mais próximas e mais distantes dos ecossistemas naturais (ALTIERI, 2002).

Observando os agroecossistemas baseados na matriz tecnológica difundida pela Revolução Verde e os agroecossistemas orgânicos baseados unicamente na substituição de insumos químicos por orgânicos, pode-se ver que a dinâmica ecológica destes foi alterada em aspectos-chave. Estes agroecossistemas se transformaram em sistemas abertos onde, além da fonte de energia solar, possuem aportes de energia do trabalho humano e de energia externa proveniente do trabalho animal, de insumos industrializados, de irrigação e de maquinaria. Assim, a eficiência de utilização e o ganho líquido de

energia são baixos, sendo que se gasta uma quantidade muito alta de energia na cadeia de produção enquanto uma quantidade bem menor de energia fica contida no produto final, além dos recursos serem pouco ou nada reciclados (ALTIERI & NICHOLLS, 2000; ALTIERI, 2002).

Gliessman (2009) define claramente algumas das principais diferenças estruturais e funcionais entre os agroecossistemas e os ecossistemas naturais na Tabela 1:

<b>Tabela 1: Diferenças estruturais e funcionais entre ecossistemas naturais e agroecossistemas.</b>		
	<b>Ecossistemas naturais</b>	<b>Agroecossistemas</b>
<b>Produtividade líquida</b>	Média	Alta
<b>Interações tróficas</b>	Complexas	Simples. lineares
<b>Diversidade de espécies</b>	Alta	Baixa
<b>Diversidade genética</b>	Alta	Baixa
<b>Ciclos de nutrientes</b>	Fechados	Abertos
<b>Estabilidade (resiliência)</b>	Alta	Baixa
<b>Controle humano</b>	Independente	Dependente
<b>Permanência temporal</b>	Longa	Curta
<b>Heterogeneidade do habitat</b>	Complexa	Simple

FONTE: Gliessman (2009)

Em uma abordagem conceitual mais basal e técnica, Gliessman (2009) define a Agroecologia como a ciência que propõem uma nova abordagem da agricultura através da valorização, exploração e aplicação de conhecimentos e práticas conservadoras da agricultura tradicional e da aplicação de conceitos, princípios e métodos ecológicos modernos no estudo, desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis.

Altieri (2004) define elementos técnicos fundamentais para a promoção de uma agricultura mais sustentável:

- Regeneração e conservação dos recursos naturais - água, solo, germoplasma, fauna e flora benéficas.
- Manejo dos recursos produtivos – incremento da diversidade e agrobiodiversidade, incremento/ manutenção da matéria orgânica e potencialização da reciclagem de nutrientes, promoção da regulação biótica.
- Implementação de elementos técnicos – definição da escala de implementação, definição de técnicas ecológicas com enfoque holístico e integrado, que integrem práticas do manejo tradicional, adequadas às necessidades locais, ao contexto agroecológico e socioeconômico e à racionalidade dos agricultores.

De acordo com Altieri (2002) e Caporal (2009), a construção de alternativas agroecológicas em nível técnico deve, então, primar pela busca de maior complexidade ecológica dos sistemas de produção. Sendo assim, deve-se buscar a regeneração, a manutenção e a ampliação da agrobiodiversidade e da biodiversidade em geral em escala de propriedade e também em escalas maiores. No entanto, as modificações não devem-se limitar à substituição de insumos químicos por insumos orgânicos, mas sim buscar recobrar e potencializar os processos ecológicos, a auto-regulação, a resistência e resiliência do sistema produtivo.

O processo dessa busca é expresso pelo conceito de transição agroecológica e os estágios que o compõe. Gliessman (2009) ressalta que o desafio de determinar parâmetros de sustentabilidade de um agroecossistema deve basear-se em características desejáveis presentes em ecossistemas naturais e agroecossistemas tradicionais e o autor sintetiza os passos gerais da transição agroecológica de agroecossistemas nos seguintes três níveis:

- Nível 1: Aumento da eficiência de práticas convencionais a fim de reduzir o uso e consumo de insumos escassos, onerosos ou danosos ao ecossistema.
- Nível 2: Substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas.

- Nível 3: Redesenho do agroecossistema de forma que sua estrutura permita que ele funcione baseado em um novo conjunto de processos ecológicos

O processo de transição à agroecossistemas mais sustentáveis depende então de esforços que vão além dos limites das propriedades rurais e das comunidades, onde o corpo teórico e metodológico da Agroecologia encerra uma interconexão de conhecimentos científicos e saberes social e culturalmente construídos, capazes e fundamentais para apoiar todas as fases deste processo.

## **2.3 Sistemas agroflorestais e a qualidade dos solos**

### **2.3.1 Solos: processo de formação e qualidade**

O solo é um sistema vivo que tem uma constante dinâmica de transformação, sendo que, desde sua formação até a sua conservação, participam de seu desenvolvimento um complexo enorme de processos ecológicos de natureza biológica, física e química, dentro de uma cadeia de interligações e interdependências (PRIMAVESI, 2002; GLIESSMAN, 2009).

A visão reducionista utilizada no manejo convencional do solo desconsidera toda esta complexidade de processos incumbida na sua formação e desenvolvimento, enfocando apenas alguns fatores isolados como, a presença de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), o pH e a disponibilidade de água, como fatores determinantes da sua fertilidade, qualidade e saúde. Ou seja, consideram o solo como um simples compartimento no qual necessita-se colocar insumos químicos para retirar colheitas (ALTIERI, 2002; GLIESSMAN, 2009).

Desde seu processo de formação, muito mais do que simplesmente a presença de certos nutrientes e de umidade, contribuem para construir as condições que tornam possível a produção agrícola nos solos. A definição de solo dá certa noção, por si só, da complexidade envolvida em sua formação, quando Ricklefs (2003) descreve o solo como a camada superficial da terra,

alterada quimicamente e biologicamente, que mistura materiais inorgânicos derivados de rochas, ar, água, matéria orgânica, raízes e organismos vivos, materiais orgânicos provenientes de suas atividades metabólicas e de decomposição.

Os processos que atuam no início da formação do solo são a intemperização física e química, as quais atuam na forma das ações combinadas da água, vento, temperatura e gravidade que vão lentamente desprendendo partículas de leitos rochosos através de ação erosiva, dilatação e contração provocada pela água e vento ou através da decomposição, deslocamento de elementos como cálcio e magnésio dos minerais da rocha por íons de hidrogênio e transformação dos elementos. A decomposição e reorganização dos elementos minerais começam a formar o *regolito*, que se constitui na camada de solo não consolidado formada pelas partículas desprendidas do leito rochoso (RICKLEFS, 2003; GLIESSMAN, 2009).

Após certa consolidação do *regolito*, as condições do material podem permitir o estabelecimento de plantas que, através do desenvolvimento de suas raízes, retiram nutrientes do material mineral para a produção de sua biomassa, a qual é posteriormente depositada sobre o solo na forma de restos vegetais. Este material orgânico que cobre o solo, propicia habitat e recurso energético para organismos como fungos, bactérias, minhocas, artrópodes e outros, os quais realizam a fragmentação, decomposição e mineralização em elementos mais complexos e depois em elementos mais simples como dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>), água e minerais (DROZDOWICZ, 1997). A fração do material orgânico deixado no solo resultante destes processos é o húmus. O processo de intemperização química, em consonância com os processos bióticos, atua nas transformações físicas, químicas e biológicas que conduzem ao desenvolvimento dos horizontes do solo e condições do material de origem. Condições climáticas e tipo de cobertura vegetal combinam-se para conferir sua textura e composição de partículas de cascalho, areia, silte e argila (GLIESSMAN, 2009).

Analisando a formação do solo, é possível ver que os processos de formação da matéria orgânica e o processo de sucessão do estabelecimento de plantas e animais, definido como sucessão ecológica, são fundamentais para permitir a formação e construção do sistema solo. Existe uma íntima interdependência entre estes processos, onde a colonização do ecossistema em diferentes fases de maturidade por plantas adaptadas às condições impostas, provoca modificações físicas, químicas e biológicas no solo que criam condições para o estabelecimento de outras espécies de plantas. Desta maneira, os ecossistemas caminham para uma maior diversificação e complexidade. Neste sentido, sem as inter-relações entre os organismos vivos vegetais, animais e o sistema solo, não seria possível sua formação e o desenvolvimento de sua fertilidade (FEIDEN, 2001; GLIESSMAN, 2009).

Curi *et al.* (1993 *apud* FEIDEN, 2001) definem fertilidade do solo como: o status de um solo com respeito a sua capacidade de disponibilizar os nutrientes essenciais ao desenvolvimento de plantas. Já, Feiden (2001) aborda a fertilidade do solo de uma forma muito mais complexa do que a usualmente abordada na ciência agrícola convencional, apontando três tipos de fertilidade essenciais para o crescimento das plantas:

- Fertilidade química: presença e disponibilidade de nutrientes, tipos de reações do solo, presença ou ausência de elementos tóxicos às plantas.
- Fertilidade física: profundidade do solo, estrutura e grau de agregação das partículas, porosidade, disponibilidade de água e oxigênio, existência de impedimentos à penetração radicular.
- Fertilidade biológica: efetividade da ciclagem de nutrientes nos componentes do sistema, que depende da abundância, diversidade, atividade e funções ecológicas exercidas pelas plantas cultivadas, não cultivadas e espontâneas, pela macrofauna, mesofauna e microfauna do solo.

Apesar de vários fatores atuarem na formação da fertilidade do solo, Primavesi (2002) ressalta que a manutenção da qualidade do solo em agroecossistemas tropicais e subtropicais depende de uma condição fundamental, a sua bioestrutura. A autora reforça que a fertilidade do solo não

pode ser desvinculada e considerada fora do contexto de sua estrutura, pois uma boa bioestrutura determina as condições ótimas para o desenvolvimento de todos os outros componentes da fertilidade do solo.

A bioestrutura do solo que proporciona condições ótimas para o crescimento e desenvolvimento das plantas deve permitir as condições necessárias para o seu metabolismo eficiente, entre elas, a presença de oxigênio, água, nutrientes e um ambiente bom para o enraizamento, o mais amplo e profundo possível, da planta. A planta não absorve a água e os nutrientes necessários se não tiver acesso a eles através de suas raízes. A estrutura de agregação entre as partículas do solo que condiciona estas características é a bioestrutura grumosa. Nesta forma de bioestrutura, ocorre maior porcentagem de poros entre os agregados, principalmente macroporos, o que aumenta a circulação de ar, a infiltração de água e permite que o enraizamento das plantas explore maior volume de solo (FEIDEN, 2001; PRIMAVESI, 2002).

A estabilidade e resistência dos grumos à ação da chuva é construída pela atividade de microorganismos. Bactérias atuam produzindo colóides (ácidos poliurônicos) e outras substâncias, que cimentam as partículas do solo e fungos se alimentam destas substâncias e entrelaçam os grumos com suas hifas (PRIMAVESI, 2002). Como pode ser visto no processo de formação do solo, discutido anteriormente, a ação da estruturação do solo em grumos pelas bactérias tem, no entanto, uma relação de inter-dependência entre a fragmentação e decomposição do material vegetal morto promovida por uma grande diversidade de organismos da micro, meso e macrofauna do solo, processo o qual Primavesi (2002) chamou de “linha de desmontagem”.

A matéria orgânica é, então, a principal fonte de energia que alimenta esta “linha de desmontagem”, se constituindo na força motriz que mantém o ciclo vicioso de manutenção da bioestrutura e qualidade do solo (PRIMAVESI, 2002; GLIESSMAN, 2009).

Altieri (2002); Primavesi (2002) e Gliessman (2009) resumem bem os benefícios deste importante componente na promoção da qualidade do solo:



- Aumento de recursos alimentares e promoção de microclima adequado para a pedofauna;
- Promove a adição de substâncias intermediárias à decomposição que podem ser absorvidas pelas plantas.
- Melhoria da estrutura do solo em agregados na forma grumosa, através da produção de colóides e outras substâncias húmicas por organismos do solo;
- Diminuição da densidade do solo;
- Aumento da porosidade, da infiltração de água no solo, diminuição do escoamento superficial de água e aumento da retenção de umidade;
- Aumento da resistência do solo contra a ação dispersiva do impacto das gotas de chuva e contra a erosão;
- Aumento dos sítios de troca catiônica (CTC) e proteção da lixiviação de nutrientes;
- Tamponamento contra mudanças de pH e proteção das plantas contra elementos químicos tóxicos.

Estratégias de produção agrícola mais sustentáveis e que busquem a conservação da qualidade do solo devem, portanto, estar atentas e aplicar estes princípios no manejo ecológico do solo.

### **2.3.2 Sistemas agroflorestais e conservação da qualidade do solo**

Uma das práticas agroecológicas que possibilita desenvolver o processo de sucessão ecológica e potencializar o aporte de matéria orgânica no solo em agroecossistemas, são as agroflorestas ou sistemas agroflorestais (SAFs).

O conceito de SAFs é abordado de várias formas diferentes, influenciadas por várias ideologias e interesses, sendo que Ospina (2000 *apud* ANTE, 2006) identificou mais de 50 definições diferentes e dispersas.

De acordo com Ante (2006), parte da dificuldade de consenso universal está no fato de que há diferenças na concepção, simbolismo e prática da “Agricultura” entre os povos que manejam diferentes ecossistemas temperados, tropicais e subtropicais, onde “árvore” pode apresentar o

significado de madeira para povos de ecossistemas temperados, enquanto pode representar frutos, alimento, sombra ou lenha para povos que vivem em ecossistemas tropicais ou subtropicais. Ainda Nair (1993 *apud* ANTE, 2006) ressalta que esta dificuldade provém também da diversidade de arranjos e associações entre os componentes dos SAFs no espaço e tempo.

À parte da dificuldade de consenso, definições gerais são apresentadas por alguns autores. Altieri (2002) discute que SAF é um termo genérico que descreve sistemas tradicionais de uso da terra, podendo abranger várias classificações, mas que, em geral, é consenso que representa uma forma de uso integrado da terra adequada a áreas marginais de baixo uso de insumos.

Gama-Rodrigues *et al.* (2006) ressaltam que os sistemas agroflorestais são sistemas de uso sustentável da terra que combinam simultaneamente, ou sequencialmente, a produção de cultivos agrícolas com árvores frutíferas ou não frutíferas e/ou criações animais, na mesma unidade de terra, com o objetivo de enfatizar as funções ecológicas do sistema solo-planta para a manutenção e melhoria da capacidade produtiva do solo e de desempenhar serviços ambientais. Devem ainda incorporar técnicas de manejo que sejam compatíveis com o sistema cultural da população local.

De acordo com Santos (2007) e Gliessman (2009), os SAFs intencionalmente combinam diversidade de árvores, culturas agrícolas e/ou animais, no mesmo tempo e espaço, de acordo com as necessidades ecofisiológicas e funções de cada planta, de forma que haja complementaridade dos cultivos, visando explorar a capacidade das árvores de produção e proteção e potencializar processos ecológicos que garantem produtividade e estabilidade ao sistema de produção.

May e Trovatto (2008) elencam as classificações de SAFs mais difundidas, que se baseiam em aspectos funcionais e estruturais, sendo os sistemas silviagrícolas: o cultivo consorciado de árvores, arbustos ou palmeiras com espécies agrícolas; os sistemas silvipastoris: o cultivo consorciado de árvores, arbustos ou palmeiras com espécies forrageiras herbáceas e criação

animal; e os sistemas agrossilvipastoris: o cultivo e manejo dos dois tipos acima combinados.

Analisando as definições expressas acima, podemos ver que elas têm aspectos gerais que se assemelham e cada uma introduz aspectos distintos, onde todos combinados têm grande importância na aplicação da prática agroflorestal. Sendo assim, neste estudo, o conceito que mais se aplica a realidade estudada é o de sistema agroflorestal sucessional, que de acordo com Peneireiro *et al.* (2002), é o sistema que não somente é considerado e manejado como um consórcio de plantas, mas que é conduzido e manejado de acordo com a estrutura e funcionamento dos ecossistemas florestais naturais, ou seja, que é conduzido de acordo com a sucessão ecológica.

Além disso, outros aspectos são essenciais na aplicação dos SAFs e vão de encontro à realidade das experiências analisadas neste estudo, como a diversificação da produção, a adequação a sistemas de baixo uso de insumos e a necessidade de compatibilidade do desenho, estrutura, diversidade e manejo do SAF à cultura, realidade, objetivos e recursos disponíveis para o agricultor.

De acordo com (2009), os SAFs constituem um dos melhores exemplos de sistemas de uso e manejo do solo, onde a sucessão pode ser manejada para otimizar os efeitos benéficos da inter-relação entre as plantas cultivadas e outros componentes do sistema. Esta otimização advém de um bom funcionamento dos processos ecológicos, proporcionado pela agregação constante de níveis mais altos de biodiversidade e um constante aporte e manutenção de biomassa no agroecossistema (LUIZÃO *et al.*, 2006).

Os SAFs têm o potencial de recuperar e manter a boa qualidade do solo porque, além de englobar em sua estrutura de desenho e manejo, práticas agroecológicas como cultivo múltiplo, cobertura morta, cultivo de cobertura, adubação verde, rotação de culturas, poda, capina seletiva e cultivo mínimo do solo, ainda incorporam o componente arbóreo no sistema, o qual confere diversos benefícios (FRANCO, 2007; MAY & TROVATTO, 2008). Tais práticas, todas em conjunto, têm sua contribuição nas inter-relações interdependentes

que promovem sinergias entre os componentes do agroecossistema e possibilitam o aumento da biodiversidade, a recuperação e conservação da qualidade do ambiente e do solo.

O componente arbóreo tem um papel fundamental de potencializar a absorção e retenção de nutrientes e proporciona outros serviços ambientais que promovem importantes melhorias na produção agrícola. A utilização de árvores e arbustos promove uma maior estratificação do sistema acima do solo, através das partes vegetativas que atingem diferentes alturas e exploram os recursos ar, água e luz solar em diferentes áreas. A copa das árvores garante, ainda, a proteção do solo contra a ação erosiva da chuva, do vento e do sol, evita carreamento superficial de sedimentos, ameniza a temperatura sobre e sob o solo, favorece maior retenção de umidade, além de propiciar um microclima mais favorável para certas plantas de sub-bosque (ALTIERI, 2002; FRANCO *et al.*, 2007).

Maior estratificação é promovida também abaixo da superfície do solo, onde a exploração de nutrientes, água e compostos químicos associados é também potencializada e diversificada em diversas profundidades que os sistemas radiculares das plantas podem atingir no perfil do solo (ALTIERI, 2002). Além disso, a adsorção e absorção de nutrientes podem ser ainda potencializadas pela utilização de espécies de plantas que apresentam raízes com associações com micorrizas (fungos) e bactérias fixadoras de nitrogênio (FRANCO *et al.*, 2007; GLIESSMAN, 2009).

Sendo assim, o uso do cultivo múltiplo de associação entre diversidade de espécies agrícolas e florestais herbáceas, arbustivas e arbóreas, traz a multiplicação da eficiência de aproveitamento dos recursos disponíveis e esta potencialização reflete na maior estocagem de nutrientes na biomassa das plantas cultivadas, parte da qual pode ser utilizada para a recuperação e manutenção da qualidade do solo (LUIZÃO *et al.*, 2006).

A biomassa não utilizada como produtos agrícolas geradores de renda e alimento para a família, ou seja, a biomassa vegetal na forma de resíduos de folhas, ramos, troncos, frutos, sementes e flores resultantes das podas

periódicas e capinas seletivas pode ser utilizada como cobertura morta do solo. A cobertura morta constante do solo, além de proteger este das ações erosivas, eleva os teores de matéria orgânica no solo e traz, portanto, todos os benefícios da incorporação deste importante componente (ARMANDO *et al.*, 2002; PENEIREIRO *et al.*, 2002; LUIZÃO *et al.*, 2006; MAY & TROVATTO, 2008).

Além disso, esta deposição de resíduos vegetais promove também o aumento da atividade biológica de organismos da macro, meso e micro fauna do solo como fungos, bactérias, protozoários, artrópodes e minhocas. Além destes organismos potencializarem a ciclagem de nutrientes pela decomposição da matéria orgânica, auxiliam na promoção da boa estruturação do solo através construção de canais, mistura e maceração de restos animais e vegetais com partículas de solo e produção de substâncias húmicas que “cimentam” as partículas de solo e formam agregados mais estáveis (PRIMAVESI, 2002; BROWN *et al.*, 2006).

#### **2.4 Solos: indicadores de sustentabilidade na percepção dos agricultores.**

Nas últimas décadas, a busca de novos paradigmas de desenvolvimento e de alternativas de produção agrícola mais sustentáveis, têm levado a procura de formas de mensurar o grau de sustentabilidade de sistemas de produção.

Entretanto, de acordo com Sarandón (2002), a necessidade, assim como a dificuldade, da construção de sistemas de monitoramento da sustentabilidade de sistemas advêm da complexidade dos aspectos filosóficos e ideológicos envolvidos no conceito e na prática da sustentabilidade. O mesmo autor ressalta que a ambiguidade e diversos direcionamentos dados ao conceito, de acordo com diferentes interesses envolvidos, o enfoque reducionista dado à multiplicidade de dimensões e interdisciplinaridade que a mensuração da sustentabilidade requer e a falta de parâmetros, ferramentas e metodologias adequadas para o monitoramento, são fatores que impõem certa dificuldade na

sua mensuração. Neste sentido, é necessário que esta complexidade e multiplicidade seja descrita e simplificada na forma de valores claros, objetivos e gerais, ferramentas conhecidas como indicadores.

Garcia & Staples (2000 *apud* ASTIER & GONZÁLEZ, 2008) descrevem indicadores como variáveis ou índices relacionados a um critério específico, onde as modificações ou flutuações de seus valores indicam o estado de atributos-chave dos ecossistemas. De acordo com Deponti *et al.* (2002), indicador é um instrumento que permite mensurar alterações em características de um sistema. FERRAZ *et al.* (2004) ressaltam que o indicador deve também advertir sobre possíveis perturbações dos ecossistemas. Para Quiroga (2001 *apud*. ASTIER & GONZÁLEZ, 2008), indicadores de sustentabilidade são variáveis que, em função do valor que assumem, mostram significados que não são aparentes imediatamente, mas que terão seu significado decodificado para além do que mostram diretamente, porque existe um construtor cultural e de significado social que se associa a estes indicadores.

De acordo com Astier e González (2008), a evolução dos sistemas de avaliação e monitoramento da sustentabilidade deu-se de forma heterogênea com alguns direcionamentos, sendo que as primeiras tentativas geralmente apresentavam listas de indicadores de sustentabilidade para analisar o estado de problemas específicos. Uma das limitações nesta abordagem de análise era chegar a um conjunto de indicadores gerais coerentes com diferentes sistemas. Tais problemas então levaram a abordagens que organizam os indicadores de sustentabilidade em marcos estruturados, de forma que os indicadores são definidos e construídos de acordo com atributos gerais de sistemas dinâmicos, sendo que os atributos são determinados de acordo com cada contexto socioambiental em escalas espaciais e temporais pré-definidas.

A construção de conjuntos de indicadores de sustentabilidade adequados a cada contexto socioambiental, econômico e cultural é um aspecto fundamental para o sucesso do monitoramento e avaliação, os quais devem ser conduzidos e gerar resultados que vão ao encontro dos anseios da comunidade. Deponti *et al.* (2002) discutem que, a fim de definir os indicadores,

é fundamental responder perguntas sobre o motivo da avaliação, o que será avaliado, que formas e que ferramentas serão utilizadas para a avaliação, por quanto tempo será avaliado e de que forma serão expostos, analisados e utilizados os resultados.

Deponti *et al.* (2002) e Ferraz *et al.* (2004) acrescentam que os indicadores devem apresentar algumas características importantes, entre as quais: a) serem de fácil mensuração e de baixo custo; b) serem baseados em aspectos claros, objetivos, de fácil entendimento; c) contribuir para a participação da população local no processo de definição e medição.

A interação com a comunidade estudada, em projetos de monitoramento, deve, desta forma, se embasar pelos pressupostos da pesquisa-ação. A pesquisa-ação pressupõe a metodologia da pesquisa como subserviente da prática (TRIPP, 2005), ou seja, todos os processos da construção metodológica da pesquisa não podem ser desvinculados da intervenção e articulação com a comunidade que maneja os recursos naturais, com o objetivo de incidir, de forma crítica, no processo de sua transformação (SEVILLA GUZMÁN, 2001).

Segundo Sevilla-Guzmán (2001), a articulação com a comunidade, que finda no conhecimento claro de sua problemática e em estratégias adequadas de solução, deve incorporar a perspectiva dialética e dialógica de pesquisa, na qual se quebram as relações de poder entre “sujeito-pesquisador-que-sabe” e “pesquisado-objeto-que-deve-aprender”. A perspectiva agroecológica na avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas, não se apoia no depósito unidirecional de conhecimentos acadêmicos da ciência clássica, mas sim no diálogo de conhecimentos de todos os atores sociais, entendendo e valorizando os agricultores como atores sociais construtores do conhecimento.

Dentro deste contexto, um aspecto que se mostra importante nos planos de monitoramento de indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, é a efetiva participação dos agricultores como atores centrais, captado pelo conceito de pesquisa-ação participativa (SEVILLA GUZMÁN, 2001). Deve-se levar em conta igualmente a valorização do seu conhecimento acumulado, em

aliança com outros conhecimentos, já que os agricultores convivem, dependem, interagem e observam os diferentes fatores que influenciam seus sistemas agroecológicos, sociais e culturais no dia-a-dia (CASALINHO, 2004).

Ou seja, no processo de construção de sistemas de monitoramento da sustentabilidade de sistemas de produção e definição de indicadores, é muito importante que se tenha o máximo possível de participação dos agricultores, desde o planejamento até o monitoramento. Todo o sistema de avaliação deve estar direcionado pelos objetivos da comunidade de agricultores e responder às suas dificuldades.

A participação do agricultor como ator central é essencial, portanto, pois, este tem uma grande sensibilidade a fenômenos e mudanças no ambiente em que está inserido, permanentemente faz observações e adquire experiência pela sua prática do dia-a-dia. Diante da complexidade de fatores que influenciam sua produção, ele utiliza estas observações e conhecimentos assimilados de sua experiência para desenvolver técnicas adaptadas à sua realidade e que contribuam para a resolução de seus problemas. Os conhecimentos e práticas, acumulados e reproduzidos dentro de uma comunidade agrícola, são fruto de intensa e frequente experimentação frente às diversas variáveis determinantes da produção dos cultivos. Nesse sentido, em grande medida, o agricultor também pode ser considerado um pesquisador (TORCHELLI, 1984).

Ribeiro *et al.* (2007) ressaltam que a família constitui base da sociedade onde se articulam parentesco, ambiente, espaço e história para reproduzir sistemas culturais e técnicas de manejo. Neste contexto de inter-relações se constrói e deposita um histórico de convívio, aprendizado e experimentação, ou seja, constroem-se e se acumulam conhecimentos sobre os recursos que estas famílias manejam. De acordo com Borges (2000), o conhecimento que o agricultor detém e constrói sobre o agroecossistema e o ecossistema, conhecimento sobre o qual realiza sua reprodução sócio-cultural e econômica, é parte fundamental do conjunto de ferramentas que formam a base da ciência da Agroecologia. A ótica sobre a qual o agricultor geralmente observa seu



sistema de produção no dia-a-dia e a forma como ele analisa o agroecossistema, a fim de tomar decisões acerca de práticas e manejos para a melhoria de sua produção, pode ser descritiva, utilizando indicadores qualitativos e conduzida por uma perspectiva sistêmica, integrada, interdisciplinar e holística (CASALINHO *et al.*, 2007).

Barrera-Bassols & Zinck (2002) apresentam a Etnopedologia como a disciplina que procura resgatar, valorizar, estudar e aplicar o conhecimento indígena, tradicional e camponês sobre a percepção, classificação e avaliação do solo. A disciplina aborda diversos temas os quais têm o objetivo de aproximar e aliar o conhecimento do saber-fazer intuitivo relacionado à avaliação e manejo do solo, com o conhecimento acadêmico da ciência do solo. Um dos temas abordados pela Etnopedologia é a análise do sistema local de avaliação do solo, ou seja, como estas populações identificam e avaliam a condição de seu solo (SILVA, 2009). Este mesmo autor ressalta que identificar e entender o conhecimento empírico local é fundamental para aumentar as chances de sucesso de um plano de manejo do solo, já que permite partir das necessidades reais do agricultor.

Casalinho (2004), em um manual produzido de forma inovadora, constrói o alicerce de um sistema de monitoramento da qualidade do solo para a agricultura ecológica. Vale-se de expressões e significados que os agricultores empregam para expressar a boa ou má qualidade dos solos. De acordo com o mesmo autor, a ótica interdisciplinar e holística que os agricultores se servem para analisar o solo dos seus agroecossistemas expressa-se na forma como eles enxergam as relações de interdependência entre os componentes-chave ecológicos que afetam seus cultivos. O agricultor, então, ressalta em sua concepção, a importância de considerar as relações entre solo, água, planta e homem, para inferir sobre a qualidade de um solo (CARDOSO, 2008). Os indicadores e alguns dos procedimentos qualitativos utilizados pelos agricultores presentes no referido manual estão descritos na Tabela 2.

A diversidade de fatores e a inter-relação entre atributos utilizada por populações tradicionais na percepção, análise e classificação do solo, foi também identificada por outros autores.

<b>Tabela 2. Alguns indicadores e respectivos procedimentos de avaliação aplicados por agricultores para avaliar a qualidade do solo.</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Procedimento utilizado pelo agricultor</b>
<b>Compactação</b>	Maior ou menor facilidade de trabalhar a terra; profundidade de penetração do arado; presença de determinadas plantas espontâneas; facilidade de infiltração da água no solo.
<b>Matéria orgânica do solo</b>	Coloração do solo; cheiro do solo; maior ou menor facilidade de desmanchar um torrão de solo nas mãos; capacidade do solo de manter a umidade.
<b>Erosão</b>	Coloração da água de enxurrada; presença de sulcos ou valetas na superfície do solo; presença de cascalho ou pedras lavadas na superfície do solo.
<b>População de organismos</b>	Presença de pequenos insetos, aranhas e outros organismos, constatada visualmente quando a cobertura do solo é revolvida.
<b>Aparência da planta</b>	Avaliação visual e perceptiva do estado geral de crescimento e desenvolvimento da planta; coloração, viço e resistência da planta ao ataque de pragas e ou doenças.
<b>Cor do solo</b>	Coloração mais escura ou mais clara do solo.

FONTE: Casalinho (2004)

Silva (2009) identificou procedimentos de avaliação utilizados por agricultores que integram análise visual e tátil da estabilidade de agregados de solo nas mãos para avaliar a estrutura; observação da dureza do solo ao ser trabalhado com enxada e observação de rachaduras para avaliar a compactação; observação da cor do solo, capacidade em reter umidade e presença de restos vegetais sobre o solo para inferir sobre teores de matéria orgânica; e quantidade relativa de formigas para avaliar estado de degradação

do solo. A mesma autora conclui, através da correlação entre a avaliação do solo feita pelos agricultores com avaliação através de análises de solo, que os agricultores utilizam parâmetros que vão além da avaliação química do solo, analisando esta através de aspectos físicos, biológicos e culturais. Conclui também que a validação da avaliação da qualidade do solo feita pela percepção dos agricultores evidencia-se pelo fato deles terem ocupado a área do assentamento que possui os melhores solos para o cultivo.

Já, Cardoso (2008), em estudo etnopedológico de populações indígenas da Amazônia, diz que a análise e classificação dos solos, feitas por estas populações, não se restringe a utilização de aspectos estruturais do ambiente, mas integra a observação dos processos ecológicos dinâmicos, que são percebidos e utilizados como recursos nas atividades agrícolas. O autor identifica que estas populações utilizam parâmetros como a textura, a cor, o cheiro, o gosto, a estrutura do solo, espécies indicadoras, a estrutura vegetativa do ambiente e o estágio sucessional em que se encontra, para definir unidades de paisagem, as quais, então, definem unidades de manejo agrícola com diferentes aptidões.

A abordagem etnopedológica integra, então, não somente fatores isolados, mas a observação da interação de fatores e a integração de atributos que influenciam na degradação ou na conservação da qualidade do solo (CARDOSO, 2008). Ao contrário das análises pedológicas acadêmicas, que possuem linguagem de difícil entendimento, informações pouco práticas e têm metodologia inacessível aos agricultores, o estudo etnopedológico permite gerar conhecimentos sobre os solos de mais fácil entendimento para os agricultores, que permitem diálogo mais eficiente e que possibilitam aplicação mais prática à realidade, dificuldades e objetivos da comunidade estudada (SILVA, 2009).

Além disso, em comunidades rurais em que convivem agricultores de diferentes origens e influências, onde se encontram tanto agricultores que possuem conhecimento agrícola acumulado, quanto agricultores que possuem um conhecimento descontextualizado do ambiente, realidade encontrada em

alguns assentamentos rurais, a abordagem etnopedológica pode ser um instrumento teórico e metodológico mediador do diálogo entre os diferentes conhecimentos, a fim de facilitar o planejamento de estratégias de manejo ecológico do solo (FREITAS, 2009).

Sendo assim, é fundamental levar em conta, na definição de indicadores de sustentabilidade, que é o agricultor e sua família que tomam as decisões que acabam por impactar os aspectos ecológicos, sociais e econômicos de sua propriedade, tendo como referência sua cultura, seus valores e seu conhecimento (SARANDÓN, 2002). Além disso, pelo caráter multidimensional da sustentabilidade dos agroecossistemas e pela amplitude e importância do conjunto de conhecimentos ecológico-produtivos que os agricultores detêm, é essencial que formas de observação e análise de indicadores baseadas na concepção dos agricultores sejam consideradas, valorizadas e articuladas às formas científico-acadêmicas. Esta aliança permite tal diálogo e expõe, de forma mais clara, os objetivos e dificuldades dos agricultores e da comunidade.

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1 Processos históricos regionais**

A vasta região centro e nordeste do estado de São Paulo, era considerada um “sertão desconhecido” no período que compreende o final do século XVII e segunda metade do século XVIII (MANO, 2006).

Este “sertão” era denominado como “Campos de Araraquara” e suas antigas fronteiras desconhecidas envolvem a região que atualmente se encontram os municípios do centro-nordeste do Estado de São Paulo. Nos estudos históricos, documentais, arqueológicos e ecológicos de Mano (2006), onde são analisados os atores, o contexto e os processos envolvidos na formação histórica desta área, a região centro e nordeste do Estado de São Paulo é descrita como portadora de uma grande heterogeneidade ecológica e cultural (MANO, 2006).

Pela ótica da heterogeneidade ecológica, a região conjuga um entremeado de formações florestais de Mata Atlântica, formações savânicas de Cerrado e áreas de transição entre as duas formações. É possível ver em mapa que estima a situação primitiva de cobertura vegetativa do Estado de São Paulo, que a região era totalmente coberta por florestas e formações mais abertas de cerrado (VICTOR, 1979 *apud* KRONKA *et al.*, 2005). De acordo com Mano (2006), através da análise de relatos documentais de sertanistas que atravessaram a região, pode-se descrever a área como um mosaico, onde se encontram formações atualmente classificadas como campo sujo, campo cerrado e cerradão.

Estas características determinam as condições dos solos, que conformam um gradiente desde solos menos férteis sustentados por formações mais savânicas de cerrado, passando para solos mais profundos, argilosos e húmidos que permitiram o crescimento de florestas latifoliadas estacionais semidecíduais e florestas pluviais tropicais nas margens dos rios (MANO, 2006).

O mesmo autor descreve a enorme diversidade vegetal e animal, a qual formações do bioma Cerrado, Floresta e zonas de transição podem abrigar. No cerrado podem ser encontradas, por exemplo: espécies florestais como o angico, o faveiro; frutos como o caju do campo, o araticum, o pequi, a pitanga, a mangaba, o araçá, a gabioba; espécies medicinais como o cipó-prata, a erva cidreira; animais como tamanduás, tatus, gambás, lagartos, aranhas, serpentes como coral, cascavel, urutu, abelhas e saúvas. Ainda nas zonas de transição entre as formações de cerrado e áreas fluviais, vivem pacas, cotias, capivaras e, em zonas de transição entre formações mais savânicas e florestas, são encontrados veados, lobos guarás e várias espécies de roedores (MANO, 2006).

Além do mosaico de diferentes ecossistemas que esta área apresentava, o gradiente de ambientes oferecia igual diversidade de recursos. Esta diversidade conformou, pela ótica da heterogeneidade cultural, a oportunidade para diferentes grupos indígenas desenvolverem distintas

adaptações, formas produtivas e sistemas sócio-culturais. Isto incluía também a utilização de variadas estratégias combinadas para explorarem os diferentes ambientes e retirar os recursos de que precisavam. Sendo assim, esta conformação aponta para o fato desta região ter sido, em períodos pré-coloniais, um espaço de trânsito e confluência de diversos povos indígenas (MANO, 2006).

A região foi provavelmente ocupada e explorada por povos indígenas ligados tanto ao tronco dos povos do grupo Jê, quanto aos povos do tronco Tupi-Guarani, já que os primeiros desenvolveram tradicionalmente adaptação e tiveram preferência por viver em formações mais abertas de cerrado, sendo que os povos do tronco Tupi-Guarani tradicionalmente ocuparam áreas de floresta (MANO, 2006).

Mano (2006) descreve as atividades agrícolas destes povos, colocando que os povos Jê seguiam uma dinâmica nômade, em que praticavam o cultivo de culturas alimentares como a mandioca, batata-doce, algodão, milho e outros em áreas de floresta e utilizavam áreas de cerrado como campos de caça. Já os povos da floresta, os Tupi-Guarani, produziam e reproduziam sua vida principalmente próximos às margens de rios e lagos, onde desenvolviam a agricultura de coivara e cultivavam milho, mandioca, feijão, cará, árvores frutíferas, ervas medicinais.

Ambos os povos complementavam suas dietas com a caça, pesca, coleta de frutos, insetos e mel e, além disso, manejavam o ambiente ao seu redor para facilitar a sua exploração e subsistência, onde praticavam manejos entre eles, o cultivo de pomares no interior da floresta, que posteriormente serviam de atrativos para animais silvestres onde se realizava a caça; e manejo de adubação em solos de menor fertilidade (RIBEIRO, 1995 *apud* MANO, 2006). Portanto, os indígenas detinham um rico conjunto de conhecimentos etnobotânicos e etnozoológicos.

As proximidades da região começam a ser descortinadas por populações não indígenas somente na segunda década do século XVIII, quando minas de ouro são descobertas nos estados do Mato Grosso, Minas

Gerais e Goiás. É nesta época, então, que as bandeiras iniciam a abertura de caminhos estratégicos pela margem direita do rio Piracicaba e a leste dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, chegando à região de Ribeirão Preto. O sustento das bandeiras era garantido principalmente através dos conhecimentos etnobotânicos e etnozoológicos das populações indígenas escravizadas, onde se cultivavam roças de milho, mandioca, batata, melancia, fumo, realizava a pesca de peixes como jaus, pintados, dourados, a caça de capivaras, antas, pacas, veados, porcos-do-mato, cobras e a coleta de frutos como laranjas silvestres, palmitos, castanhas e uma diversidade de outras frutas (MANO, 2006).

Nos finais do século XVIII, as minas de ouro estavam escassas e a região se tornou uma nova frente de expansão demográfica do país, onde as terras começaram a ser ocupadas por posseiros e os solos da região começaram a ser cobiçados para a criação de gado e cultivo principalmente de milho, feijão e arroz para a subsistência das famílias (LOPES, 2004). Dean (1977) descreve a agricultura que era praticada por agricultores itinerantes no Século XIX, onde a floresta era desmatada em um processo que se iniciava com o corte das lianas e sub-bosque na estação seca, deixadas a secar por algumas semanas, quando então ateava-se fogo à floresta. Pouco manejo era aplicado ao solo, que era muito fértil, e as sementes eram plantadas no meio dos restos vegetais, aplicando-se uma ou duas capinas, processo este refeito a cada cinco ou seis anos.

No final do século XIX, a região de Ribeirão Preto entra em contato com a cultura cafeeira, vinda da região de Campinas e atraída pelos solos férteis (LOPES, 2008). De acordo com Dean (1977), os agricultores observavam plantas indicadoras de solos férteis para o cultivo do café, como Pau d'alho, a Figueira Branca e a Jangada Brava. Chegando à região, o cultivo teve rápida expansão, alterando drasticamente a demografia, economia, estrutura de posse e características ecológicas da região.

Estudos de Lopes (2004) mostram que nesta época não era necessariamente preciso derrubar florestas para a introdução do café, já que

havia grande extensão de capoeiras já abertas pelos séculos de agricultura de subsistência e pelos engenhos de cana-de-açúcar. No entanto, o uso do solo se processava primeiro com o cultivo de milho em florestas desmatadas e depois com o cultivo de café. Com o rápido crescimento populacional proporcionado pela cultura cafeeira, a destruição dos ecossistemas naturais foi intensa.

Com a crise econômica de 1929, apesar dos imigrantes europeus que chegaram na região continuarem a investir no cultivo do café, os preços do grão caíram significativamente e o cultivo foi perdendo o espaço na economia da região ao longo do século XX. Neste século, o cultivo que começa a ganhar espaço na da região é a cana-de-açúcar, onde começa a causar a destruição dos remanescentes florestais deixados pelo ciclo anterior de produção de café. A indústria da cana-de-açúcar começa a se expandir e se desenvolver na década de 1960 e com o lançamento do programa Pro-Álcool em 1975, o setor sucro-alcooleiro ganha significativa impulsão (SAKAMOTO, 2010). Dados mostram que a produção de álcool teve um crescimento de 530% entre 1975 e 1979 e a área colhida passou de 1969 mil hectares para 2599 mil hectares no mesmo período (PAIXÃO, 1995 *apud* GONÇALVES, 2005).

Amparado por políticas e recursos provenientes do Estado, o complexo sucro-alcooleiro trouxe crescimento exponencial para alguns setores da região de Ribeirão Preto, tornando-a o que chamavam de “Califórnia Brasileira”. Como dito, entretanto, este desenvolvimento atingiu somente parcela da sociedade, pois os moldes de grandes propriedades monocultoras e a concentração de renda e terra causaram enormes impactos sociais na região. Foi intensificado o êxodo rural, com a exclusão de enorme contingente de agricultores do processo produtivo e da economia, levando ao aumento da utilização de trabalhadores assalariados e aumento dos movimentos migratórios sazonais para a região, a ampliação da urbanização desordenada e aumento da expansão de lavouras de cana-de-açúcar em detrimento dos cultivos alimentares (SCOPINHO, 2003 *apud* GONÇALVES, 2005).



### 3.1.1 Processo de formação do Assentamento Sepé Tiaraju.

As consequências da reestruturação produtiva no setor agrícola na década de 1990 mostraram-se dramáticas na região de Ribeirão Preto, onde a mecanização do cultivo da cana-de-açúcar e outras inovações tecnológicas e organizacionais no setor sucroalcooleiro geraram diversas modificações na dinâmica social, principalmente o desemprego estrutural e a precarização do trabalho (SCOPINHO, 2003).

Tal cenário de degradação social estimulou processos de organização e articulação de trabalhadores excluídos em torno da luta por acesso à terra e aos meios de produção. Dentro deste contexto, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) chegou à região de Ribeirão Preto no ano de 1999, quando assumiu a ocupação de terras pertencentes ao governo do Estado de São Paulo, localizadas no município de Restinga, próximo a Franca. Em meio a um dos mais importantes polos nacionais do agronegócio, o movimento social abriu seu espaço na política regional com a criação de estabelecimentos como a Secretaria Regional Nordeste, a loja Sabor do Campo para comercializar os produtos vindos dos assentamentos e o Centro de Formação Sócio-Agrícola Dom Hélder Câmara, que desenvolve a formação técnica agroecológica, política e cultural voltada para acampados, assentados e militantes do MST e de outros movimentos sociais (SCOPINHO *et al.*, 2007).

Através de seu escritório regional, o MST vem desde então fundamentando suas discussões junto à sociedade, levando em conta a premissa da necessidade de uma mudança estrutural efetiva de contracorrente ao agronegócio através da reforma agrária, que possibilite o desenvolvimento de uma matriz que alie a produção de alimentos com o uso sustentável dos recursos nos assentamentos rurais (SCOPINHO, 2008; NOBRE, 2011).

Neste contexto, o primeiro acampamento cuja base social foi organizada pelo MST na região foi o do Sepé Tiaraju. No dia 17 de abril de 2000, 100 famílias acampadas em outras regiões migraram para a região de Ribeirão Preto, onde ocuparam uma área de 1000 hectares da Fazenda Santa Clara,

antiga propriedade da Usina Nova União, entre os municípios de Serra Azul e Serrana (SEVERI e PINTO, 2010). Apesar do acúmulo de dívidas trabalhistas, acusações de utilização de trabalho escravo e de danos ambientais que causaram a tomada judicial das terras pelo Governo do Estado de São Paulo, o poder político dos usineiros obrigou as famílias a mudarem acampamentos durante quatro anos na região (SCOPINHO *et al.*, 2007).

Em junho do mesmo ano, o primeiro despejo obrigou 80 famílias a se retirarem da área, sendo que a solidariedade de um sitiante nas proximidades abrigou as famílias no seu sítio durante três meses. Em setembro, as famílias organizaram uma nova ocupação na área da Fazenda Santa Clara que durou poucos dias até que outra liminar de reintegração de posse retirou as famílias de volta ao mesmo sítio, onde permaneceram até setembro de 2001. Neste ano, o poder dos usineiros da região se mostrou mais uma vez, quando o sitiante foi forçado a vender suas terras aos proprietários da Usina Nova União e as famílias sofreram mais um despejo (SCOPINHO *et al.*, 2007; SCOPINHO, 2009).

Mediante uma série de despejos, os trabalhadores ocuparam a área da antiga Estação Inhaúma da Ferrobam, área localizada dentro da Fazenda Santa Clara, mas de domínio público. Em 2002, reocuparam a fazenda organizando a “Agrovila do Sepé” na descida de um morro onde se encontram as nascentes que abasteciam a fazenda. Neste local, foi organizada uma área coletiva de cultivo orgânico de hortaliças e plantas medicinais. Em agosto de 2003, o Instituto de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) comprou a área do Governo do Estado de São Paulo e em 20 de setembro de 2004 foi criado o Assentamento Sepé Tiaraju com 80 famílias, oficializado pela Portaria nº 46 – INCRA (SCOPINHO *et al.*, 2007).

Motivado por uma série de discussões organizadas pelo MST e pelos trabalhadores antes acampados, os assentados optaram por construir o assentamento sobre bases cooperativas e produção aliada à conservação dos recursos naturais. De acordo com Scopinho *et al.* (2007 e 2009), a experiência do MST acumulada em mais de 20 anos organizando assentamentos, indicou

as novas diretrizes organizativas embasadas na cooperação e na agroecologia como vias para evitar a reprodução do modelo concentrador e excludente nos assentamentos rurais de reforma agrária. Deste modo, as discussões feitas com os acampados do Sepé Tiaraju, desde a época do acampamento, tiveram uma contribuição fundamental para a formação política dos trabalhadores, para a cristalização das discussões acerca do processo organizativo e para o processo que culminou na forma como o Assentamento Sepé Tiarajú foi organizado.

Tais discussões levaram o INCRA a criar, de forma inovadora no Estado de São Paulo, o assentamento na modalidade PDS – Projeto de Desenvolvimento Sustentável, por meio da Portaria nº 477/99. Esta modalidade tem o objetivo de conciliar o assentamento humano de populações não tradicionais em áreas de interesse ambiental com a promoção do desenvolvimento das famílias assentadas aliada à gestão sustentável dos recursos naturais (INCRA, 1999). De acordo com a Portaria, o interesse sócio-econômico-ambiental configura a modalidade como destinada a populações cuja subsistência se baseie em atividades de baixo impacto ambiental.

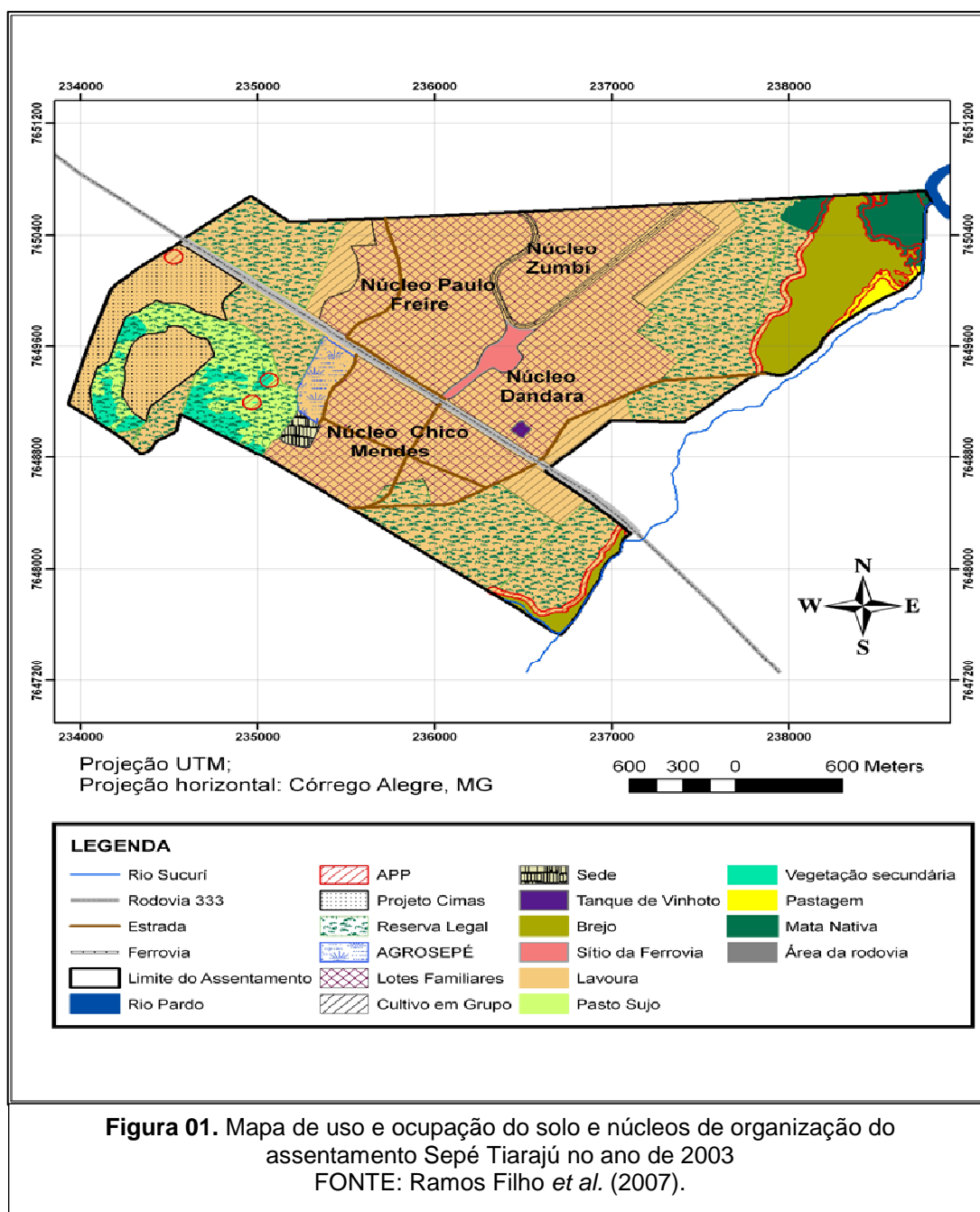
Neste contexto, o uso sustentável dos recursos naturais foi o compromisso dos assentados em conjunto com o INCRA e entidades ambientais, sob gestão compartilhada entre estes setores interessados, sendo que em fevereiro de 2007 a Promotoria de Justiça de Ribeirão Preto instaurou um inquérito civil para firmar um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) entre o Ministério Público de São Paulo, o INCRA e os assentados do Sepé Tiaraju.

Esta TAC teve o objetivo de dar base legal ao compromisso das partes envolvidas, no sentido de assegurar a organização cooperativa, territorial e a produção agroecológica. Além disso, o TAC firmou o compromisso dos assinantes em assegurar também práticas conservacionistas de uso e manejo do solo, da água, o reflorestamento em áreas prioritárias e, além do atendimento às legislações ambientais vigentes, a averbação de 35% da área como Reserva Legal, excluídas as Áreas de Preservação Permanente (APPs), superando em 15% os 20% de Reserva Legal previstos em lei.

### 3.2 – Caracterização da Área de Estudo.

Baseado na formação política organizada pelo MST entre os trabalhadores na época de acampamento e nas discussões entre os assentados e setores do governo e da sociedade civil, o assentamento Sepé Tiaraju foi oficialmente criado em 20 de setembro de 2004 como o primeiro do Estado de São Paulo na modalidade PDS e se iniciou o processo onde 80 famílias foram assentadas e organizadas em quatro Núcleos (Chico Mendes, Dandara, Zumbi dos Palmares e Paulo Freire) de 20 famílias cada. Representantes dos Núcleos compõem a coordenação do assentamento, assim como dos setores gerais de saúde, produção, entre outros temas. Uma área total de 814 ha foi dividida em lotes individuais de moradia e produção variando entre 3,5 a 4 ha, além de áreas coletivas de produção de 10 ha em média, distribuídas em cada Núcleo. A figura 01 mostra o mapa do planejamento do assentamento com seus quatro Núcleos, infra-estrutura presente e o uso e ocupação do solo no ano de 2003.

O assentamento está localizado na área da antiga fazenda Santa Clara, com a maioria de sua área dentro dos limites do município de Serra Azul e uma pequena parcela no município de Serrana, à aproximadamente 30 km do município de Ribeirão Preto, tendo seu centro aproximadamente entre as coordenadas 21° 14' e 47° 30'. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região onde se encontra o assentamento é do tipo Aw, que corresponde ao clima tropical chuvoso com inverno seco. A estação chuvosa se estende de outubro até março e a estação seca no inverno é bem delimitada nos meses de abril a setembro, sendo agosto o mês mais seco. A temperatura média atinge mais de 18°C no mês mais frio e chega a mais de 24°C no mês mais quente, tendo uma precipitação média anual superior a 1400 mm. (CEPAGRI, 2012; EMBRAPA, 2012).

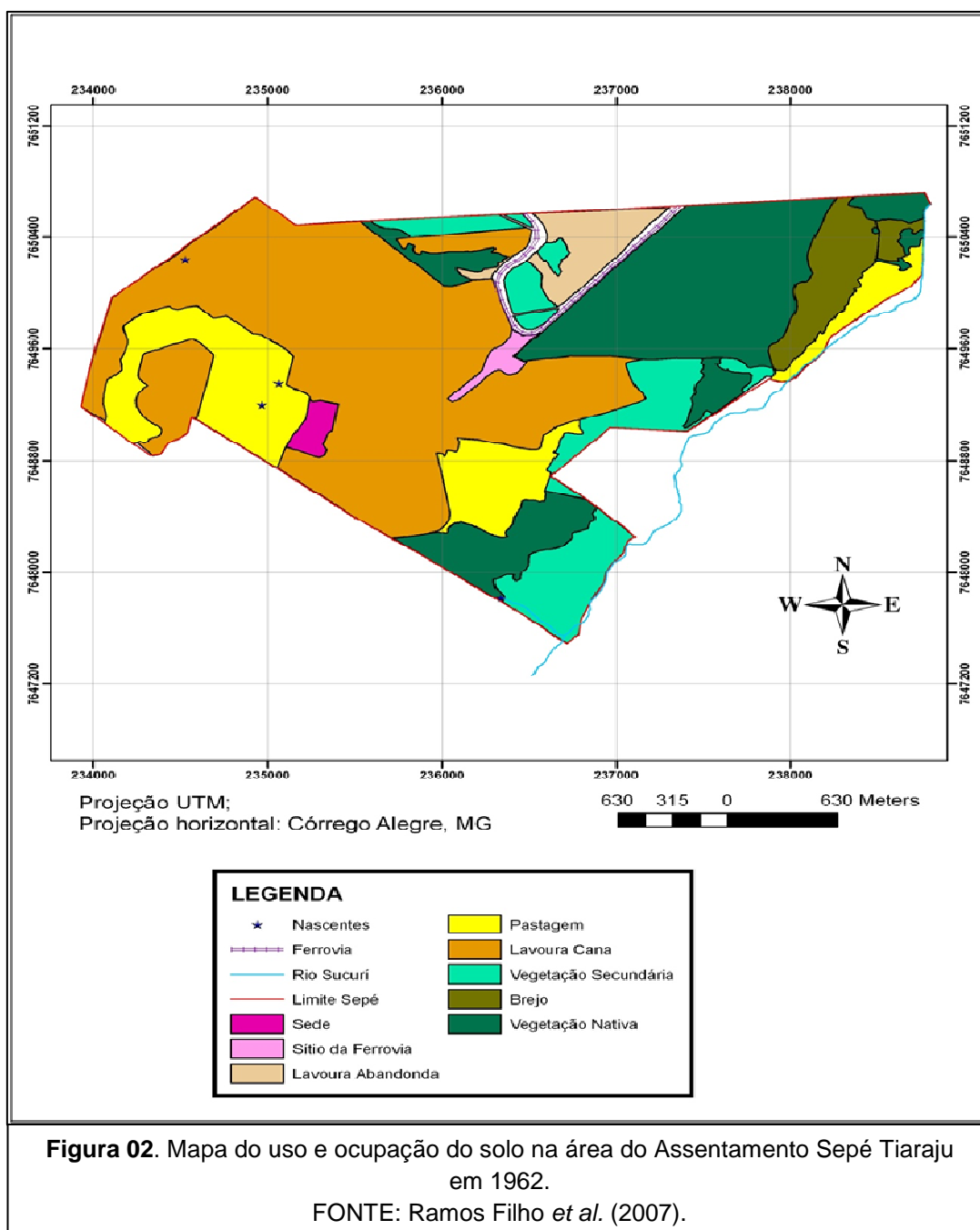


O assentamento apresenta-se em área de transição entre as formações florestais de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e formações savânicas do bioma Cerrado (Cerradão). Ocorrem na área a predominância de solos de textura arenosa (Argissolo) e de textura argilosa (Latosolo), com áreas de textura franco-arenosa (Argissolo), possuindo relevo

predominantemente do tipo levemente ondulado, de acordo com Ramos Filho e Pellegrini (2006).

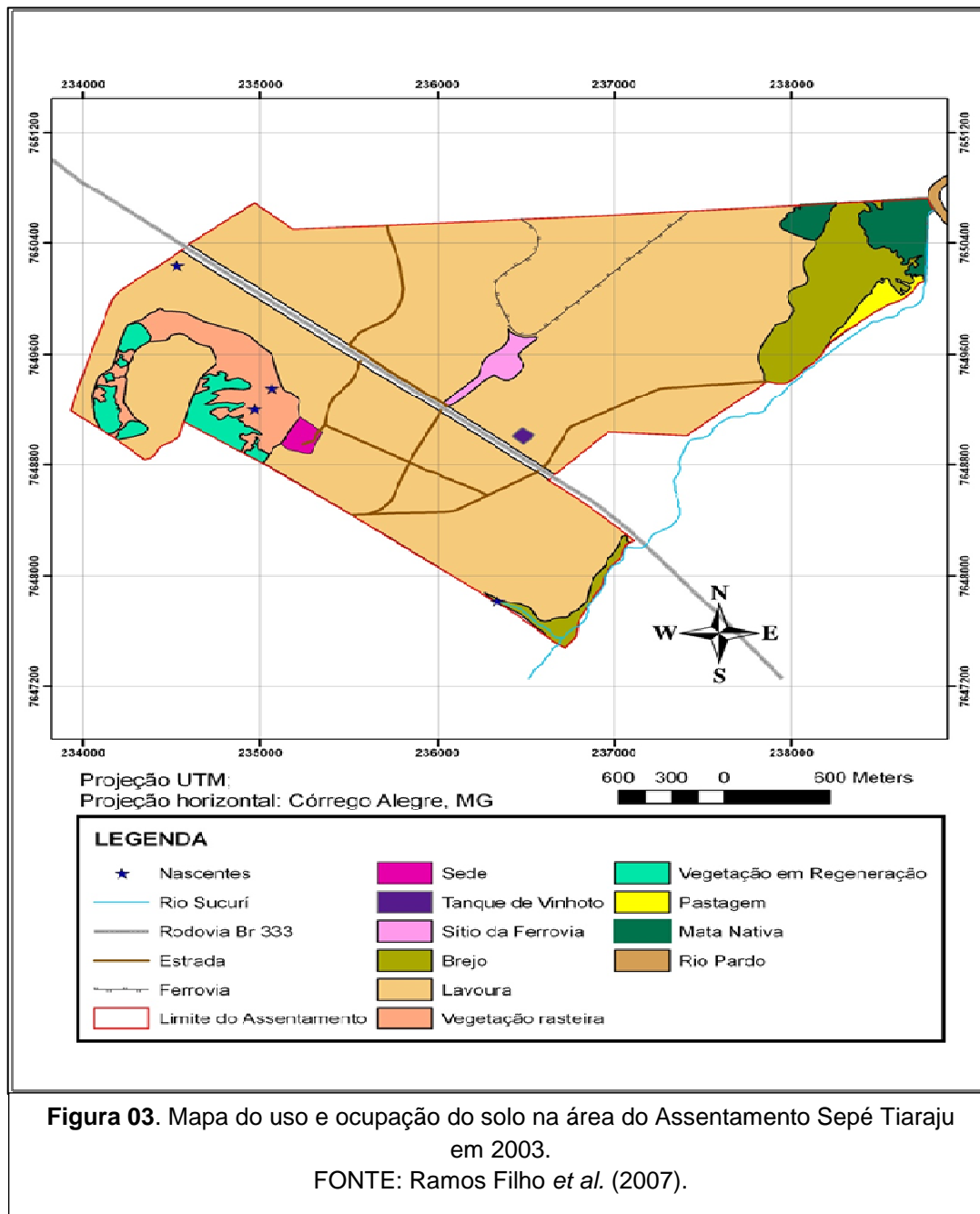
A área do assentamento se encontra sobre área de recarga direta do Aquífero Guarani, uma das maiores reservas de água potável do mundo. A textura mais arenosa dos solos presentes em áreas de recarga e a relativa alta permeabilidade destes solos são fatores de risco que apontam para sua vulnerabilidade ambiental quanto à contaminação dos reservatórios subterrâneos de água por agrotóxicos através da infiltração no perfil do solo e o risco da eutrofização e assoreamento dos cursos de água pela deposição de sedimentos e agrotóxicos. A matriz tecnológica aplicada aos monocultivos predatórios de grandes extensões que predominaram na região durante décadas ignorou a importância ecológica e a vulnerabilidade destes ecossistemas. Nas últimas décadas, as práticas de uso intensivo de maquinaria pesada e de agrotóxicos altamente utilizados no monocultivo da cana-de-açúcar, colocam a necessidade fundamental da incorporação práticas agroecológicas de manejo do solo e recomposição florestal, como pontos prioritários para a recuperação e manejo sustentável dos recursos naturais que estão degradados (CANUTO *et al.*, 2008).

A análise do histórico de uso e ocupação do solo da área mostra aspectos importantes e se coloca como uma janela por meio da qual se visualiza o processo de degradação, a qual a região toda foi submetida durante décadas. Em diagnóstico feito sobre a área do assentamento realizado por Ramos Filho e Pellegrini (2006), ficou evidenciado que os passivos ambientais deixados de herança pelas décadas de cultivo intensivo de cana-de-açúcar se observam hoje na paisagem. As figuras 03 e 04 esboçam a evolução do uso e ocupação do solo durante um período de mais de quatro décadas, onde pode-se notar as drásticas modificações na cobertura vegetal da área.



Através das figuras 02 e 03, é possível observar que, entre um período de quatro décadas, as áreas de cultivo de cana-de-açúcar na fazenda tiveram uma expansão significativa de seus limites, principalmente sobre áreas de nascentes e sobre vertentes de drenagem dos rios Sucuri e Pardo. Ou seja, a expansão deu-se sobre áreas de Reserva Legal (RL) e sobre Áreas de

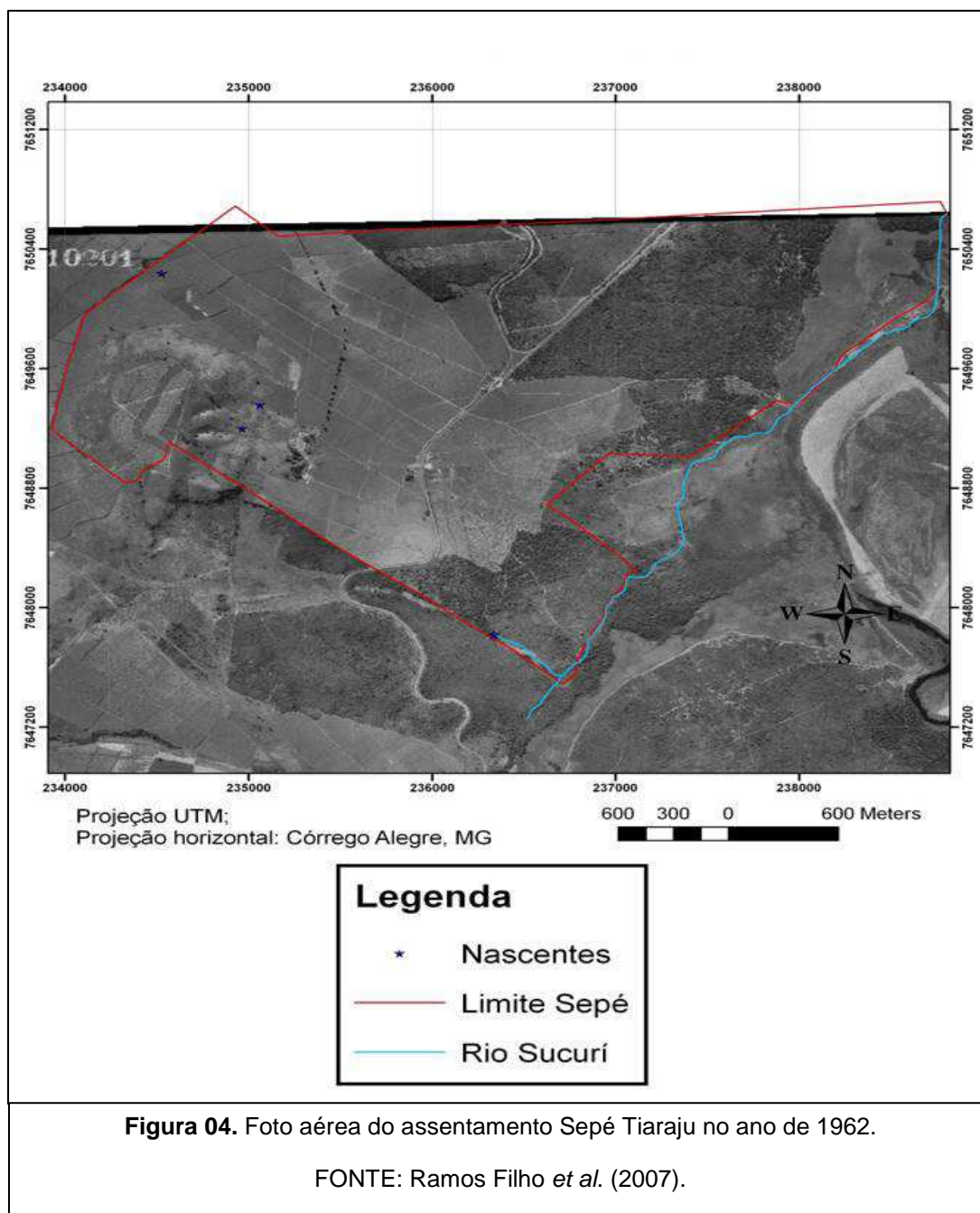
Preservação Permanente (APP), já previstas em lei desde a criação do Código Florestal de 1965.



A análise da cobertura florestal feita por Ramos Filho e Pellegrini (2006) através de fotos aéreas, evidencia que a área coberta por florestas mais densas e menos densas na fazenda teve uma diminuição drástica, visto que em 1962 ocupava 275,4 ha (totalizando 33,8% da área da fazenda) e em 2003

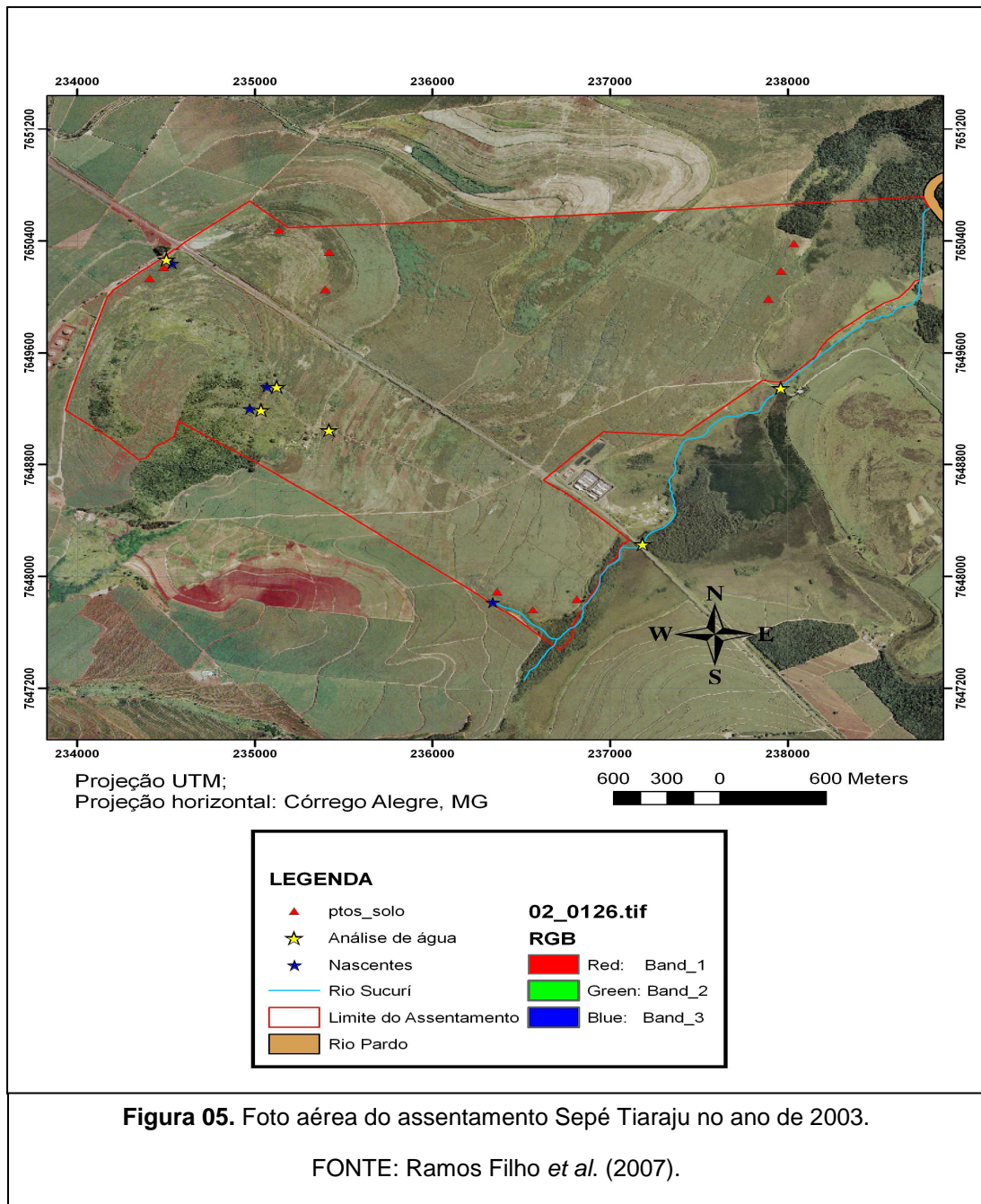


passou a contar com 40,8 ha (apenas 5% da área). A expansão da área cultivada com cana-de-açúcar é evidente também quando, no mesmo período, se verifica um aumento de 329,1 há (40,4 % d área), para 657,9 ha (80,7% sobre o total).



As figuras 04 e 05 mostram as fotos aéreas do assentamento comparando o ano de 1962 e o ano de 2003, onde se pode ver que a cobertura

florestal (área mais escurecida da foto) diminuiu significativamente neste período.



O cultivo de cana somente poupou as áreas úmidas de brejo e áreas com declives mais acentuados, o que indica que a derrubada da cobertura florestal só não foi total porque tais áreas impediam a mecanização e as práticas de cultivo.

Os mesmos autores encontraram que, no ano de 2003, do total de 17,6 ha de APPs delimitadas, em 12 ha delas predominavam processos de degradação, além de serem visíveis sinais de erosão e carreamento de sedimentos para áreas mais baixas e cursos de água. Mostram ainda, sinais de compactação do solo pelo uso intensivo e frequente de máquinas pesadas sobre o solo, mostras de degradação da matéria orgânica, da estrutura física e química do solo (RAMOS FILHO e PELLEGRINI, 2006; RAMOS FILHO *et al.*, 2007).

### **3.3. As atividades de pesquisa e desenvolvimento no Assentamento Sepé Tiaraju.**

Na busca por contribuir de forma ativa ao processo de construção do Assentamento Sepé Tiaraju, como uma experiência com perspectiva agroecológica, e indo ao encontro aos objetivos da modalidade PDS, a Embrapa Meio Ambiente em parceria com o INCRA, organizações dos agricultores assentados e organizações da sociedade civil, começaram a desenvolver projetos que visavam atender à demanda dos agricultores, tendo os sistemas agroflorestais (SAFs) como enfoque para as atividades (RAMOS FILHO *et al.*, 2007). Isso mostrava-se um grande desafio para os agricultores, devido às condições infra-estruturais, sociais, econômicas e ecológicas que enfrentavam.

As atividades de pesquisa e desenvolvimento iniciaram-se em 2005 com o projeto “Capacitação sócio-ambiental para construção de projetos de desenvolvimento sustentável em assentamentos rurais no Estado de São Paulo”. Em um primeiro momento, o Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente realizou um diagnóstico agroflorestal participativo como parte das ações de apoio ao planejamento do assentamento. O estudo incluiu a identificação, quantificação e qualificação da situação dos recursos florestais, hídricos e do solo do assentamento, além de ações de capacitação na forma de oficinas junto aos agricultores nos temas envolvidos no diagnóstico (solo,

água, vegetação e legislação ambiental), sendo um dos objetivos também a proposição de diretrizes orientadoras do manejo dos recursos naturais (NOBRE, 2011).

Seguindo o processo de apoio ao planejamento, foram desenvolvidas diversas atividades de sensibilização e capacitação técnica agroecológica dos agricultores assentados, que incluíram oficinas, cursos, seminários, dias de campo, intercâmbios de experiências. No ano de 2006, a partir de planejamento participativo envolvendo agricultores e técnicos, foi implantada no assentamento, na forma de mutirão, uma Unidade de Observação Participativa (UOP), que se constituiu em uma unidade de SAF. O objetivo foi o de permitir, não somente a observação dos processos e manejos agroecológicos, mas também a prática dos mesmos, ou seja, a participação dos agricultores nas atividades de plantio, manejo, monitoramento e avaliação das plantas no SAF (RAMOS FILHO *et al.*, 2007; NOBRE, 2011).

Outra metodologia proposta pelas ações do projeto foi a irradiação das experiências por meio de agricultores-experimentadores. A efetividade das atividades de sensibilização e capacitação técnica desenvolvidas mostrou-se no fato de 16 agricultores terem implantado áreas de SAF em seus lotes depois de dois anos. Isto mostra o fundamental resultado das ações, que foi a apropriação do conhecimento em SAFs pelos agricultores e a adequação deste conhecimento às suas realidades (CANUTO *et al.*, 2008).

Dados do diagnóstico realizado por Nobre (2007) comprovam esta apropriação do conhecimento: mais de 80% das famílias entrevistadas relatou que participou das atividades do projeto e que a participação proporcionou uma rica troca de experiências e grande aprendizado. Outro ponto importante observado pelo autor, é que grande parte dos entrevistados utiliza a prática conservacionista do solo com cobertura constante de restos culturais ou plantas espontâneas.

A inserção do autor do presente trabalho nas atividades do projeto, que deram início ao estímulo para realizar o presente estudo, teve início no ano de 2008. Neste ano, após a irradiação das experiências de SAFs para os lotes dos

agricultores, o projeto entrou em uma nova fase, onde os objetivos englobaram além de ações de apoio aos agricultores para a irradiação das experiências, também o atendimento das demandas dos agricultores quanto à construção do conhecimento em práticas de manejo que emergiam como “pontos de estrangulamento” nos sistemas. Neste sentido, inicialmente foi realizada uma reunião de planejamento entre equipe da Embrapa, técnicos do INCRA e agricultores, na qual foram levantadas as demandas dos agricultores e o calendário de atividades.

Além do planejamento, foi realizada a primeira oficina de “Sistema de Produção da Banana” no lote de um dos agricultores agroflorestais, que estava tendo problemas com o ataque de pragas e a disseminação de doenças no seu cultivo de bananas. A banana é um dos “carros-chefe” na produção agrícola do assentamento e o conhecimento de seu manejo adequado era um dos pontos limitantes para a maioria dos agricultores. Foram abordados, na prática, temas como boas práticas de manejo, controle preventivo e biológico de pragas e doenças e noções de amostragem de solos para análises laboratoriais.

Com alguns problemas de natureza organizacional, política e a dissolução dos núcleos em grupos de afinidade, a estrutura de organização dos agricultores gerou dificuldades no planejamento do projeto e na comunicação das atividades para os agricultores. A partir daí, o direcionamento foi o de realizar as atividades e fazer o acompanhamento dos sistemas com os agricultores que demonstrassem mais interesse e acompanhassem as atividades com maior constância. Para isso, foram realizados diagnósticos individuais nos lotes de alguns dos agricultores agroflorestais, de acordo com demanda levantada por eles.

Tais diagnósticos visavam levantar o histórico de vida dos agricultores e caracterizar os sistemas de acordo com aspectos socioeconômicos, produtivos e ambientais. Além disso, identificavam as dificuldades, demandas e o planejamento dos agricultores para sua produção no lote, através da confecção de mapas. Complementando os diagnósticos, foram levantadas outras informações sobre o estado do sistema, e as demandas de outros agricultores

eram obtidas no acompanhamento dos lotes. As figuras 06 e 07 ilustram os diagnósticos realizados nos lotes de dois agricultores:



**Figura 06.** Diagnóstico no lote do agricultor 10.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 07.** Diagnóstico no lote do agricultor 1.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.

Após a identificação das demandas dos agricultores, os “pontos de estrangulamento” foram levantados. Entre as demandas figuravam, por exemplo, as seguintes: necessidade de maior conhecimento da ecologia das espécies nativas introduzidas nos sistemas, sobre o uso de seus recursos, a função e inserção delas no sistema; adequação do desenho do sistema à quantidade de mão-de-obra que o agricultor dispunha para manejá-lo e a otimização do manejo; o planejamento do sistema para obter-se um escalonamento de produção ao longo do ano agrícola, a fim de construir sistemas que possibilitassem produção a curto, médio e longo prazo. Com estas informações, foram desenvolvidas atividades com o intuito de contemplar as demandas. Foi realizado um manejo de inverno abordando técnicas de poda e uma atividade de plantio no lote de um agricultor, abordando a função das espécies vegetais pioneiras e secundárias na sucessão ecológica, assim como a inserção estratégica destas espécies no SAF.

Tendo sido observada a necessidade de melhor conhecimento para o planejamento dos sistemas, realizou-se em novembro de 2008, o “Curso:

Desenho de Sistemas Agroflorestais” com a participação de técnicos do INCRA e de vinte agricultores agroflorestais, os quais estavam interessados em implantar SAFs em seus lotes na próxima época de chuvas. O curso desenvolveu uma parte teórica que englobou uma síntese dos principais avanços dos SAFs no assentamento, assim como os conceitos, as diferentes possibilidades de desenho e os manejos aplicados a cada tipo de SAF. A parte prática do curso constituiu-se do planejamento dos lotes através do preenchimento de formulário técnico e confecção de mapas pelos agricultores, com o acompanhamento da equipe do projeto, a fim de definir os objetivos de organização da produção de cada agricultor participante. Este planejamento foi essencial para direcionar as próximas atividades do projeto e, ao final do curso, foi discutido e organizado o calendário de implantações de sistemas agroflorestais nos lotes de alguns agricultores, priorizando os menos experientes.

As implantações aconteceram no lote de cinco famílias nos meses de novembro, dezembro de 2008 e janeiro de 2009. Tais agricultores já utilizavam o componente arbóreo em seus lotes e alguns já organizavam o sistema de uma forma que caracterizava um SAF. Algumas ações tiveram, como objetivo, iniciar um SAF e outras, o de enriquecer o sistema existente. As implantações foram realizadas na forma de mutirões, onde o agricultor proprietário do lote procedia à explanação dos seus objetivos e o desenho prévio pensado por ele. As discussões com os outros agricultores e técnicos auxiliavam o agricultor a melhorar o planejamento do seu sistema. Os eventos de implantação se constituíram em um dos espaços mais importantes de trocas de experiências e conhecimentos, pois cada técnico e agricultor participante trazia sua bagagem específica acumulada e socializavam estes conhecimentos para a construção dos novos sistemas.

Resultados importantes das metodologias utilizadas pelo projeto incluíram a apropriação, a validação dos conhecimentos agroecológicos e agroflorestais pelos agricultores e a consolidação dos SAFs de alguns agricultores como Unidades de Referência. Unidades de Referência são espaços de construção do conhecimento em que, mais do que “transferência

de tecnologia”, significavam inspirações para o trabalho do demais agricultores do assentamento. Deste modo, as experiências irradiadas para os lotes, com suas especificidades, transformaram-se em ”modelos iniciais” onde conhecimento é construído, adequado, socializado e validado, tornando-se sempre novo conhecimento (NOBRE, 2011).

A consolidação das experiências referenciadas Unidades de Referência permitiu que o projeto iniciasse o planejamento para outra fase, a de monitoramento dos sistemas, já que mesmo consolidados, ainda apresentavam diversos aspectos a serem adequados. Nesta fase, no mês de maio de 2009, foi realizada então uma oficina de sensibilização, cujos objetivos foram abordar a importância do monitoramento e esclarecer, de forma adequada à realidade dos agricultores, conceitos, objetivos, processos de análise e ferramentas utilizadas para tanto. Priorizou-se a discussão do tema utilizando as contribuições de todos os agricultores participantes a fim de sensibilizá-los, estimulá-los e identificar suas demandas. Pontos-chave abordados na oficina foram a importância de planejar a produção a curto, médio e longo prazo e a importância de fazer o registro de informações referentes à produção.

No mês de outubro de 2009, uma segunda oficina foi realizada para dar continuidade às discussões sobre o monitoramento participativo dos SAFs no assentamento e, além do tema monitoramento, foi realizada juntamente uma oficina abordando os conceitos, objetivos, usos e a prática do preparo de biofertilizantes para os SAFs. Desta vez, a continuação das discussões sobre o monitoramento incluiu os objetivos dos indicadores, o estímulo ao levantamento de alguns indicadores pelos agricultores, a confecção de uma árvore que elencava os objetivos que os agricultores tinham com seus SAFs e formas que eles utilizariam para monitorar tais objetivos. As figuras 08 e 09 ilustram a oficina de monitoramento e a árvore de objetivos criada a partir das discussões com os agricultores.

No desenvolvimento do presente trabalho, foi de extrema importância o processo rico em troca de experiências, conhecimentos e práticas, que se constituiu a formação do assentamento Sepé Tiarajú sob as bases da



promoção da produção agrícola sustentável, da conservação dos recursos naturais, da recomposição da cobertura florestal e a construção de diversas experiências de sistemas agroflorestais, tudo inserido em um contexto histórico fundamentado na degradação profunda destes recursos.



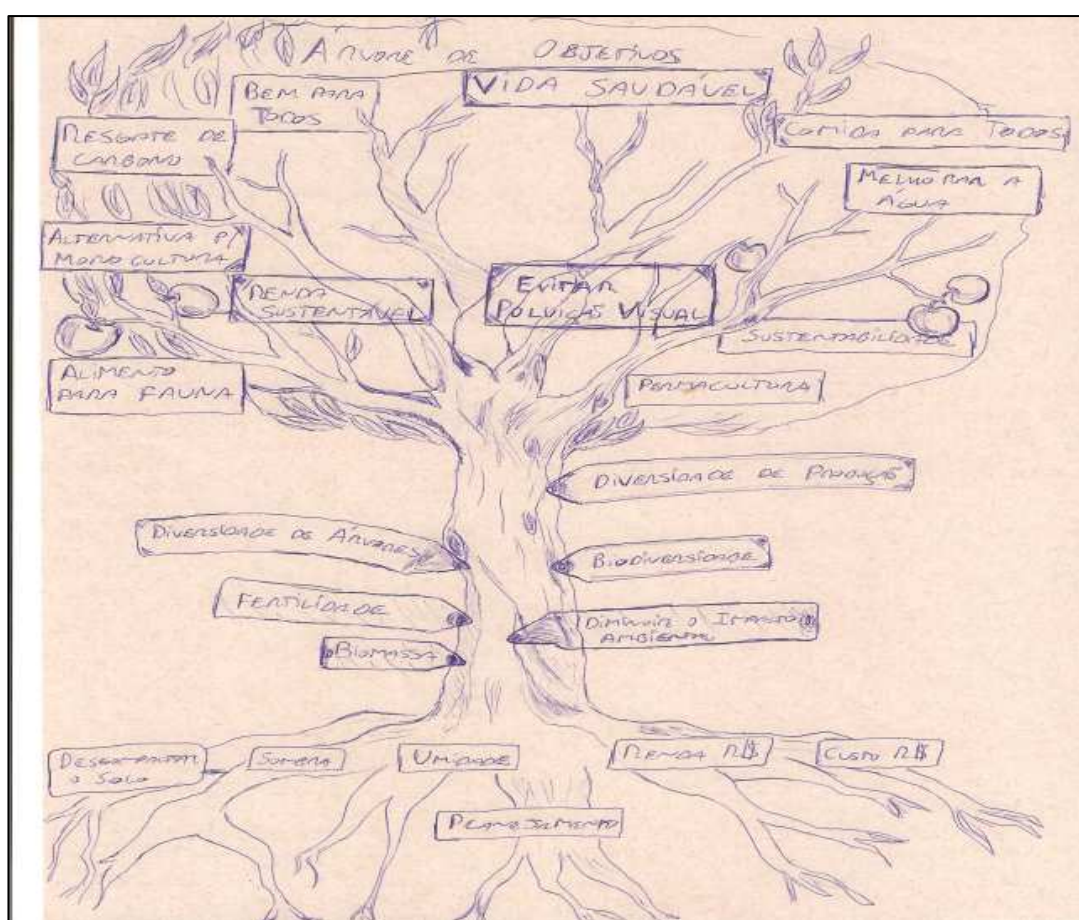
**Figura 08.** Oficina de monitoramento e preparo de biofertilizante.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente

A inserção do autor do presente trabalho nas atividades de planejamento, sensibilização, capacitação técnica e implantação dos SAFs, permitiu a imersão em um ambiente de discussões onde pôde-se identificar alguns anseios, objetivos e dificuldades expressados pelos agricultores, os quais foram estímulos importantes para despertar perguntas que levaram a elencar objetivos para a presente pesquisa.

Apesar do sistema de monitoramento ter sido baseado no manual “Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica – a percepção do agricultor” de CASALINHO (2004), além de informações obtidas nos diagnósticos dos SAFs realizados com alguns agricultores, principalmente as discussões sobre a importância do monitoramento dos

sistemas e os objetivos elencados pelos agricultores que originaram a árvore de objetivos a curto, médio e longo prazo, foram fundamentais como bases para o elenco de indicadores de monitoramento da qualidade do solo usados neste trabalho, onde os objetivos refletiram aspectos desejáveis do sistema que trazem benefícios ecológicos, econômicos e sociais para as famílias e muitos dos objetivos e observações feitas pelos agricultores sobre a forma como poderiam monitorar os indicadores em seus sistemas, apresentaram muitos pontos de encontro aos parâmetros identificados pelo autor do manual.



**Figura 09.** Árvore de objetivos confeccionada de acordo com os objetivos elencados pelos agricultores na oficina de monitoramento.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.

Particularmente importante para o desenvolvimento do presente trabalho, foi também a construção de uma relação de confiança entre o autor e

os agricultores analisados, o que é de fundamental importância e somente foi possível construir a partir do acompanhamento das atividades do projeto e da demonstração de compromisso com o apoio à construção das experiências agroflorestais.

### 3.4. Caracterização dos sistemas agroflorestais avaliados

A tabela 3 apresenta as características físicas, produtivas e de distribuição espacial dos dez SAFs analisados no presente estudo. Os dados sobre área, idade, desenho, carros-chefe e inclinação do terreno são uma aproximação obtida de acordo com os relatos dos agricultores e com observações feitas no lote. O arranjo foi caracterizado de acordo com classificação de May e Trovatto (2008).

<b>Tabela 3. Caracterização física, estrutural e produtiva dos SAFs</b>					
	<b>Área (ha)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Desenho/ Arranjo</b>	<b>Carros-chefe</b>	<b>Inclinação do terreno</b>
<b>SAF 1</b>	2,5	5	Adensado/misto	Banana, mandioca, Maracujá, limão	declivoso
<b>SAF 2</b>	0,2	1 ano/8 meses	Não adensado/ em faixas	Banana, mamão, Mandioca	plano
<b>SAF 3</b>	1	3	Adensado/ misto	Banana, maracujá, feijão- fava	plano
<b>SAF 4</b>	0,5	5	Adensado/ misto	Laranja, limão	declivoso
<b>SAF 5</b>	2,2	3	Não adensado/ em faixas	Banana, assafrão, laranja	plano
<b>SAF 6</b>	2,2	4	Não adensado/ em faixas	Banana, mandioca, café	declivoso
<b>SAF 7</b>	1	4	Adensado/ misto	Banana, abacaxi	plano
<b>SAF 8</b>	2	5	Não adensado/ em faixas	Banana, abacaxi, mamão, café	plano
<b>SAF 9</b>	2,8	4	Não adensado/ misto	Banana, mandioca	plano
<b>SAF 10</b>	2	4	Adensado/ misto	Banana, abacaxi, café	plano

No geral, os SAFs estudados se constituem em sistemas diversificados, multi-estratificados sucessoriais (MAY & TROVATTO, 2008), ou seja, o desenho e manejo se balizam pela dinâmica da sucessão ecológica, incluindo

espécies agrícolas anuais, frutíferas e espécies florestais arbóreas, arbustivas e herbáceas, além de trepadeiras. É utilizado o cultivo mínimo do solo e os manejos realizados incluem poda de condução com facão e capina seletiva com roçadeira costal ou enxada. A adubação é feita principalmente através de restos culturais, folhagem das árvores e adubação verde com leguminosas. O controle de espontâneas é realizado pelo plantio de adubos verdes e pelo sombreamento das árvores. E o controle de outras pragas e doenças é feito com métodos alternativos.

### **3.5. Construção do roteiro semi-estruturado.**

Um roteiro semi-estruturado de perguntas foi construído com base no manual “Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica – a percepção do agricultor”, de Casalinho (2004). O manual alia o conhecimento agrônomo moderno com o conhecimento não acadêmico e levanta, entre um grupo de agricultores familiares que utilizam sistemas de produção de base ecológica, a percepção que eles têm de um solo de boa qualidade, os indicadores e respectivos parâmetros que utilizam para observar o desempenho de cada indicador.

No roteiro do presente trabalho, foram construídas 10 perguntas, uma para cada um dos seguintes indicadores: compactação; erosão; retenção de umidade; cor do solo; plantas indicadoras; crescimento/desenvolvimento/aspecto das culturas; produção das culturas; presença de minhocas; presença de insetos e outros organismos no solo; e presença de pragas/doenças, que foram escolhidos por serem fatores que influenciam ou são influenciados pelo uso agrícola do solo.

O conteúdo que norteou as perguntas do roteiro baseou-se nos critérios qualitativos de avaliação de cada indicador descritos no manual, onde foram separados termos mais simples, de fácil compreensão, relacionados a cada indicador, para facilitar a conversa com os agricultores. Os indicadores e seus

respectivos critérios qualitativos de avaliação são descritos na tabela 4, a seguir:

<b>Tabela 4. Indicadores da qualidade do solo e seus respectivos parâmetros qualitativos utilizados no roteiro semi-estruturado no assentamento Sepé-Tiarajú, Serra Azul - SP</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Critério de avaliação</b>
<b>Compactação</b>	Solo fofo/solto ou duro/compactado; Facilidade/dificuldade de trabalhar a terra com implementos.
<b>Erosão</b>	Presença ou ausência de terra lavada, sulcos, valetas; formação ou não de enxurradas; cor da água de enxurrada mais escura/barrenta ou mais clara/límpida
<b>Retenção de umidade</b>	Depois de uma chuva a terra segura a umidade por mais ou menos tempo
<b>Cor do solo</b>	Solo mais claro/esbranquiçado/sem matéria orgânica ou mais escurecido/com boa quantidade matéria orgânica
<b>Plantas indicadoras</b>	Presença de plantas indicadoras de solo degradado/compactado/de má qualidade (guanxuma, carrapicho, tiririca, etc.) ou de plantas indicadoras de solo de boa qualidade (caruru, beldroega, serralha, etc.)
<b>Crescimento/desenvolvimento/aspecto dos cultivos</b>	Crescimento/desenvolvimento da planta, flor, fruto pior/mais demorado/deficiente ou normal/menos demorado; plantas amareladas/pouco viçosas ou mais viçosas/vigorosas/com mais cor
<b>Produção dos cultivos</b>	Houve aumento ou diminuição na produção dos cultivos
<b>Minhocas</b>	Maior ou menor quantidade de minhocas, quando trabalha o solo
<b>Insetos e outros organismos do solo</b>	Maior ou menor quantidade/diversidade de insetos e organismos do solo quando trabalha a terra/ afasta a cobertura do solo.
<b>Pragas e doenças</b>	Menor ou maior ocorrência de pragas e/ou doenças

Os indicadores foram analisados comparando-se os relatos dos agricultores referentes a dois momentos; um “Anterior”, caracterizado pelo momento em que os agricultores chegaram no lote e nos primeiros anos em que começaram o plantio; e o momento “Atual”, caracterizado pelo uso atual do solo na forma de sistemas agroflorestais.

### **3.6. Aplicação do roteiro a campo.**

Para a realização das entrevistas, foram selecionadas 10 famílias de agricultores do assentamento Sepé-Tiaraju que utilizam como prática de plantio, o sistema agroflorestal. Como critério de escolha, foram escolhidos os agricultores que mais participaram dos eventos de sensibilização, capacitação, troca de experiências e implantação desenvolvidos nos anos de 2008 e 2009 dentro do projeto “Capacitação sócio-ambiental para construção de projetos de desenvolvimento sustentável em assentamentos rurais no estado de São Paulo” coordenado pela Embrapa - Meio Ambiente em parceria com o INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária e organizações representativas dos agricultores assentados.

Dentro deste campo amostral, foram selecionados os agricultores com os quais se criou mais contato e maior grau de confiança durante estes dois anos. A realização das entrevistas aconteceu em um período de duas semanas no mês de agosto de 2010, mês que se encontra dentro de período de estiagem na região. Cada entrevista teve duração de aproximadamente 4 horas e foi realizada com um caráter de conversa, à medida que se caminhava no lote, com o objetivo de se fazer observações sobre os indicadores juntamente com o agricultor.

A análise comparativa entre os dois “momentos”, frente aos indicadores, baseada no resgate da memória dos agricultores e em seus relatos, pode apresentar certa limitação metodológica pelo fato das falas dos agricultores poderem ser carregadas de percepções enviesadas, que podem direcionar a

avaliação de estado do “Anterior” ou do “Atual”, para o status negativo ou positivo dos indicadores. Apesar do enviesamento ser uma possibilidade real nos resultados, as conversas foram conduzidas de forma a evitar, o máximo possível, o direcionamento das respostas.

Os critérios qualitativos de avaliação, que se constituíram como pilar central das perguntas do roteiro, foram utilizados de forma a não direcionar as respostas, nem à negatividade e nem à positividade, nos questionamentos feitos aos agricultores durante as conversas, objetivando conferir liberdade à emergência de percepções diversas.

Foram realizadas observações a campo para a análise do estado dos seguintes indicadores: retenção de umidade; cor do solo; minhocas; e insetos e outros organismos no solo.

Para a análise do indicador “retenção de umidade”, utilizou-se a técnica simples de segurar uma porção de solo retirada de uma área sombreada coberta por resíduos vegetais e de uma área mais exposta ao sol, comparando-se a sensação de temperatura de ambas.

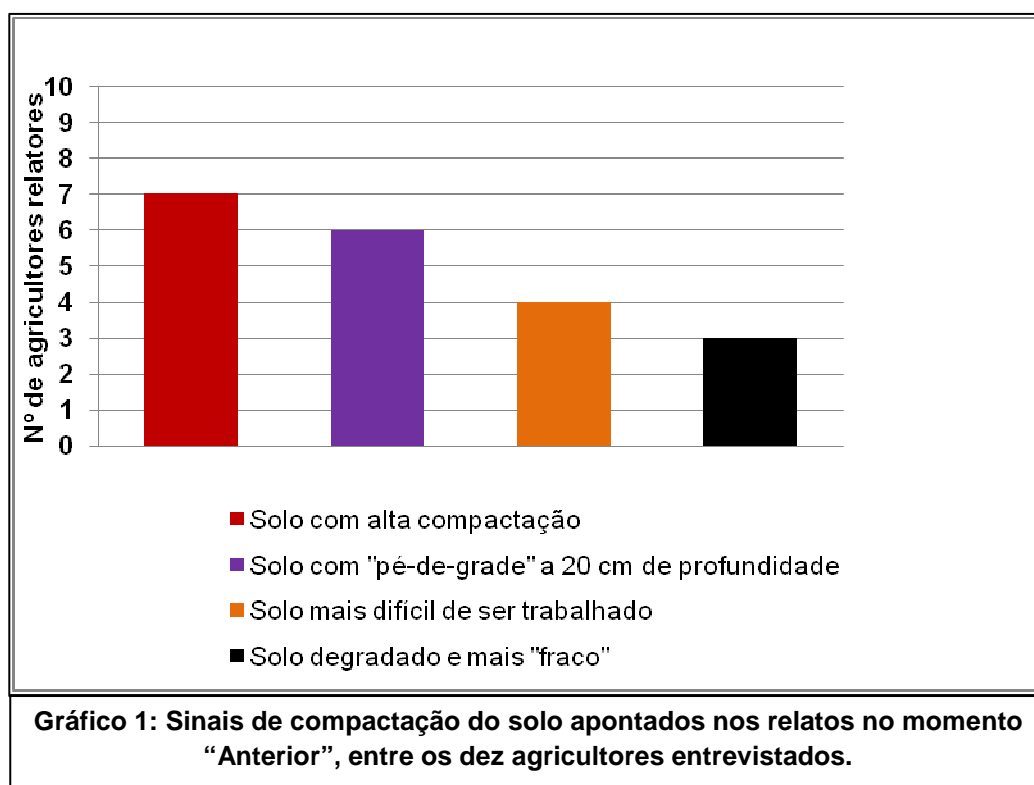
Com relação à coloração do solo, a mesma técnica foi utilizada, mas analisando a diferença de cor das partículas de solo entre as duas áreas. Para a análise da população de minhocas, insetos e outros organismos no solo, utilizou-se a técnica simples de observação de atividade biológica na superfície do solo, quando se afasta a cobertura de resíduos vegetais e comparou-se a uma área mais exposta.

## **4. Resultados e Discussão**

### **4.1 Compactação**

Com relação à compactação do solo nos lotes, quando questionados sobre a condição deste indicador no momento “Anterior”, sete entre os dez

agricultores entrevistados relataram observar que o solo se encontrava com alta compactação. Seis entre os dez relataram um solo com o chamado “pé-de-grade” ou também chamado de “pé-de-arado” a uma profundidade de 20 centímetros. O “pé-de-grade” ou “pé-de-arado” constitui-se em uma camada compactada que se forma no perfil do solo, abaixo da camada superficial, geralmente consequência da constante prática da aração ou gradeamento inadequados. Um total de quatro agricultores disse ter maior dificuldade de trabalhar a terra naquela época se comparado com o momento “Atual” em que o sistema agroflorestal ocupa o solo e três deles relataram observar que o solo se encontrava degradado e mais “fraco”. Os dados dos relatos podem ser visualizados no gráfico 1, a seguir.



Os agricultores que relataram maior dificuldade de trabalhar o solo no momento “Anterior”, atribuíram diversas causas a esta dificuldade e nem todos eles relacionaram tais causas diretamente à compactação do solo. A observação do agricultor 2 refletiu a sua dificuldade em conseguir obter um desenvolvimento eficiente de mudas de plantas e eventualmente ocorrer a



morte de mudas plantadas pelo fato de a infiltração de água no perfil do solo ficar prejudicada pelas camadas compactadas. Este agricultor relatou como indicador da compactação e degradação do seu solo, o fato dele poder observar desenvolvimento deficiente, em época de estiagem, de sementes ou mudas plantadas em área de seu lote, que foi submetida ao tráfego de tratores, onde há presença de menor diversidade de plantas e não há o mesmo manejo do SAF. Ele ressaltou que, mesmo disponibilizando água com o regador, o desenvolvimento apresenta-se deficiente, enquanto que no solo manejado na forma de SAF as mudas se desenvolvem de forma mais eficiente nas mesmas condições de estresse hídrico quando é disponibilizada água. Esta observação pode ser visualizada na fala do agricultor:

“La na frente da casa que tá ruin, porque passaram trator, lá nem se joga água não nasce nada... aqui no SAF se joga água nasce” Agricultor 2.

O estudo de SILVA (1986) observou que taxas constantes de infiltração de água no solo e infiltração acumulada diminuíram quando este esteve submetido a um manejo de plantio de milho associado a um período de pousio, em solo compactado e submetido à gradagem. Por outro lado, esta infiltração aumentou em solo submetido a manejo de cultivo consorciado de milho com lab-lab, sem compactação e sem a utilização do implemento de gradagem (SILVA, 1986).

Os relatos de dois dos agricultores indicam que eles relacionaram tal maior dificuldade de trabalho no solo com a questão do maior gasto de mão-de-obra necessário para controlar a explosão da população de plantas espontâneas como o colonião (*Panicum* sp.), a guanxuma (*Sida* sp.) e carrapicho (*Cenchrus* sp.). O agricultor 7 relacionou como causa da maior dificuldade de trabalho no seu solo, a disponibilidade de menor quantidade de biomassa no sistema que poderia ser destinada a produção de cobertura morta do solo e que poderia, portanto, ser destinada a recuperação da qualidade do solo.

Ainda outros dois agricultores, entre eles o agricultor 7, relataram o estado de degradação e compactação do solo como causa desta maior dificuldade de trabalho na terra. Nesse sentido, as observações dos agricultores sobre a dificuldade do trabalho na terra não se relacionaram apenas ao problema de penetração de implementos e ferramentas para o preparo do solo. Mas se relacionaram também á retenção de umidade e á invasão de espécies de plantas espontâneas.

Com relação às observações dos agricultores sobre a presença do “pé-de-grade” ou “pé-de-arado”, apesar de apenas seis entre os dez agricultores terem relatado tal situação inicial, esta condição de compactação é uma realidade em boa parte da área do assentamento. Isto é devido ao manejo histórico de mais de seis décadas com o monocultivo convencional de cana-de-açúcar. Estudos de parâmetros relacionados à qualidade do solo do Assentamento Sepé Tiaraju realizados por Ramos Filho e Pellegrini (2006) atestam justamente esta situação observada pelos agricultores. Os autores encontraram níveis maiores de porosidade total na camada de 0 a 10 cm se comparado com a camada de 10 a 20 cm. Esta condição pode ser explicada pelos maiores teores de matéria orgânica nas camadas superiores do solo (horizonte orgânico), mas por outro lado, indica também que as camadas superiores do solo eram mantidas com níveis mais altos de porosidade através do revolvimento constante do solo. Em contrapartida, a camada abaixo dos 10 cm apresenta-se compactada, caracterizando o “pé-de-grade” ou “pé-de-arado”. Um dos agricultores entrevistados atesta esta condição de compactação no caso do seu lote:

*“Em alguns lugares era pesado, mas mesmo antes os canavieiros não deixavam o solo ficar compactado... mas a terra estava fofa só por cima, porque por baixo estava compactada e ainda está” (Agricultor 5).*

Ramos Filho e Pellegrini (2006) observaram também níveis de macroporosidade inferiores aos níveis de microporosidade em todos os pontos e profundidades analisados nos quatro núcleos do Assentamento Sepé Tiaraju. De acordo com os autores, esta condição de predominância de microporos no

solo está relacionada a um aumento da densidade do solo, parâmetro que geralmente se relaciona com um estado de degradação da estrutura do solo, destruição dos seus grumos e compactação.

Os mesmos autores ainda ressaltam que uma boa relação entre macroporos e microporos, ou seja, uma boa estrutura do solo é condição essencial para um eficiente movimento e aporte de água para as plantas. Neste sentido, os microporos são responsáveis pela retenção de umidade para as raízes das plantas e os macroporos exercem a função de proporcionar uma rápida drenagem, infiltração e disponibilização de água para o horizonte onde se encontra o complexo radicular das plantas. O parâmetro mais diretamente afetado pelo manejo aplicado ao solo é o da macroporosidade.

Sete entre os dez agricultores relataram consequências nas suas lavouras relacionadas com a compactação do solo, sendo que quatro dentre estes mencionaram um desenvolvimento deficiente de plantas e a dificuldade de obter uma produção satisfatória dos cultivos. De fato, estudos de Silva (2005) atestam os efeitos da compactação do solo no desenvolvimento de plantas, que ocasionaram a redução da produção de matéria seca da parte aérea e das raízes de plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por Jimenez *et al.* (2007), que observaram efeitos significativamente negativos da compactação subsuperficial no crescimento radicular de plantas de cobertura.

Outros dois deles relataram uma grande dificuldade de penetrar a camada de solo compactada presente a 20 cm de profundidade com implementos. O Agricultor 7 disse ter observado a presença de espécies de plantas espontâneas indicadoras de solo degradado e compactado, como a guanxuma (*Sida sp.*) e carrapicho (*Cenchrus sp.*) (ver item 4.5). Disse ainda ter observado que a matéria orgânica sobre o solo decompunha-se mais rapidamente no momento “Anterior”, comparado com a situação no solo manejado como SAF. A fala de um destes agricultores expõe tal argumento:

*“Antes era muito compactado, porque aqui era área de estacionamento de vagões de trem. Não conseguia colher milho e nem feijão de corda, que dá em qualquer lugar, eu não conseguia colher.”* (Agricultor 3).

Analisando o relato do agricultor acima, se observarmos o mapa do Assentamento Sepé Tiaraju mostrado na figura 01 do item 3.2 deste trabalho, podemos ver que no centro da área localizava-se um pátio ferroviário da antiga Fazenda Santa Clara. Os lotes dos agricultores 2, 3 e 8 localizam-se próximo à área onde se localizava este pátio.

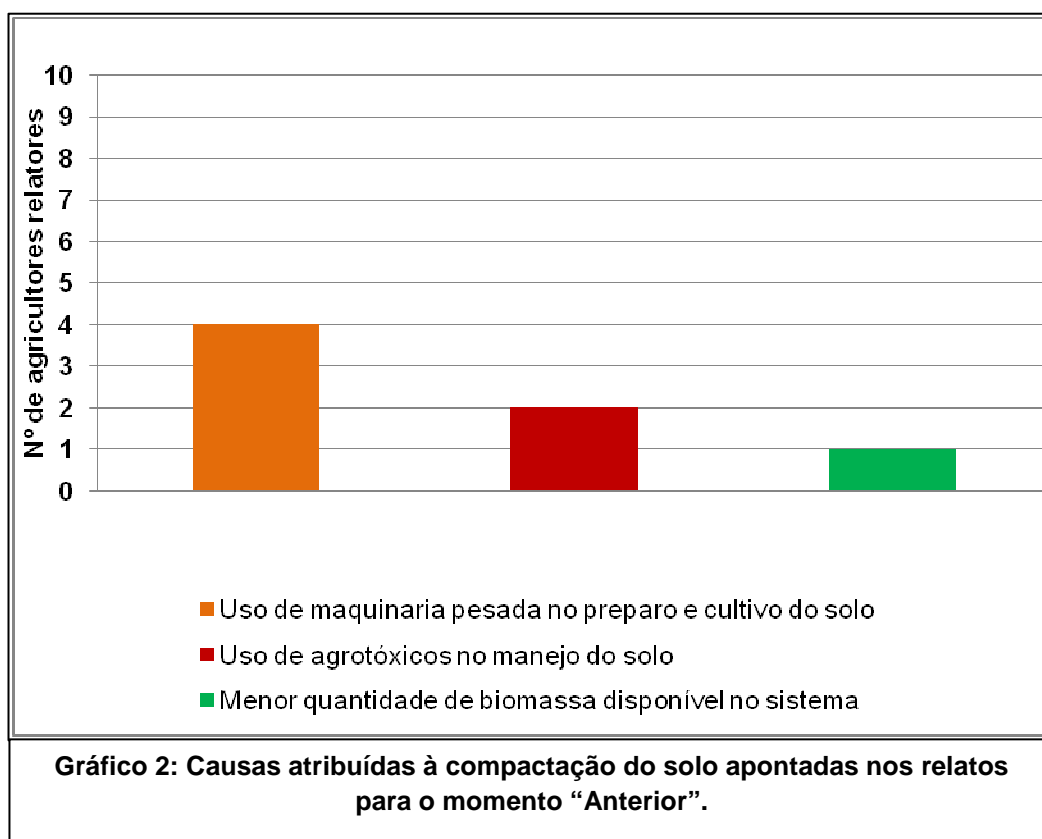
Alguns autores, em seus estudos, discorrem sobre a velocidade de decomposição dos resíduos vegetais e a taxa de liberação de nutrientes no solo e observam que esta pode ser determinada pela interação entre diversos fatores como a temperatura, a precipitação, o grau de atividade macro e microbiológica do solo e a relação carbono/nitrogênio (C/N) do resíduo vegetal (ALCANTARA *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002; BOER *et al.*, 2007). Gama-Rodrigues *et al.* (2003) ressalta que, além da qualidade dos componentes da biomassa morta, a condição microclimática do ecossistema também é um fator de grande influência nas taxas de decomposição e mineralização dos compostos presentes na matéria orgânica.

Além disso, Duarte (2007) conclui que as diferenças nas taxas de decomposição e liberação entre as espécies de plantas utilizadas para cobertura, apontam para a importância de se considerar estratégias de diversificação e rotação de cultivos para potencializar o aproveitamento de cada espécie na sustentabilidade do SAF.

Neste sentido, o fato de o Agricultor 7 ter observado uma taxa de decomposição mais rápida, na época em que seu solo ainda não era manejado com um sistema biodiverso, pode estar ligado a diversos fatores como: presença de menor quantidade de resíduos vegetais cobrindo o solo; diferente micro-clima na lavoura, com relação à radiação solar, temperatura, precipitação e umidade; e menor quantidade de compostos lenhosos na cobertura morta utilizada antes pelo agricultor. Este último aspecto se justifica porque, nos sistemas agroflorestais a cobertura morta contém maior quantidade de componentes lenhosos (galhos e troncos), que apresentam maior relação C/N

e contém compostos de mais difícil degradação e maior resistência à decomposição (DUARTE, 2007; GLIESSMAN, 2009).

Com relação às causas atribuídas à compactação do solo no momento “Anterior”, quatro dos dez agricultores referiram-se à utilização de máquinas pesadas no cultivo da cana-de-açúcar como fator responsável. Outros dois agricultores a atribuíram à intensa utilização de agrotóxicos na lavoura de cana-de-açúcar. Um deles, o Agricultor 7, colocou que, antes de manejar o solo na forma de SAF, dispunha de menor diversidade de plantas e menor quantidade de biomassa vegetal como forma de incorporar matéria orgânica no solo e promover sua recuperação. Tal observação não expõe uma causa da compactação, mas sim sua apropriação do conhecimento sobre o manejo ecológico do solo, por meio da utilização dos restos vegetais da capina seletiva e da poda das árvores.



A maioria dos relatos sobre as causas da compactação vão ao encontro dos estudos de Ramos Filho e Pellegrini (2006), que observaram sinais de

degradação física e química da qualidade do solo em toda área do assentamento. Esta situação seria, devida à remoção quase completa da cobertura florestal, falta de proteção contra ações erosivas, ocupação com o plantio de cana-de-açúcar, histórico manejo do solo com utilização de maquinaria pesada e uso intenso de agrotóxicos (PRIMAVESI, 2002). Apesar de somente uma parcela dos agricultores haver comentado sobre o cultivo convencional de cana-de-açúcar como principal responsável pela compactação do solo, todos têm clareza sobre a ação degradadora da matriz tecnológica convencional. Prova disso é que todos os agricultores entrevistados aboliram por completo o uso de maquinaria pesada em seus sistemas agroflorestais.

Analisando as observações dos agricultores sobre o estado de compactação em relação ao momento “Atual”, a totalidade dos agricultores entrevistados relatou observar sinais de melhoria do estado de compactação do solo. Isto se manifesta na maneira de definir o solo hoje, como “mais solto”, “mais fofo”, “mais macio” ou “sem pé-de-grade”. Pode-se ver através dos relatos de alguns agricultores que o passivo de compactação das camadas inferiores à superfície, ainda se mostra evidente: a metade dos agricultores diz observar ainda a presença do “pé-de-grade” em seus SAFs. Entre estes, dois afirmam que o estado de compactação do solo ainda se apresenta em algumas áreas do lote e ocasiona desenvolvimento deficiente das plantas. O Agricultor 6, por exemplo, observa que o “pé-de-grade” causa deformação nas raízes de algumas espécies frutíferas.

Três agricultores descreveram formas de contornar o problema do “pé-de-grade”: os Agricultores 1 e 6 dizem fazer um berço (cova) mais fundo, a fim de quebrar a camada compactada do solo abaixo dos 20 cm de profundidade e possibilitar o plantio das mudas que introduzem no sistema. O Agricultor 1 cultiva os locais compactados com espécies que quebram o “pé-de-grade” por meio do desenvolvimento de seu sistema radicular. Entre elas, cita o guandu (*Cajanus cajan*), a mamoneira (*Ricinus communis*) e o mamoeiro (*Carica* sp.). Já o Agricultor 8 diz que, quando necessita retirar uma espécie do sistema, corta somente a parte vegetativa e deixa parte do caule, até que tenha outra espécie para introduzir no espaço vazio. Segundo ele, na região próxima ao

tronco a infiltração de água é potencializada e isto ajuda a realizar a quebra do “pé-de-grade”.

Através das observações dos Agricultores 1 e 4 sobre as conseqüências negativas da compactação ainda presentes, é possível ver que eles associam o estado de compactação do solo com a baixa disponibilidade de água no período de estiagem. De acordo com Gliessman (2009), a maioria das plantas anuais estende seu sistema radicular a 20-25 cm de profundidade no solo e as espécies perenes frutíferas conseguem aprofundar mais suas raízes, sendo capazes de buscar água de horizontes mais profundos do solo. O mesmo autor diz que, no entanto, mesmo as espécies com raízes mais profundas provavelmente dependem do suprimento de água nas camadas superiores do solo, nos períodos chuvosos ou quando há água suficiente disponível pela irrigação.

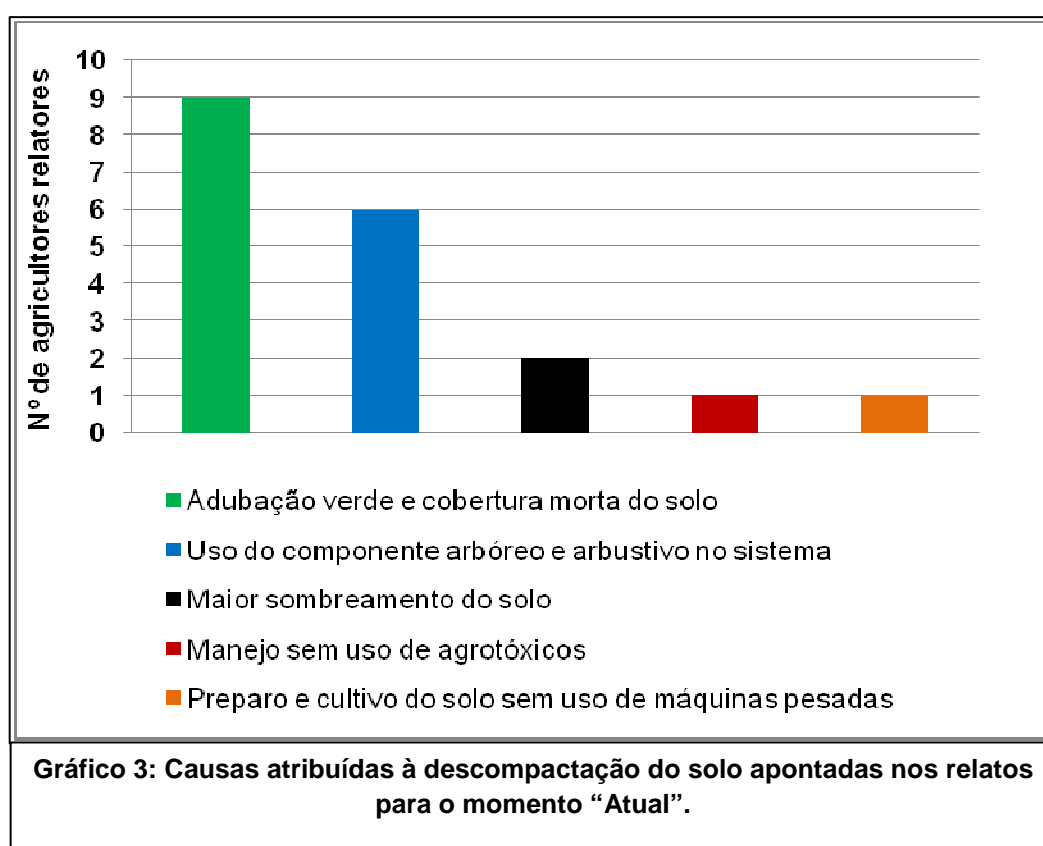
Em períodos de estiagem, as camadas entre 15 a 25 cm do solo perdem a umidade por evaporação (GLIESSMAN, 2009) e, nesta situação, as plantas dependem de sistemas radiculares mais profundos para buscar água. Como o “pé-de-grade” provoca o desenvolvimento deficiente das raízes das plantas, pode-se inferir que provavelmente a situação de estresse hídrico na época de estiagem é potencializada pela compactação (PRIMAVESI, 2002; SILVA, 2005; JIMENEZ *et al.* 2007).

Entre os dez agricultores entrevistados, oito relataram observar que o manejo do solo utilizando adubação verde e cobertura constante do solo com restos de cultivo exerceu a função de descompactação do solo. Seis agricultores atribuíram tal melhoria à utilização dos componentes, arbóreo e arbustivo, no sistema e à ação descompactadora de seus sistemas radiculares. Outros relataram ainda como causas da descompactação o maior sombreamento do solo e o manejo do cultivo sem utilização de agrotóxicos e sem o uso de máquinas e implementos pesados (Gráfico 3).

Pela análise dos relatos é interessante ver que entre os agricultores, metade atribui a manutenção de cobertura constante do solo e o plantio de

árvores e arbustos como manejos descompactadores, sendo a associação destes manejos a melhor opção para a melhoria dos solos.

Entre os seis agricultores que relataram o plantio de árvores e arbustos como manejo descompactador, quatro deles relacionaram algumas espécies de plantas que fazem esta função: o feijão-gandu (*Cajanus cajan*), a mamoneira (*Ricinus communis*), o mamoeiro (*Carica sp.*) e leucena (*Leucaena leucocephala*).



Em estudos realizados com o gandu, observou-se que seu sistema radicular é do tipo pivotante, o qual pode penetrar a profundidades de um ou mais metros no solo. Outra espécie que apresenta funções semelhantes é a leucena, que também tem sistema radicular de grande comprimento, embora com poucas raízes (SEIFFERT & THIAGO, 1983).

Ao contrário do gandu, o sistema radicular do mamoeiro e da mamoneira são pouco profundos e pouco ramificados, sendo que uma



pequena porção de suas raízes atinge profundidades maiores que 50 cm (INFORZATO & CARVALHO, 1967; FEITOSA *et al.*, 2010). Assim, o plantio mais adensado destas espécies citadas, em associação a uma grande diversidade de outras espécies anuais e perenes, provavelmente está cumprindo a função de descompactação e melhoria da estrutura do solo nos SAFs analisados.

Primavesi (2002) e Cadisch *et al.* (2006) discutem que a matéria orgânica do solo tem um papel fundamental na promoção de uma boa estrutura do solo, cimentando as partículas em grumos, aumentando a percentagem de agregados estáveis, o que promove uma maior porosidade e impede a formação de camadas compactadas. Em estudo com a ciclagem de nutrientes em sistema agroflorestal, Duarte (2007) observou que SAFs que associam diferentes espécies arbóreas permitem um aporte contínuo de matéria vegetal sobre o solo durante o ano. Esta diversidade promove a cobertura constante e proteção contra ação erosiva, a melhoria da estrutura e da qualidade química e biológica do solo.

A maioria dos agricultores entrevistados mantém cobertura morta sobre o solo constante ao longo do ano (Figura 12 e 13, Anexo B), ou na maior parte do ano. Os agricultores relacionam algumas espécies das quais utilizam os resíduos vegetais (folhas, ramos) e tornaram o solo mais macio: bananeira (*Musa sp.*), mamoneira (*Ricinus communis*), feijão-guandu (*Cajanus cajan*), margaridão (*Tithonia sp.*), girassol (*Helianthus sp.*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), mamoeiro (*Carica sp.*) e leucena (*Leucaena leucocephala*). Entretanto, a totalidade dos agricultores utiliza todo e qualquer material vegetal proveniente dos manejos de poda e capina seletiva como cobertura morta do solo. O relato de dois agricultores mostra isto:

*“A mamona me ajudou muito, ela não tem a raiz profunda, mas eu plantei ela, fui cortando os galhos, as folhas, jogando pro chão e o solo ali ficou fofo também”* (Agricultor 5).

*“A leucena produz muita cobertura no solo, uma cobertura fina, mas em grande quantidade que cobre bem o solo, por igual”* (Agricultor 10).

Entre as outras causas citadas para a descompactação, o maior sombreamento do solo e a não utilização de agrotóxicos são fatores que podem influenciar diretamente na atividade biológica dos macro, meso e microorganismos do solo (vírus, bactérias, fungos, protozoários, artrópodes e minhocas). Estes organismos produzem substâncias responsáveis pela formação e maior coesão dos agregados do solo, ou seja, auxiliam na promoção da boa estrutura do solo (SILVA & RESCK, 1997; PRIMAVESI, 2002). Sendo assim, o maior sombreamento do solo nos sistema agrofloretais possibilita um microclima com temperatura e umidade mais favoráveis à atividade biológica e o sistema sem uso de agrotóxicos conserva a biodiversidade destes organismos (CARDOSO, 2010; CARVALHO, 2011).

Já a outra causa citada, o manejo do solo sem uso de máquinas e implementos pesados, tem sua explicação no fato de promover a conservação da estrutura de agregados do solo, conservação dos espaços vazios e, conseqüentemente, aumentar a aeração, infiltração e percolação de água (PRIMAVESI, 2002). Um dos agricultores observa a melhoria na estrutura do seu solo após a eliminação do o manejo com máquinas:

*“Melhorou porque tem menos trator em cima. Se passa trator todo ano vai compactando, a água não infiltra, a água fica na superfície e esquenta, aí esquenta a raiz das plantas também. Quando passa o trator para arar a terra, você destrói o solo tudo de novo...”* (Agricultor 4).

É interessante analisar, no relato do Agricultor 4 que, além observar que o manejo do solo utilizando máquinas pesadas acaba por destruir sua estrutura, ressalta que o uso da maquinaria não se adéqua ao uso de restos culturais para a cobertura morta. O agricultor relata isso na fala:

*“Eu passo o trator só pra capinar porque os restos de folha, tronco, tem que tá em cima do solo. Ai cai a chuva, esparrama, coloca os restos nos pés das mudas. Os restos juntam ali na lama e a natureza vai decompor junto com a terra”* (Agricultor 4).

Alguns autores discutem sobre as formas de manejo das plantas de cobertura e dos resíduos vegetais provenientes das podas e capinas. De acordo com Miyasaka *et al.*, (1966) os resíduos vegetais, quando não incorporados, promovem menor variabilidade de temperatura no solo, com menores amplitudes diárias e noturnas e maior retenção de umidade se comparado ao manejo incorporando a massa vegetal no solo. Já Altieri (2002) discute que para que os efeitos do cultivo de cobertura sejam eficientes na melhoria das condições do solo, os resíduos devem ser incorporados através do revolvimento deste com implementos. Entretanto, o relato do Agricultor 4 demonstra a concepção dos agricultores entrevistados com relação ao manejo dos resíduos vegetais - a totalidade dos agricultores estudados deixa os resíduos vegetais sobre o solo, não fazendo a incorporação.

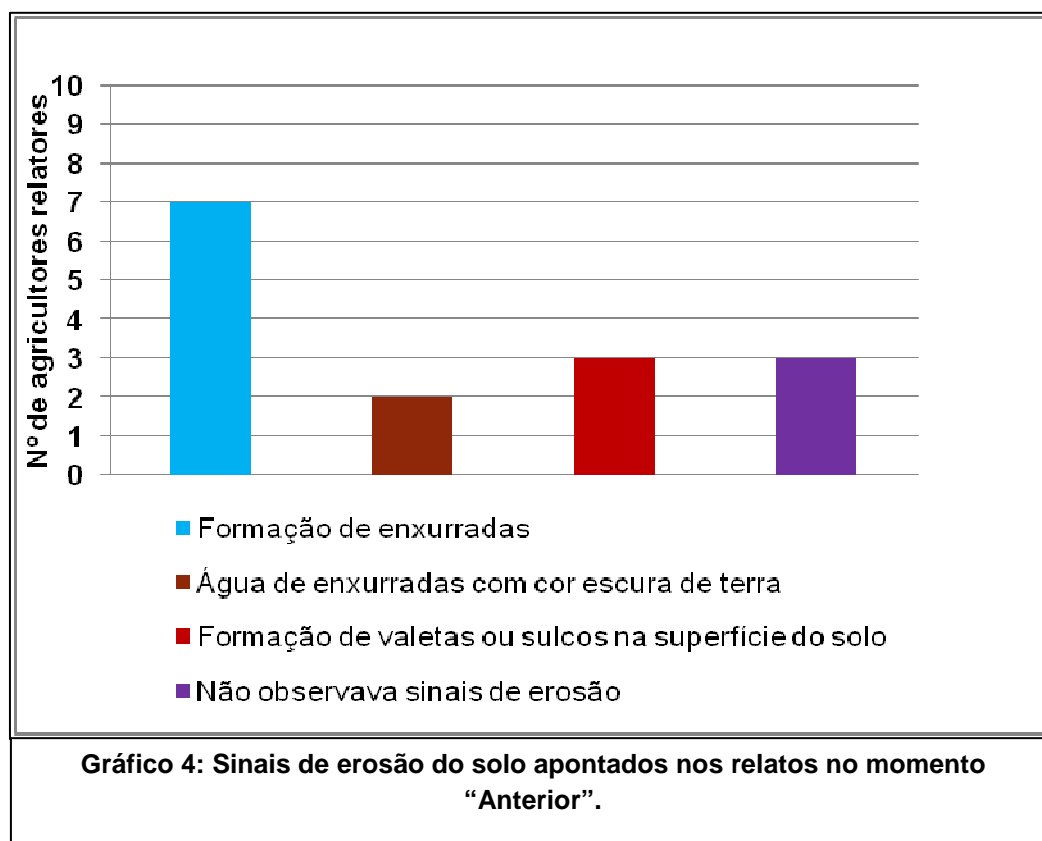
## 4.2 Erosão

Ao analisar os relatos do conjunto de agricultores entrevistados com relação ao estado de erosão do solo no momento “Anterior”, sete agricultores relataram observar a formação de enxurradas, ou seja, o carreamento de sedimentos do solo para áreas mais baixas do terreno. Dois destes agricultores mencionaram que a água que escorria apresentava-se com coloração avermelhada ou “suja”. Três agricultores relataram ainda a formação de valetas ou sulcos na superfície do solo. Assim constatam-se claramente sinais de carreamento de sedimentos para fora do sistema e, portanto, evidência de processos de erosão do solo (PRIMAVESI, 2002; CASALINHO, 2004). As observações sobre erosão apontados pelos agricultores no momento “Anterior” são sintetizadas no Gráfico 4 e relatos de agricultores a seguir expressam estas observações.

*“Tinha muita erosão, a água descia e lavava tudo, estava fazendo aquelas valetas em vários lugares” (Agricultor 5).*

*“Antes tinha erosão, o terreno aqui é reclinado, a água descia com velocidade e levava tudo junto. Tinha sulcos”* (Agricultor 6).

Um dos agricultores que relatou não ter problemas com processos erosivos no momento “Anterior”, atribuiu ao fato das curvas de nível, feitas no período em que a Fazenda Santa Clara cultivava cana-de-açúcar, terem sido conservadas pelos agricultores que enxergaram sua importância. Outros dois agricultores atribuíram ausência de sinais de erosão ao fato do lote se localizar em uma área do assentamento onde o terreno é mais plano.



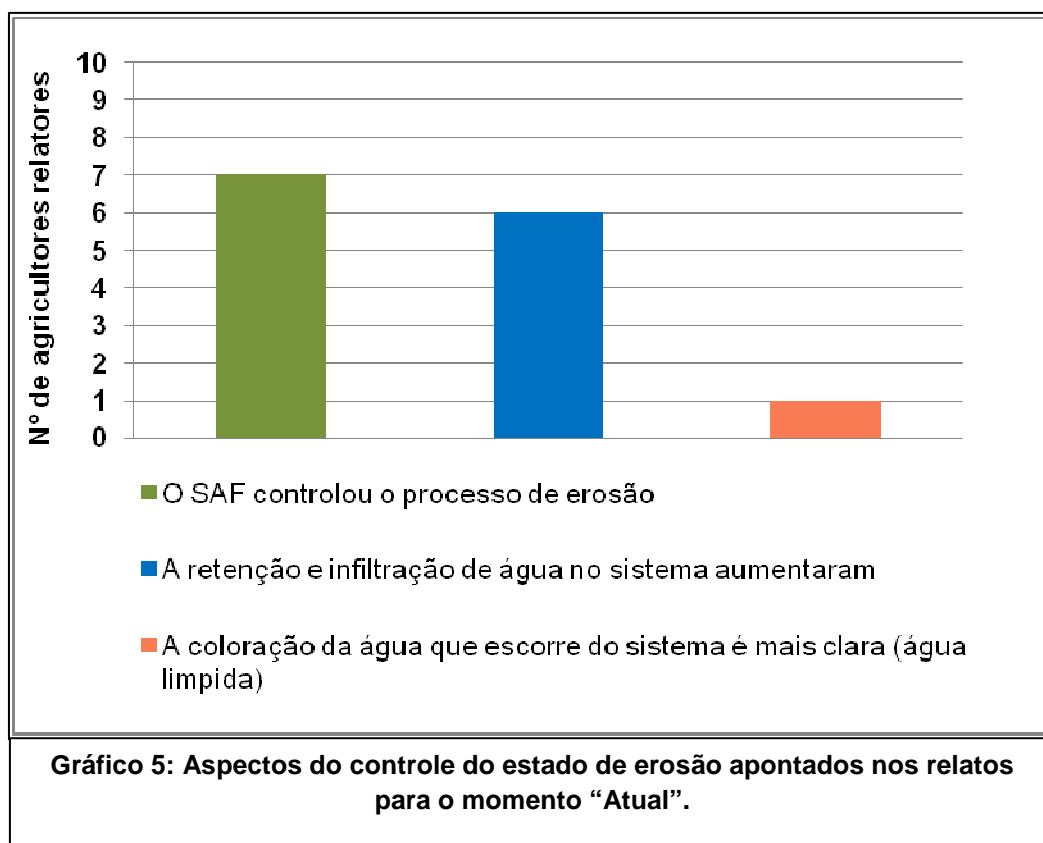
De fato o lote da maioria dos agricultores que relataram não ter problema com erosão está localizado em áreas planas do assentamento ou áreas com declive muito leve, sendo que somente um deles está localizado em área com declive mais acentuado. Entretanto entre os agricultores que observaram sinais de erosão, quatro deles estão em lotes localizados em área

relativamente planas do assentamento. Apesar do grau de declive do terreno poder constituir-se em fator preponderante para a erosão, a proteção vegetal do solo contra as ações erosivas é também fundamental.

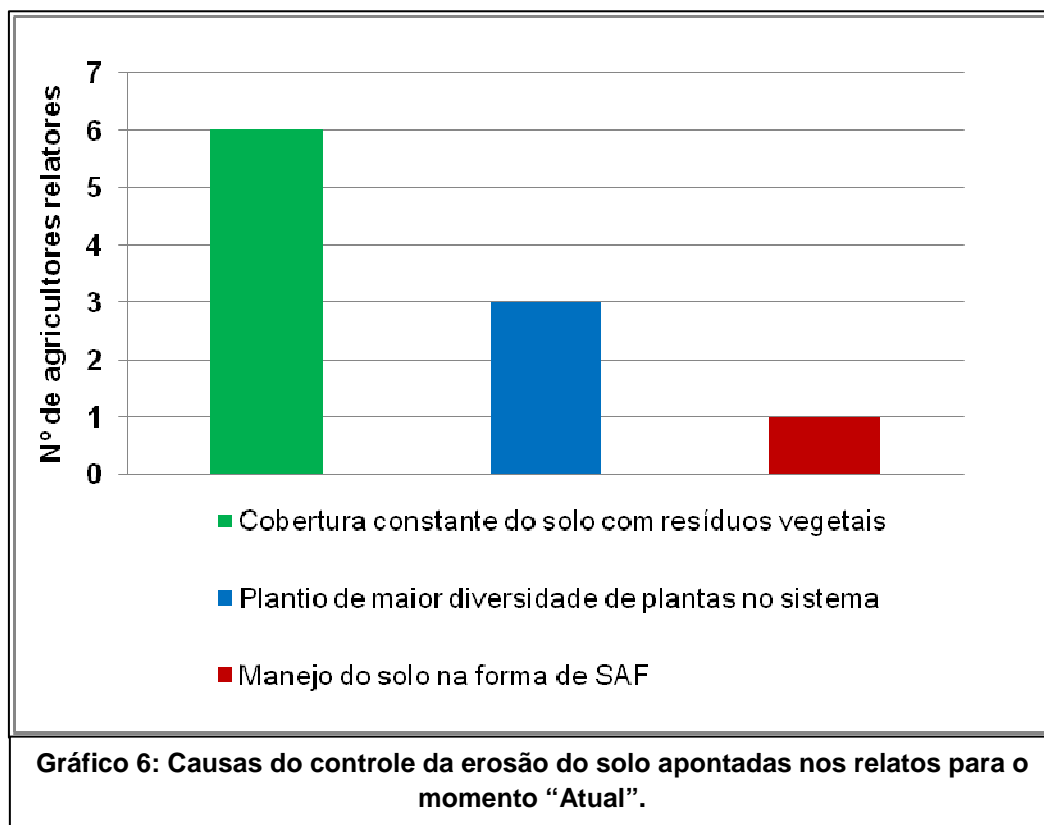
Com relação às causas relatadas para a erosão do solo, a maioria dos agricultores (sete entre os dez entrevistados), atribuíram o carreamento de sedimentos e formação de sulcos no solo à falta de vegetação cobrindo o solo, sendo que somente dois entre os dez atribuíram a erosão à declividade mais acentuada do terreno. De acordo com os agricultores, o principal fator que contribui para a ocorrência de processos de erosão, parece ser mesmo a exposição do solo durante períodos longos.

A relação causa-efeito entre o manejo convencional do solo e a ocorrência de processos erosivos é direta, pois, o preparo intensivo combinado com o plantio em monocultivos manejados com rotações de curta duração, expõe o solo à radiação solar e ao impacto direto da chuva. Com a ação destes dois fatores, a estrutura grumosa do solo é destruída, os agregados de partículas de solo perdem a estabilidade e ocorre o carreamento de sedimentos e erosão (PRIMAVESI, 2002). Em estudo comparando as perdas de solo por erosão, Franco *et al.* (2002) encontraram que, em SAFs estas perdas variavam de 6,8 a 578,5 kg/ha/ano, enquanto que em sistemas convencionais variavam de 20,2 a 22.183,9 kg/ha/ano, evidenciando o grande potencial dos SAFs para o controle de carreamento de sedimentos.

Quando perguntados sobre a questão da erosão no momento “Atual”, os sete agricultores que relataram ter problemas com erosão do solo no momento “Anterior”, disseram que o uso do solo na forma de sistemas agroflorestais fez a função do controle deste processo degradante. Entre estes agricultores, seis dizem ter observado que a retenção e a infiltração de água da chuva no sistema aumentaram e não se formam mais enxurradas. Ainda um dos agricultores disse observar que a coloração da água que escorre de alguns locais do SAF é mais clara, ou seja, a água sai mais limpa. Os dados referentes a estas observações podem ser visualizados no Gráfico 5.



Entre as causas atribuídas ao controle da erosão, seis agricultores disseram que o manejo de cobertura constante do solo com resíduos vegetais de capina e poda cumpriu a função de controle da erosão e três deles atribuíram tal ao plantio de maior diversidade de plantas anuais, herbáceas, arbóreas frutíferas e não frutíferas no sistema, citando alguns exemplos como: a mandioca (*Manihot* sp.), banana (*Musa* sp.), o capim Napier (*Pennisetum*) e o capim-colonião (*Panicum* sp.) (Figura 11, Anexo A e Figura 17, Anexo D). Um dos agricultores não especificou em sua observação nenhum manejo como controlador do processo de erosão, mas relatou que a água não carrega mais sedimentos para fora do sistema, pois ela é barrada pelo SAF. Pode-se visualizar estes resultados no Gráfico 6 a seguir.



Os agricultores observaram que, mesmo o plantio de cultivos de banana, mandioca, capim Napier e capim colômbio, os quais apresentam sistemas radiculares relativamente superficiais, ainda assim cumpriram a função de impedir processos de erosão. O relato de um dos agricultores mostra que a cobertura vegetal de capim colômbio, que se regenerou durante os anos em que a área era da fazenda, contribuiu de certa forma para impedir um processo mais intenso de erosão do solo. A fala do Agricultor 3 expressa tal fato:

*"Antes não tinha erosão porque tinha o colômbio. Mas a primeira vez que fiz a gradagem e deixei o solo exposto, a enxurrada carregou tudo para a estrada". (Agricultor 3).*

O que se apresenta como fator fundamental no controle da erosão nos lotes analisados não é somente a cobertura vegetal do solo, mas uma cobertura vegetal diversificada com espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas. Isso porque possuem sistemas radiculares que ocupam diferentes estratos abaixo do solo e estruturas vegetativas que ocupam diferentes estratos acima

do solo, a fim de promover a sua proteção (ALTIERI, 2002; NAIR, 2006). Além disso, fundamental para este controle também é a associação deste manejo à cobertura constante do solo com resíduos vegetais (CADISCH *et al.*, 2006).

A incorporação de matéria orgânica no solo para o controle de processos erosivos é muito importante (HOWARD, 2007), pois isto diminui grandemente o escoamento superficial de água e impede o carreamento de sedimentos. Ante (2006), diz que o plantio de espécies arbóreas dispostas em terraços ou em curvas de nível, é um manejo fundamental para desempenhar a proteção do solo contra a erosão hídrica e eólica em sistemas de produção localizados em áreas com declividade acentuada. Em estudos que analisaram as perdas de solo por erosão em sistemas com diferentes manejos e estruturas vegetativas, Aguiar *et al.* (2006) encontraram evidências da importância da cobertura viva do solo com espécies herbáceas, sendo que este fator, aliado à cobertura morta, ao não revolvimento e às melhores condições físicas do solo, contribuiu para uma redução significativa de erosão.

O Agricultor 10 fez observações interessantes sobre o manejo que realizou em seu lote para evitar a erosão. Relata que, quando passou o trator pela primeira vez em seu terreno, não utilizou grade niveladora a fim de conservar as declividades na superfície do solo, que segundo observações dele, retém mais umidade, aumentam a infiltração e evitam processos de erosão.

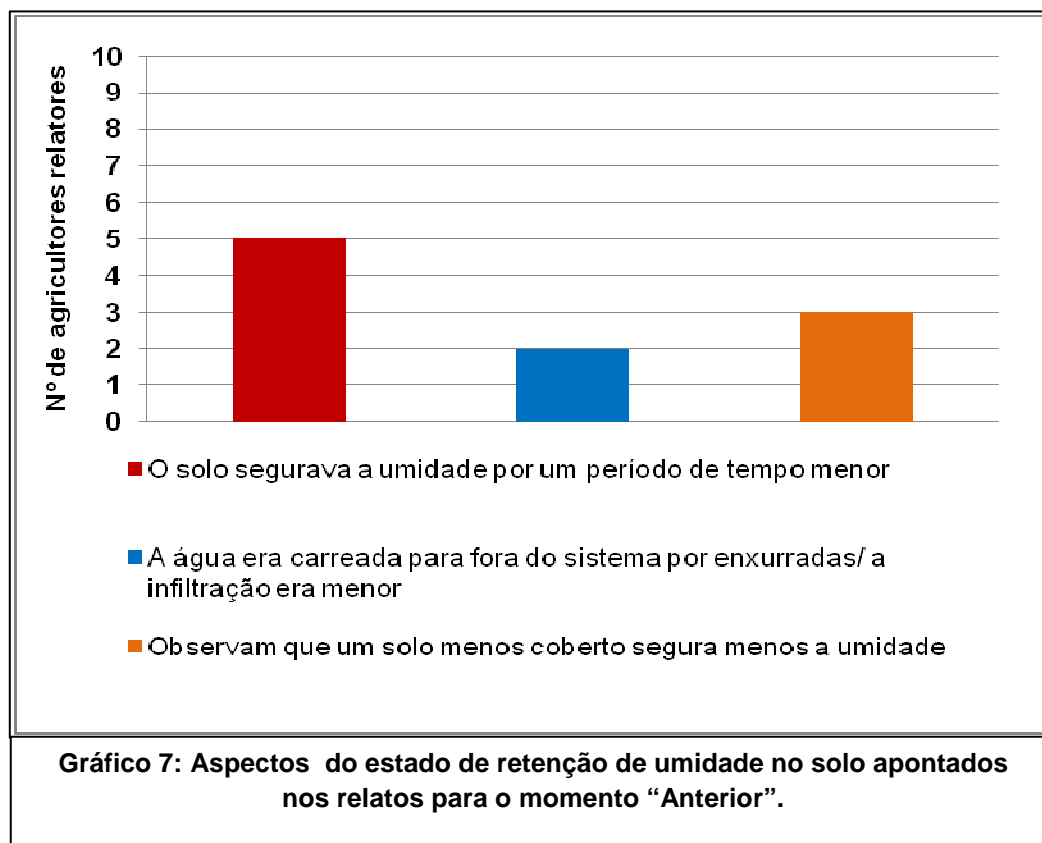
Além disso, a maioria dos agricultores, além de realizar o plantio de grande diversidade de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas em seus sistemas (Figuras 10 e 11, Anexo A), faz o plantio de linhas de espécies arbóreas acompanhando as curvas de nível ou em sentido perpendicular ao sentido da declividade do terreno. Procuram com isto formar barreiras contra a erosão do solo. Este manejo, associado aos resíduos vegetais de poda e capina, está proporcionando o controle da erosão nos lotes analisados.



### 4.3 Retenção de Umidade

Outra questão tratou da retenção de umidade no solo, especificamente sobre o tempo em que o solo do sistema mantinha-se úmido após uma chuva no momento “Anterior” comparando-se com o momento “Atual”. Sete agricultores entre os entrevistados declararam que o solo do sistema mantinha a umidade por um período de tempo menor no momento “Anterior”.

Um dos agricultores disse observar que, antes, a água que se precipitava sobre o solo se acumulava, formando poças e a infiltração no solo era menor. Outros três agricultores, que não fizeram referência direta à condição de retenção de umidade no momento “Anterior”, disseram verificar a formação de enxurradas e carreamento de sedimentos. Os dados sobre os relatos referentes à retenção de umidade no momento “Anterior”, podem ser vistos no Gráfico 7.



Ao analisarmos os relatos dos agricultores, referentes aos sinais de erosão observados (item 4.2 deste trabalho) e relacionarmos com estes resultados, podemos ver que a maioria deles disse observar a formação de enxurradas e menor infiltração de água no solo no momento “Anterior”. Neste sentido, pode-se observar através da análise conjunta dos relatos sobre a erosão e retenção de umidade no solo, que na totalidade dos lotes estudados o solo tinha menor capacidade de reter a umidade vinda das chuvas ou irrigação, no momento “Anterior”.

Através dos relatos, pode-se ver que três dos agricultores entrevistados não fizeram menção comparativa sobre a capacidade de retenção umidade no solo entre o momento “Anterior” e o momento “Atual”. Estes agricultores, na verdade, disseram apenas constatar que um solo menos coberto segura a umidade por um período de tempo menor. Tal argumento se baseava em de observações comparativas entre o seu sistema e os outros sistemas no assentamento ou comparando diferentes áreas dentro do seu próprio lote. Um destes agricultores destacou que o solo mais exposto apresenta uma menor capacidade de reter umidade, comparando seu SAF a outros sistemas de produção menos biodiversos presentes no assentamento, explanando isso no seguinte relato:

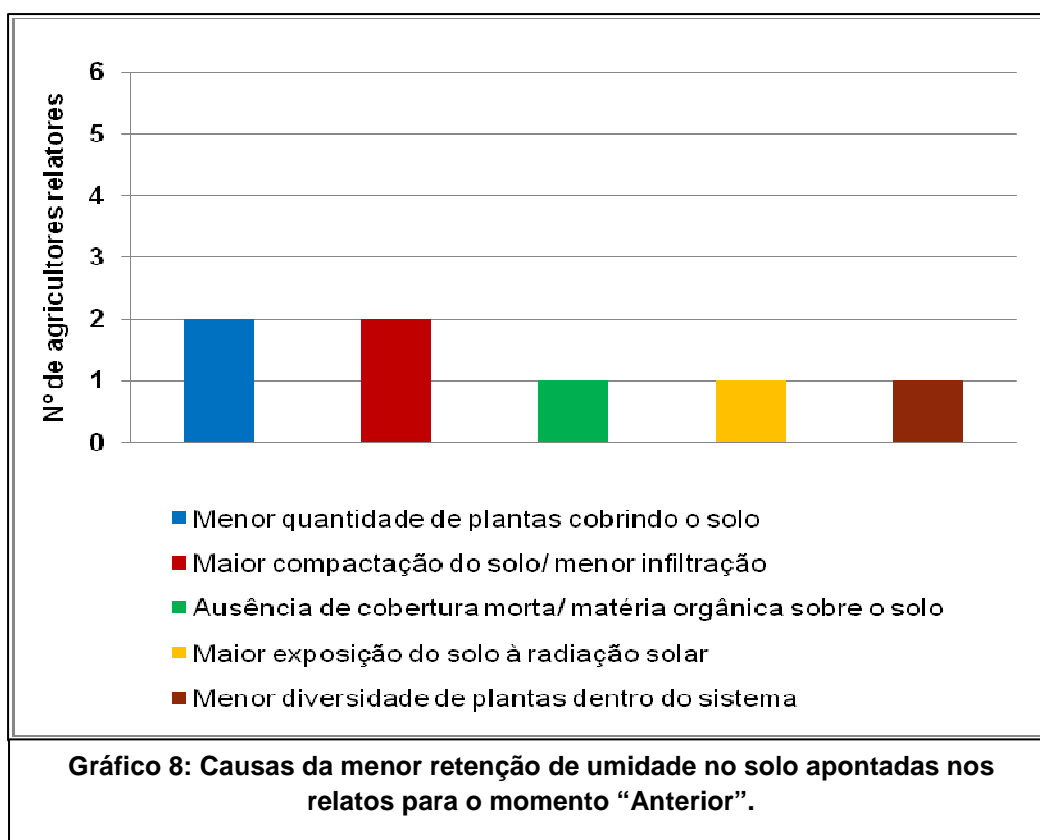
*“Tenho observado outros lotes que não tem tanta diversidade, o solo segura menos a umidade, a terra seca rápido” (Agricultor 3).*

Outro destes agricultores, quando questionado durante a entrevista sobre o estado de retenção de umidade nos dois momentos, convidou a observar duas áreas de seu lote e fazer a comparação. Uma área estava gradeada, com o solo exposto, preparado para um plantio. Em outra o solo era manejado na forma de SAF. Através da análise e comparação da temperatura de porções de solo, quando segurada nas mãos, ficou evidente que o solo de áreas gradeadas apresentava uma temperatura bem superior a do solo de áreas de SAF. A relação entre temperatura e evaporação da água é clara e o solo no sistema agroflorestal perde muito menos água do que aquele gradeado

(MAY & TROVATTO, 2008; PRIMAVESI, 2008). Em todos os lotes analisados em relação à umidade do solo, a mesma tendência foi encontrada. As áreas do lote onde o solo se apresentava mais exposto, ou com menor quantidade de cobertura morta ou viva, a temperatura deste se apresentava bem mais elevada do que o solo em outras áreas do SAF.

Analisando os relatos sobre as causas da menor retenção de umidade no momento “Anterior”, seis agricultores respondentes atribuíram-na a diferentes fatores, embora, na verdade, englobados na mesma causa. Dois deles disseram que o fator que contribuía para a menor retenção de umidade no solo era a falta ou cobertura em menor quantidade de vegetais para realizar a proteção do solo. Outros dois agricultores atribuíram tal situação ao estado de compactação em que se encontrava o solo e à menor capacidade de infiltração de água que o solo neste estado apresentava. Ainda outros três agricultores atribuíram às seguintes causas: ausência de cobertura do solo com resíduos vegetais, presença de menor diversidade de plantas no sistema e exposição do solo à radiação solar. O Gráfico 8 apresenta tais dados discriminados.

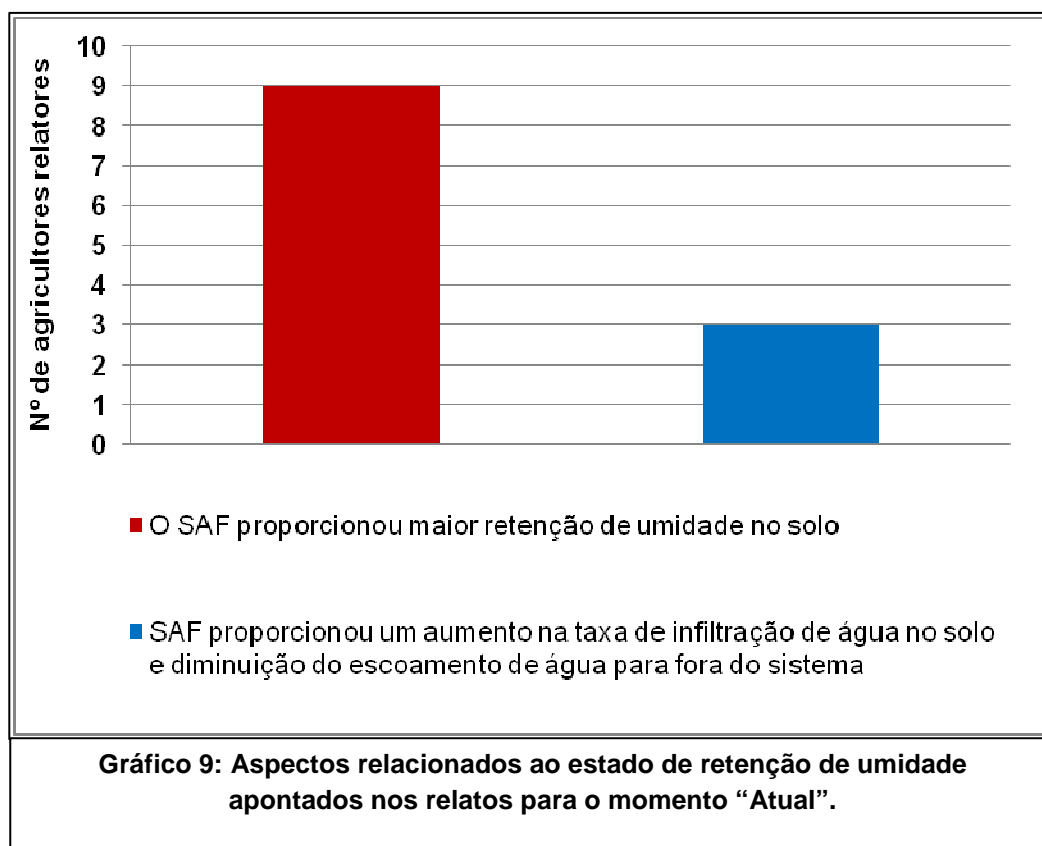
De acordo com Primavesi (2002), uma taxa de perda de umidade do solo pela transpiração, superior ao aporte de água no sistema por precipitação ou irrigação, afeta grandemente diversos processos de desenvolvimento das plantas. A evaporação pode esgotar a disponibilidade de umidade nos primeiros 15 a 25 cm de solo e a taxa de transpiração, em conjunto com determinadas características de enraizamento das espécies de plantas e junto com altas temperaturas na superfície do solo, podem potencializar estas perdas de umidade (GLIESSMAN, 2009).



Pode-se notar que todas as causas relatadas contribuem de forma preponderante para a perda de umidade do solo, sendo que a falta de proteção sobre o solo o expõe a ação desidratante da radiação solar e das correntes de vento. Este fato é principalmente importante na região estudada, pois Ribeirão Preto apresenta períodos de verão com elevadas temperaturas e inverno com períodos significativos de estiagem. Estes fenômenos se tornam mais graves quando consideramos que o assentamento apresenta problemas estruturais que afetam a disponibilidade de água em quantidade necessária para o cultivo. Sendo assim, estes fatores, aliados à falta ou menor proteção do solo nos sistemas de produção, são condicionantes de risco à disponibilidade de água para a produção agrícola das famílias.

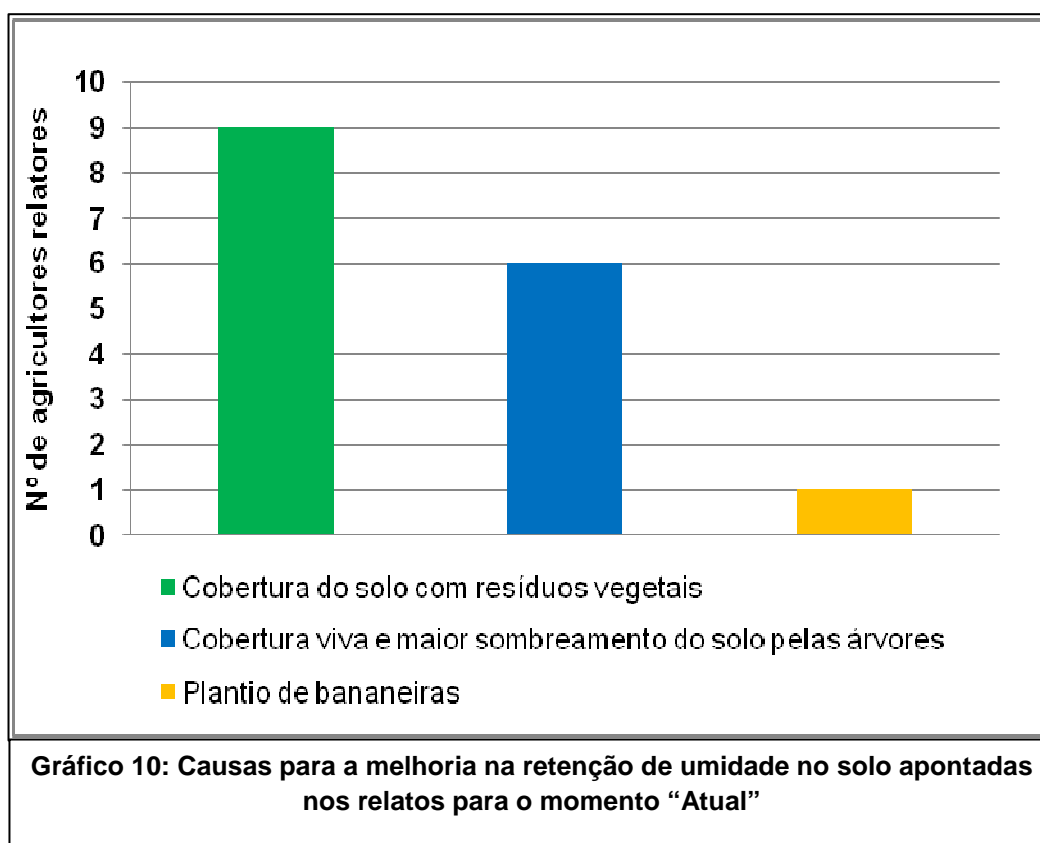
Nos relatos referentes à retenção de umidade no momento "Atual", a grande maioria (nove entre os dez agricultores entrevistados), relatou que o manejo do solo proporcionado pelo SAF pôde promover a maior retenção de

umidade no solo. Outros três agricultores percebiam que o SAF proporcionava um aumento na taxa de infiltração de água no solo e diminuição do escoamento de água para fora do sistema através de enxurradas. Os dados sobre a retenção de umidade para momento “Atual” podem ser visualizados no Gráfico 9 abaixo:



Alguns dos agricultores fizeram referências comparativas ao período de tempo em que o solo retinha a umidade no momento “Anterior” e no momento “Atual”. Expressaram isto por meio dos diferentes números de dias em que a umidade era retida, mesmo entre sistemas com desenhos muito semelhantes. Os agricultores observam que o período de tempo em que a umidade fica no sistema aumentou significativamente. Um dos agricultores relatou que, enquanto no momento “Anterior” o solo se mantinha úmido por 2 ou 3 dias, no momento “Atual” (com o solo coberto pelo SAF) mantém-se úmido por até 15

dias após uma chuva. Outros agricultores declararam que esta margem de diferença pode ser de uma semana até um mês. Estudos de Ramos Filho *et al.* (2007) comprovam que uma das vantagens percebidas pelos agricultores do Assentamento Sepé Tiaraju, foi a redução dos impactos das estações secas e de períodos de longa estiagem nos cultivos, pela maior retenção de umidade no solo do sistema.



Com relação às causas relatadas pelos agricultores para a melhoria da retenção de umidade no solo, referente ao momento "Atual", o Gráfico 10 apresenta os resultados.

Podemos ver que a grande maioria dos agricultores entrevistados, um total de nove, atribuiu a melhoria na retenção de umidade no solo ao manejo que promove a cobertura constante da superfície do solo com resíduos vegetais de poda e capina seletiva (Figuras 12 e 13, Anexo B). Um total de seis

agricultores entre os dez relatou observar que o maior sombreamento do solo proporcionado pela cobertura viva, foi um fator preponderante na promoção de maior retenção de umidade, atribuindo principalmente à utilização do componente arbóreo no sistema (Figuras 14 e 15, Anexo C e Figuras 16 e 17, Anexo D). Ainda um dos agricultores disse que pôde observar que o plantio de bananeiras no sistema contribuiu para acumular umidade na região do solo próximo às touceiras da planta.

Nas entrevistas realizadas, foram feitas observações a campo, em conjunto com os agricultores, sobre os efeitos da cobertura de resíduos vegetais e do sombreamento da cobertura viva na retenção de umidade no solo, sendo que em todos os lotes analisados, a porção de solo retirada de baixo da cobertura morta sombreada se mostrou com uma temperatura menor do que a porção retirada de áreas mais expostas ao sol.

O Agricultor 2 foi o único a relatar ter problemas com a produção de seus cultivos no período de seca (período em que foram realizadas as entrevistas) por causa da disponibilidade de água. Este agricultor disse estar tendo que disponibilizar água para seus cultivos com regador e que alguns de seus cultivos não estão resistindo à seca. O fato de somente este agricultor haver mencionado tal dificuldade, não implica que só ele a tenha. Pode de alguma forma, expressar que este seja um fator limitante em um grau mais significativo, comparado a outros agricultores entrevistados.

Esta maior limitação de umidade pode, talvez, ser explicada pelo fato do SAF deste agricultor ser relativamente jovem e apresentar um desenho composto de faixas ou aléias, com maior espaçamento entre as linhas de cultivos arbóreos (aproximadamente 10 metros entre as linhas de bananeira) e com menor quantidade de cobertura viva e morta cobrindo o solo. Tal fato pode ter contribuído para a maior entrada de radiação solar e maior ressecamento do solo e dos cultivos (PRIMAVESI, 2002; CARVALHO, 2011).

O relato de um dos agricultores retrata as observações feitas sobre os benefícios do manejo de cobertura morta e plantio de árvores no sistema:

*“Agora demora mais para secar, por causa da sombra das árvores e o manejo que você faz e joga as folhas das árvores, bananas, o guandu e seus galhos e folhas que fazem a cobertura e retém mais umidade.” (Agricultor 1).*

Dois agricultores relatam aspectos interessantes sobre os manejos que contribuem para a melhoria de retenção de umidade. Um dos agricultores disse que pôde comprovar que seu cultivo de abacaxi plantado no SAF, após uma chuva, apresentou maior resistência a um período de estiagem prolongada subsequente (Figura 15, Anexo C e Figura 17, Anexo D). Sendo que, nos demais lotes, onde o abacaxi foi plantado a pleno sol, observou que isto não ocorria, havendo sido constatada mortalidade significativa das plantas na mesma época.

Já outro agricultor disse que o plantio de bananeiras no sistema contribuiu de maneira significativa para agregar água no solo, pois a planta acumula umidade nas áreas próximas de solo a ela. De acordo com Meirelles (2003), as folhas de bananeiras apresentam morfologia adaptada a capturar a água proveniente, tanto da condensação de neblina e umidade do ar, como da precipitação e gotejamento da copa de espécies arbóreas, direcionando toda a água para a touceira. Além disso, o manejo realizado pela maioria dos agricultores, com cobertura morta das folhas e do pseudocaule da bananeira sobre o solo e nos pés das mudas, potencializa a conservação de umidade nestas áreas.

De fato, os benefícios do manejo com cobertura constante de resíduos vegetais e incorporação de matéria orgânica no solo para a retenção de umidade são bem conhecidos e discutidos por diversos autores. De acordo com Primavesi (2008), a cobertura do solo com resíduos de manejos de poda fornece a proteção deste contra a incidência direta da radiação solar, abaixando a temperatura da superfície e amenizando os efeitos desidratantes.

Peneireiro *et al.* (2002) ressalta que a promoção de uma boa estrutura porosa e manutenção da umidade são alguns dos principais benefícios do manejo que potencializa a incorporação de matéria orgânica. Um bom manejo



de cobertura morta atua na diminuição da evapotranspiração dos horizontes superiores do solo (MAY & TROVATTO, 2008) e, além disso, uma estrutura grumosa do solo, com quantidade adequada de macroporos e altos teores de matéria orgânica, é essencial para permitir a infiltração de água, sua retenção e disponibilização para a raiz das plantas (PRIMAVESI, 2002).

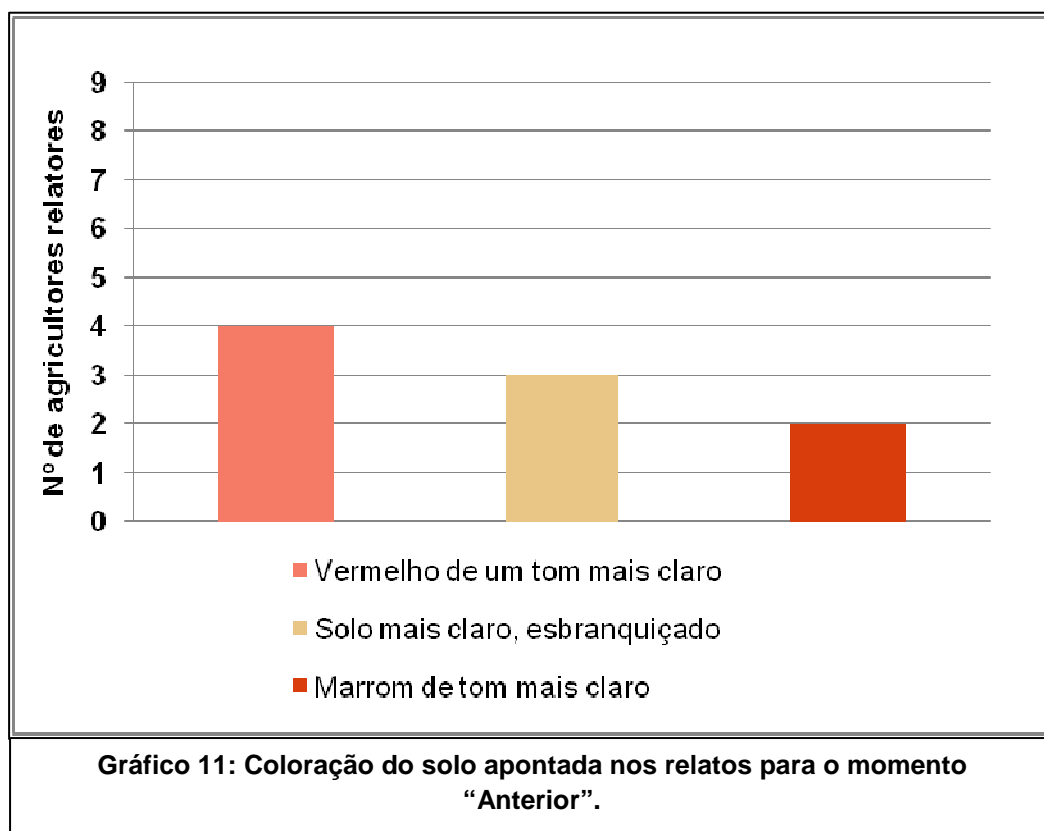
Estudos de Aguiar (2008) com medições de condutividade hidráulica do solo em meio saturado e o intervalo hídrico do solo, em diferentes sistemas produtivos, encontraram que, em áreas manejadas na forma de SAF e em área de mata secundária, os valores destes índices se mostraram mais elevados, se comparados à área de cultivo de café a pleno sol. A condutividade hidráulica do solo determina o fluxo de água no solo, influenciada, entre outros fatores, pela porosidade do solo. O intervalo hídrico ótimo se constitui na delimitação da faixa de umidade não limitante ao crescimento das plantas, sendo influenciado pela aeração, resistência à penetração, densidade do solo e água disponível.

A mesma autora conclui que estes resultados demonstram a influência positiva, do manejo do solo na forma de SAF, na promoção de melhor qualidade física do solo, com influência positiva no ciclo hidrológico e disponibilização de água para os cultivos. Assim como diz que, a cobertura mais uniforme e constante de resíduos vegetais contribui para diminuir o efeito da evaporação e conserva mais a umidade, se comparado a áreas de cultivo a pleno sol.

Em relação à utilização do componente arbóreo no sistema, Franco *et al.* (2007) diz que a utilização das árvores no sistema envolve funções de controle da entrada de radiação solar que atinge os estratos inferiores e o solo, através de sua copa, e assim proporciona melhor controle da umidade do solo. Ainda Ante (2006), discute que a incorporação do componente arbóreo nativo ou frutífero no sistema de produção traz, entre outros serviços ambientais, a melhor regulação das condições microclimáticas e conservação da umidade do solo, através do sombreamento parcial, fator que se mostra benéfico principalmente em meses de estiagem.

#### 4.4 Cor do Solo

Analisando os relatos sobre a coloração do solo, observadas pelos agricultores no momento “Anterior”, pode-se perceber que eles têm diferentes percepções quanto à coloração do solo de seu lote. Entretanto, as colorações apontadas parecem indicar uma condição de degradação da sua química ou estrutura (CASALINHO, 2004). Os dados sobre a coloração do solo observada, comparada ao momento “Atual”, podem ser vistos no Gráfico 11.



Podemos visualizar no gráfico que, quatro entre os nove agricultores respondentes, disseram que o solo se apresentava com uma coloração avermelhada de tom mais claro em relação ao solo no momento “Atual”. Outros três relataram que o solo apresentava coloração de tom mais claro e esbranquiçado e dois deles relataram que o solo se mostrava com uma coloração marrom de tom mais claro. Sendo assim, apesar dos agricultores expressarem diferentes percepções de coloração do solo no momento

“Anterior”, a grande maioria dos relatos expõe uma condição de coloração mais clara do solo naquele momento.

Quanto aos tipos de solo encontrados no assentamento, estudos de Ramos Filho e Pellegrini (2006) classificaram os solos da maior parte de área onde se encontra o assentamento, que compreende os núcleos Chico Mendes, Zumbi, Dandara e parte do núcleo Paulo Freire, como Argissolos de textura arenosa. São encontrados Latossolos de textura argilosa e Argissolos de textura franco-arenosa apenas no núcleo Paulo Freire na região noroeste do assentamento. Apenas dois dos agricultores entrevistados têm seus lotes localizados na região do assentamento em que se apresentam os Latossolos de textura argilosa, sendo que a maioria dos agricultores se localiza em região que predomina textura mais arenosa. De fato, dois agricultores expressaram em seus relatos observar que o solo no momento “Anterior” era mais “areioso”.

De acordo com Altieri (2002), a maioria das propriedades do solo que impactam na produção agrícola podem ser influenciadas e modificadas, em certo grau, pelo manejo aplicado ao solo. Entretanto a textura é uma das propriedades que não pode ser modificada de acordo com o manejo. Sendo assim, tais relatos sobre um solo mais “areioso” e de coloração mais clara e esbranquiçada, podem indicar o provável estado de degradação do solo pelos baixos teores de matéria orgânica, causados pelo manejo inadequado no cultivo de cana-de-açúcar. No entanto também podem ser resultado de outros fatores físico-químicos do solo (PRIMAVESI, 2002).

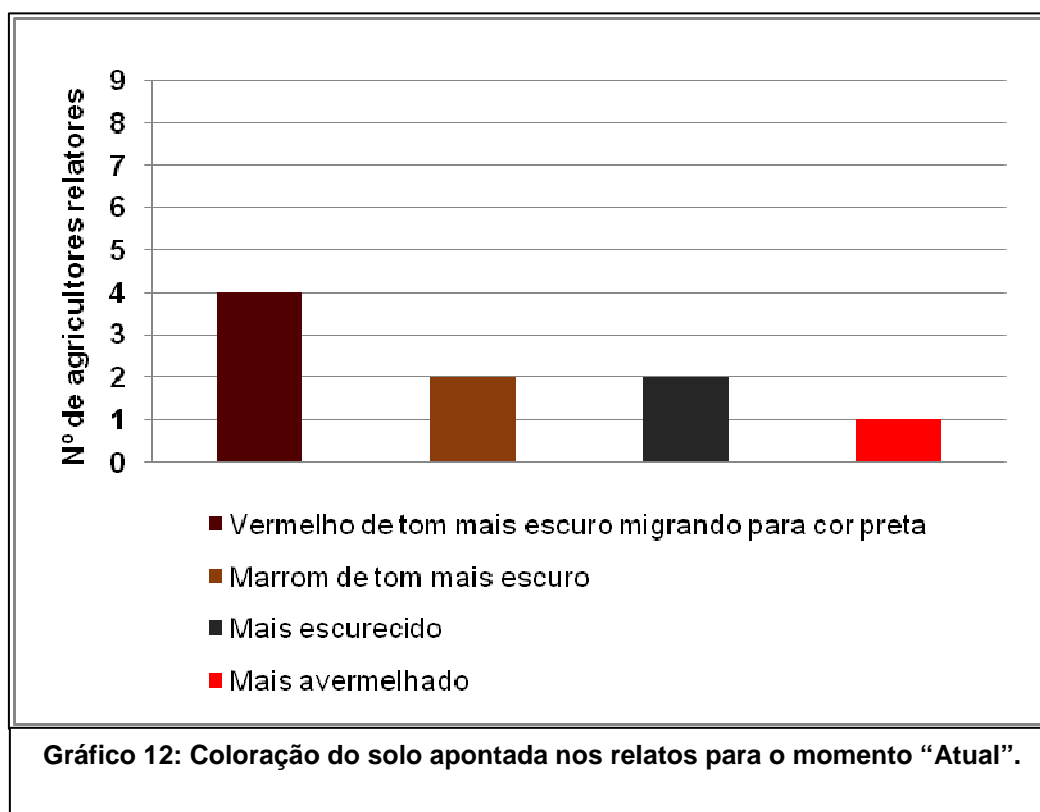
Gliessman (2009) diz que a coloração do solo é característica dos tipos de solo, mas pode também ser um indicador do histórico de desenvolvimento e manejo aplicado a este, pois pode expressar o estado de drenagem, aeração, níveis de nutrientes e minerais presentes. Ainda Casalinho (2004) e Botelho *et al.* (2006) ressaltam que colorações mais claras ou esbranquiçadas presentes no solo podem ser indicadores de baixos níveis de matéria orgânica e de processo de carreamento superficial de sedimentos. O relato abaixo expressa as observações sobre tal indicador e sobre os impactos na produção de alguns cultivos:

“Antes a terra era mais clara, marrom claro esbranquiçado e era areiosa. Nem a mandioca nasce em terra areiosa.” (Agricultor 8).

O Agricultor 7 expressa em sua fala que tentativas anteriores de cultivar abóbora na área do SAF não foram bem sucedidas, mas que no presente o solo se mostra com uma capacidade melhor de produção. Já o agricultor 8 observa que o estado em que o solo de seu lote se apresentava, esbranquiçado e “areioso”, indicava condições que impossibilitavam a produção até da mandioca (*Manihot* sp.). De acordo com Boiteux *et al.* (2006), a abóbora mostra melhor desenvolvimento quando cultivada em solo de textura argilo-arenosa e que tenha uma boa drenagem. Já para a mandioca, de acordo com Souza *et al.* (2009), a planta se desenvolve melhor em solos friáveis (soltos) de textura arenosa ou média. O mesmo autor diz que, apesar da mandioca se desenvolver bem, relativamente a outras culturas, em solos fisicamente degradados, ácidos e com baixos teores de nutrientes, a compactação prejudica grandemente o desenvolvimento eficiente de suas raízes.

Pode-se analisar então, que os agricultores que se localizam em áreas com predominância de solos mais arenosos, observavam a dificuldade de produção destas culturas no solo, não somente pela textura arenosa, mas por causa da degradação, baixa fertilidade e baixos teores de matéria orgânica no solo. Solos arenosos apresentam estrutura que dificulta a proteção à matéria orgânica, comparando-se a solos com maiores teores de argila (BAYER e MIENICZUK, 1999 *apud* AGUIAR, 2008). Estudos de Ramos Filho e Pellegrini (2006) que analisaram o solo das regiões com diferentes coberturas vegetais do Assentamento Sepé Tiaraju no ano de 2003, atestam essa condição de baixos teores de matéria orgânica nas regiões dos núcleos Chico Mendes, Dandara, Zumbi e Paulo Freire e relacionam este estado também à textura arenosa do solo. A observação do agricultor 8 mostra que, mesmo uma cultura que é adaptada á solos pobres e de textura arenosa, não apresentava bom desenvolvimento, pelo fato do solo no momento “Anterior” apresentar-se com altos graus de degradação.

Com relação aos relatos sobre a coloração do solo no momento “Atual”, o Gráfico 12 apresenta as observações dos agricultores, demonstrando que quatro agricultores, entre nove respondentes, notaram mudança para uma coloração de tom vermelho mais escurecido, chegando até a cor preta. Dois deles relataram a mudança de um marrom de tom mais claro para um marrom mais escuro. Outros dois expressaram somente a mudança de uma coloração mais clara esbranquiçada para um tom mais escuro e um deles disse poder observar a mudança de um solo com tons brancos para um tom mais avermelhado misturado com o branco.



Os agricultores expressaram diferentes observações de colorações do solo de seus lotes. Entretanto pode-se ver a tendência de que a totalidade deles expressa observar uma mudança para uma coloração mais escura, alguns deles relatando um solo com tons próximos da cor preta.

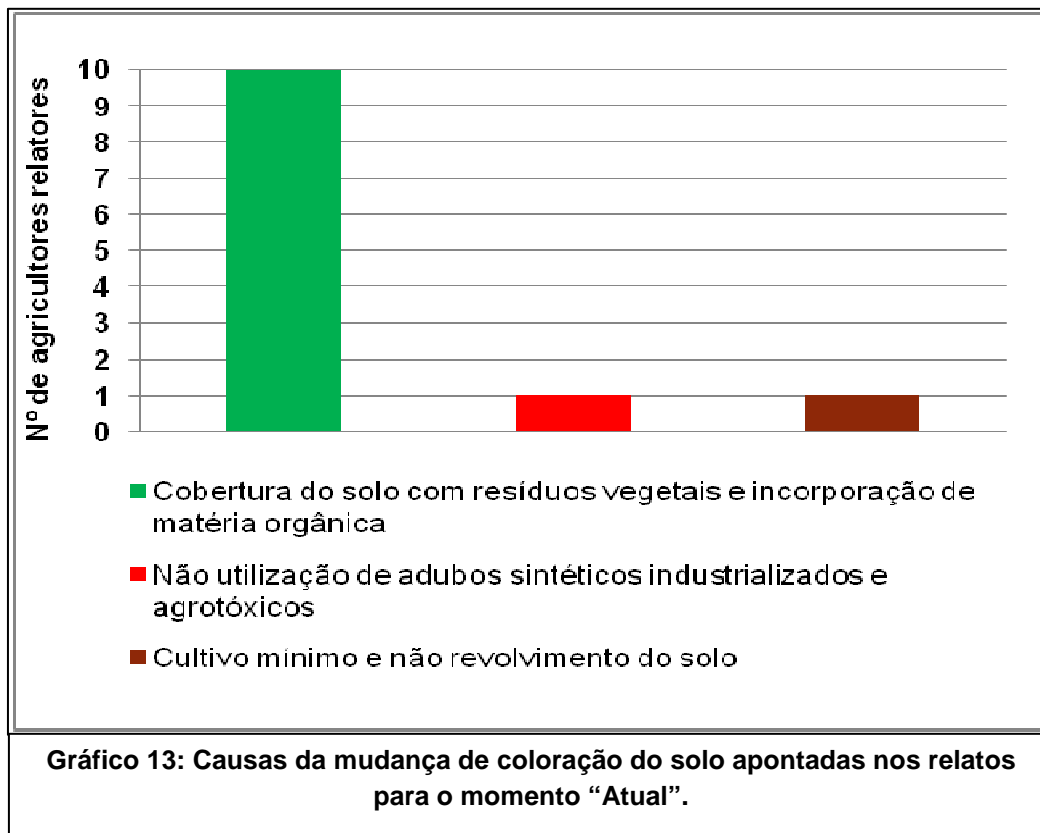
Passando para a análise das causas relatadas para tal mudança na coloração e escurecimento do solo, os relatos dos agricultores expressam bem a percepção que eles têm do manejo que traz a mudança de coloração e outros benefícios para o solo:

*“As folhas caem, as folhas tem a cor delas, ai a chuva molha e vai apodrecendo, elas entram na terra e dão a cor delas pra terra, fertilizam a terra.”* (Agricultor 5).

*“Foi por causa do manejo dessa cobertura e da decomposição dessa matéria que tá melhorando. E com a cobertura vai melhorar cada vez mais.”* (Agricultor 7).

Através dos relatos, pode-se ver que ambos os agricultores atribuíram tal mudança no indicador à cobertura morta do solo. Entre as causas relatadas para tal mudança na coloração e escurecimento do solo, os dados do Gráfico 13 mostram que foi unânime a afirmação de que o manejo determinante tem sido a utilização de cobertura constante do solo com resíduos vegetais e a incorporação de matéria orgânica (Figuras 12 e 13, Anexo B), sendo que a totalidade dos entrevistados atribuiu a mudança a esta prática. Ainda um agricultor atribuiu isto ao cultivo sem utilização de adubos sintéticos industrializados e agrotóxicos e outro atribuiu ao manejo do solo com cultivo mínimo e sem revolvimento.

Silva e Resck (1997); Primavesi (2002) e Botelho *et al.* (2006) corroboram as observações dos agricultores, atestando que a cor escura de muitos solos está ligada ao teor de matéria orgânica e a deposição de restos culturais sobre o solo é manejo determinante para o aumento destes teores. E estudos de Demattê *et al.* (2010) evidenciaram correlação entre os teores de matéria orgânica e a coloração do solo, onde foi identificado que a influência de teores mais altos na cor do solo, ocorre principalmente através da pigmentação, conferindo-lhe cores mais vivas, e secundariamente através do escurecimento do solo.



Nas observações realizadas a campo junto com os agricultores, em todos os casos analisados foi possível observar diferenças de coloração, onde, nas áreas cobertas por restos culturais, o solo apresentava-se com uma cor de tom mais escuro se comparada às áreas expostas. Em uma das entrevistas, quando questionado sobre tal indicador, o agricultor 4 misturou uma porção do solo de uma área do lote que estava gradeada e exposta ao sol com uma porção de serrapilheira (restos vegetais) do seu SAF e ressaltou que o solo em suas mãos tinha se tornado mais escuro pela matéria vegetal de folhas e galhos depositada sobre o solo e misturada com suas partículas.

É importante ressaltar que o processo de mudança de coloração do solo pela incorporação de matéria orgânica não é imediato, mas a observação dos agricultores mostra a apropriação deste conhecimento, a incorporação do manejo no seu dia-a-dia e a convicção de que esta prática traz benefícios ao solo de seu sistema.

Ainda é interessante analisar alguns benefícios e manejos que alguns agricultores observaram em seus sistemas e expressaram em seus relatos. A agricultora 2 relata que observou que a ação da galinha ao “ciscar” sobre os restos culturais depositados sobre o solo, acelera a quebra das folhas em pedaços menores e incorpora os restos no solo, ajudando na decomposição desse material vegetal. O seguinte relato feito por ela expressa essa observação:

*“As galinhas ciscando ajudam a quebrar as folhas mais rápido e a incorporar os restos, os ciscos no solo.”* (Agricultor 2).

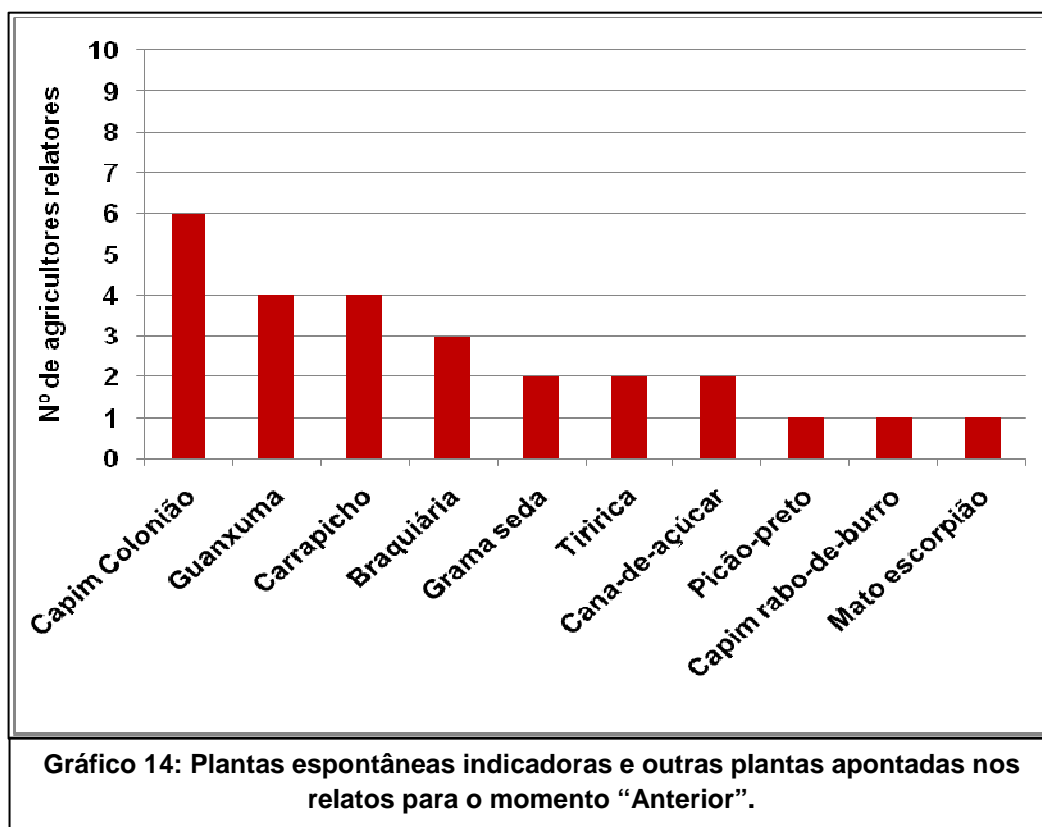
#### 4.5 Plantas Indicadoras

Com relação à presença de plantas espontâneas no solo no momento “Anterior”, pode-se ver que os agricultores relataram a presença de espécies relacionadas na literatura como indicadoras de aspectos negativos da física e química do solo, mas também relataram outras plantas que não são relacionadas como espécies indicadoras da qualidade do solo na literatura consultada no presente trabalho. No presente trabalho, não foram realizadas coletas e identificação, em laboratório, das plantas espontâneas presentes nos SAFs. Portanto, os nomes populares contidos neste item representam, unicamente, a percepção dos agricultores de acordo com seus conhecimentos e observações.

O Gráfico 14 apresenta as plantas mencionadas e os respectivos nomes populares utilizados pelos agricultores. Pode-se visualizar no gráfico que, no momento “Anterior”, 40% dos agricultores entrevistados declararam a presença de Guanxuma (*Sida* sp.), outros 40% a do Carrapicho (*Cenchrus* sp.), 30% a da Braquiária (*Brachiaria* sp.), 20% a da Grama-seda (*Cynodon dactylon*), 20% a da Tiririca (*Cyperus* sp.), 20% a da Cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), 10% a do Picão-preto (*Galinsoga parviflora*), 10% o Capim Rabo-de-burro (*Andropogon* sp.) e 10% o Mato escorpião. Ainda é possível ver pelos relatos



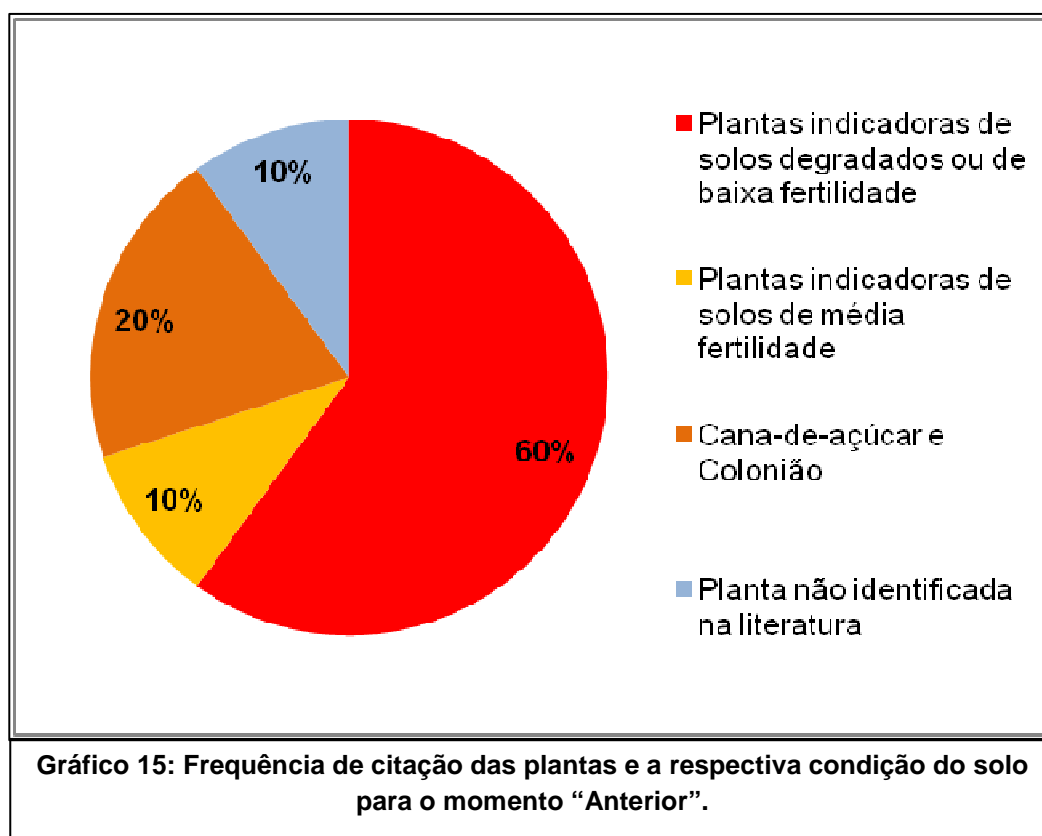
que metade dos agricultores entrevistados registrou a ocorrência de duas ou mais espécies de plantas relacionadas na literatura como indicadoras de solo em condições de degradação e fertilidade deficiente.



Algumas das plantas citadas nos relatos, não são relacionadas na literatura necessariamente como ervas espontâneas indicadoras, ou são espécies de plantas colonizadoras de lavouras abandonadas, já que a área do assentamento ficou em pousio durante alguns anos. Entre estas espécies, a cana-de-açúcar é a espécie que anteriormente era cultivada em larga escala na antiga fazenda e ocupava quase a totalidade da área do assentamento em 2003. Já a braquiária e o capim colonião são as gramíneas que predominavam em grande parte da área do assentamento, durante o período em que o solo ficou em pousio.

Além da análise apresentada no gráfico anterior, é interessante observar as informações do Gráfico 15, quanto às plantas citadas em relação com a literatura.

Pode-se visualizar no gráfico que, a maioria das plantas relatadas como ocorrentes no momento “Anterior” são indicadoras de solos que apresentam condições de degradação como compactação, processos erosivos, baixa fertilidade, acidez elevada, infiltração deficiente e deficiências nutricionais. A Tabela 5 apresenta algumas das espécies indicadoras de solos de má qualidade citadas para o momento “Anterior” e as respectivas condições de solo que geralmente indicam, de acordo com Embrapa (2006a) e Câmara & Seraphin (2002).



Entre as plantas indicadoras relatadas no momento “Anterior”, a única relacionada como indicadora de condições de média fertilidade foi a espécie (*Galinsoga parviflora*) chamada popularmente de Picão-preto. Já o capim

Colonião (*Panicum maximum*), que não foi citado na tabela, é citado por Barducci *et al.* (2009) como planta de alta tolerância a condições de deficiência hídrica e com boa capacidade de absorver nutrientes de camadas profundas do solo, por apresentar um sistema radicular vigoroso e profundo, o que permite a esta planta se desenvolver em condições nas quais outras plantas não conseguiriam. Por outro lado, Silva (2009) em estudo sobre a análise de condições de solo através de plantas indicadoras na percepção de agricultores, cita o capim Colonião como indicadora de solos de boa qualidade. Ressalta que esta planta se desenvolve melhor e mais vigorosamente em solos profundos, friáveis, levemente arenosos e de boa fertilidade e por outro lado e se desenvolve de forma deficiente em condições de baixa fertilidade do solo.

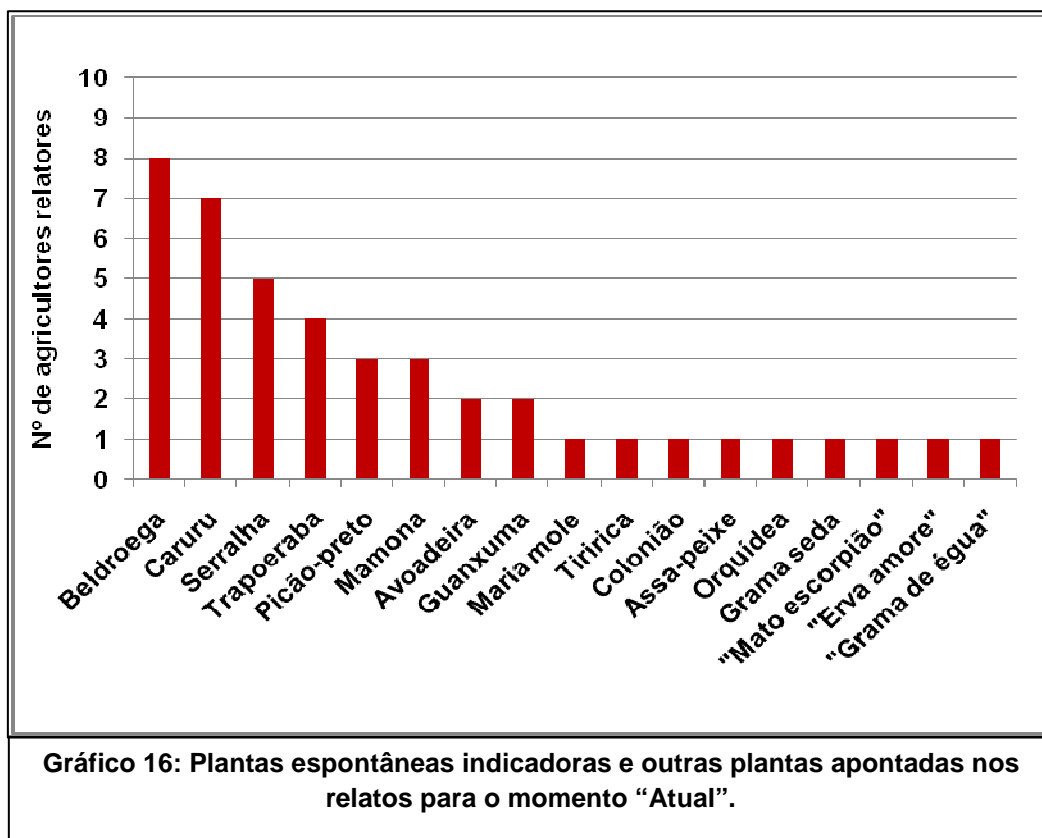
Tabela 5. Algumas das espécies de plantas indicadoras de solos degradados e as respectivas condições que indicam, citadas nos relatos do momento “Anterior”	
Espécie	Condição do solo que indica
Grama seda ( <i>Cynodon</i> sp.)	Indica solos muito compactados.
Guanxuma ( <i>Sida</i> sp.)	Indica solos compactados ou superficialmente erodidos.
Carrapicho ( <i>Cenchrus</i> sp.) ou ( <i>Acanthospermum</i> sp.)	Indica solos muito decaídos, erodidos e compactados ou com deficiência de Ca.
Braquiária ( <i>Brachiaria</i> sp.)	Indica solos ácidos e de baixa fertilidade
Capim rabo-de-burro ( <i>Andropogon</i> sp.)	Indica solos ácidos com baixo teor de Ca, impermeáveis entre 60 e 120 cm de profundidade.
Tiririca ( <i>Cyperus</i> sp.)	Indica solos ácidos, adensados, anaeróbicos, com carência de Mg.

A planta não encontrada na literatura foi denominada pelo Agricultor 10 como “mato-escorpião”. O relato do Agricultor 5, descrevendo as ervas que

observou em seu lote no momento “Atual”, também cita o “mato-escorpião” e diz que esta erva somente germina em solos de boa qualidade.

*“Aquele mato escorpião tá vindo muito e ele só vem em solo que tá fortalecido” (Agricultor 5).*

Analisando as plantas relatadas como ocorrentes no momento “Atual”, pode-se ver que, entre as espécies citadas, encontram-se indicadoras de boas condições de solo, mas também espécies indicadoras de condições de média fertilidade, indicadoras de condições de degradação de solos e espécie de estágios iniciais de regeneração de florestas (espécie pioneira). O Gráfico 16 esboça as espécies de plantas citadas:



A Tabela 6 mostra algumas das espécies de plantas e as respectivas condições que geralmente indicam no solo, para o momento “Atual”, de acordo com diversos autores (RODRIGUES *et al.*,1995; CASALINHO, 2004;

MACHADO *apud* SILVA, 2009; Embrapa, 2006a; LAZAROTO *et al.*, 2008; SILVA, 2009; PEREIRA, 2011).

Tabela 6. Algumas das espécies de plantas e as respectivas condições que indicam, citadas nos relatos do momento “Atual”	
Espécie	Condição do solo que indica
Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> )	Indica solo fértil, não prejudica as lavouras, protege o solo e é planta alimentícia com elevado teor de proteína.
Caruru ( <i>Amaranthus</i> spp.)	Indica solos de boa fertilidade com bons teores de matéria orgânica.
Serralha ( <i>Sonchus oleraceus</i> )	Indica solos férteis e arejados.
Trapoeraba ( <i>Commelina benghalensis</i> )	De ocorrência mais comum em solos argilosos, úmidos e levemente sombreados.
Picão-preto ( <i>Galinsoga parviflora</i> )	Solo com excesso de N e deficiente em micronutrientes, principalmente Cu.
Buva ou Avoadeira ( <i>Conyza</i> sp.)	Preferem solos pobres, bem drenados, mais arenosos, pedregosos e acidentados. Estabelecem-se em áreas perturbadas.
Maria-mole ( <i>Senecio brasiliensis</i> )	Solo adensado (40 a 120 cm)
Mamona ( <i>Ricinus communis</i> )	Indica solo arenoso com falta de potássio.
Assa-peixe ( <i>Vernonia tweediana</i> )	Tem preferência por solos de baixa fertilidade.

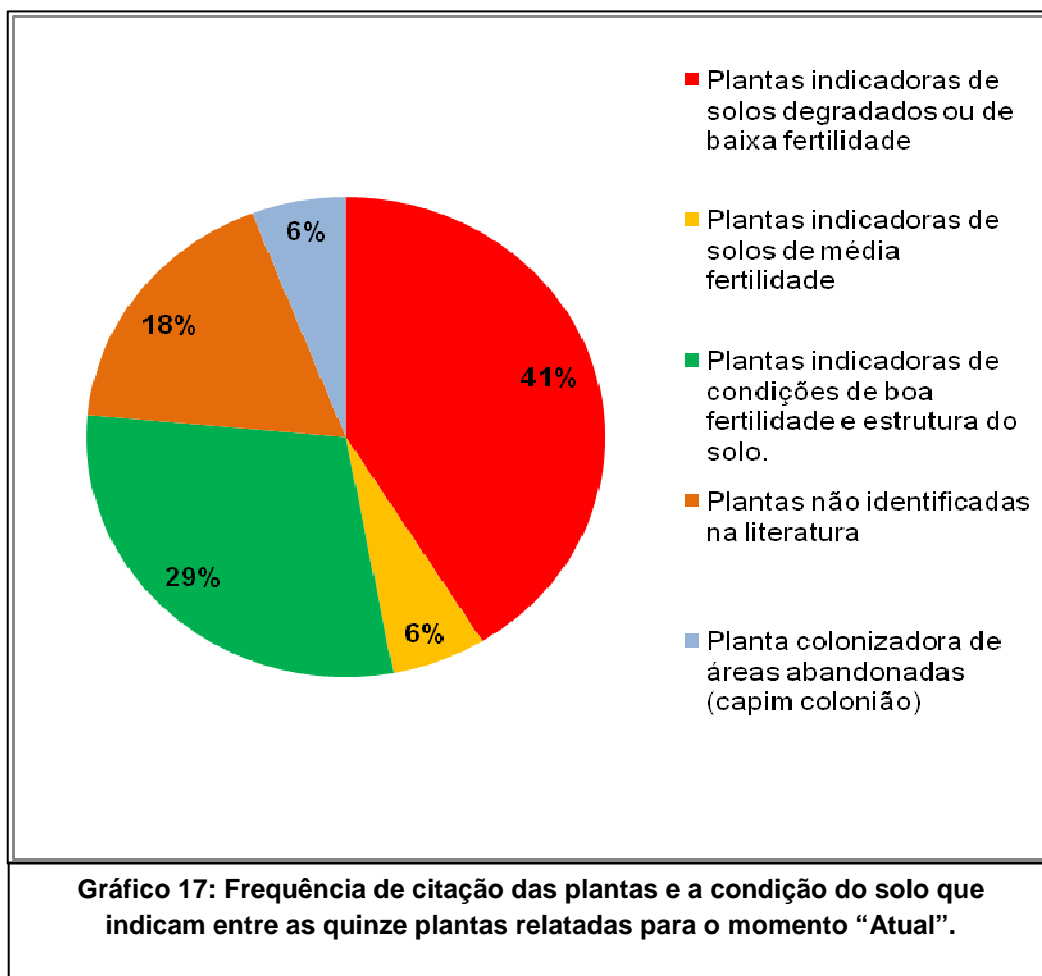
É interessante observar, pelo Gráfico 16 e pela Tabela 6, que as plantas relatadas como ocorrentes pelo maior número de agricultores são a beldroega, o caruru, a serralha e a trapoeraba, sendo que todas as quatro são classificadas na literatura como plantas indicadoras de boas qualidades do solo. Depois destas mais citadas, entre as plantas relatadas como ocorrentes,

ambas por 30% dos agricultores, estão a mamona e o picão-preto, sendo que esta última é classificada como planta indicadora de média a boa fertilidade (MACHADO, 2004 *apud* SILVA, 2009; PEREIRA, 2011).

Já a mamona é classificada como indicadora de solos com deficiência de potássio (PEREIRA, 2011). Entretanto, nos relatos pode-se ver que alguns dos agricultores mencionam esta espécie como boa produtora de biomassa para o manejo de cobertura morta do solo para a recuperação da sua qualidade.

Ainda pode-se analisar pelos relatos que, três agricultores relataram que, em seus lotes, desenvolveram-se no momento “Atual” todas as quatro ervas espontâneas indicadoras de boas qualidades de solo: beldroega, caruru, serralha e trapoeraba.

No Gráfico 17, pode-se verificar a frequência de citações das plantas e a condição que indicam no solo, para o momento “Atual”. Através dos dados do gráfico é possível ver que, do total de dezessete plantas citadas nos relatos, ainda consta um total de 41% (sete espécies), que são plantas indicadoras de condições de degradação ou baixa fertilidade. Entretanto, outras 29% são classificadas como plantas indicadoras de condições de elevada fertilidade, elevado teor de matéria orgânica, boa estrutura e boa umidade do solo. Ainda uma delas é classificada como indicadora de média fertilidade. Entre as outras plantas constantes no gráfico está o colônio e três espécies (18%), que não foram identificadas na literatura.



Sob a ótica de recuperação da qualidade do solo, comparando os Gráficos 15 e 17, pode-se ver uma mudança na composição de espécies de plantas indicadoras. Mudança que se constata, ao passar de um momento onde os agricultores observavam maior ocorrência de indicadoras de condições de degradação, compactação, baixa fertilidade, para um momento onde eles relataram ocorrência de indicadoras de boas propriedades de solo. A predominância de 60% de plantas indicadoras de solos de má qualidade no momento "Anterior" passou-se para 41% no momento "Atual". Comparando os dois momentos, as plantas indicadoras de boa qualidade de solo aumentaram de 0 para 29% do total. Esta análise mostra que a mudança na composição de espécies de ervas espontâneas pode indicar uma gradual recuperação da estrutura física e fertilidade química do solo no assentamento pelo uso e manejo do solo na forma de SAF.

Alguns relatos demonstram a observação dos agricultores com relação à gradual mudança na composição de espécies de ervas espontâneas. Quatro agricultores descreveram que a “explosão” de ervas como a grama seda, a guanxuma e o picão preto, foi controlada depois que começaram a manejar o solo em sistema agroflorestal. Os relatos a seguir expõem esta questão:

*“Tinha guanxuma, picão preto, carrapicho... agora está vindo menos guanxuma e picão preto, já não vejo mais aqui.”* (Agricultor 3).

*“Antes tinha muita vassoura do campo, ela formava uns pés grandes. Onde tem, ela resseca o chão e não dá nada, nem amendoim. Agora tá vindo menos vassoura, não pragueja tudo igual antes, só tem uns fiapinhos ali, outros aqui.”* (Agricultor 4).

É interessante ver no relato deste último agricultor a observação de que onde a guanxuma se desenvolve, o solo apresenta baixa umidade e o desenvolvimento de cultivos, como o amendoim, é deficiente. Ainda o Agricultor 1 diz que, em áreas do solo onde a trapoeraba se estabelece, os cultivos de milho e feijão se desenvolvem bem. Este mesmo agricultor aponta também a avoadeira ou buva como não tolerante à estiagem.

Os depoimentos dos Agricultores 5, 7 e 9 mostram a mudança na composição de espécies de ervas espontâneas entre o início do assentamento e o momento atual:

*“Antes era só colonião, braquiária e tinha carrapicho também. Tiririca ainda tem. Mas agora tá vindo outras plantas, caruru tem muito, serralha, aquele mato escorpião tá vindo muito e ele só vem em solo que tá fortalecido, entope de beldroega, tem muita grama de égua...”* (Agricultor 5).

*“Antes colonião, brachiaria e tinha umas que indicavam solo fraco, compactado, como guanxuma e o carrapicho... agora já tá aparecendo picão preto, beldroega, serralha, caruru, trapoeraba. A mamona tá vindo espontânea também. Agora tá vindo essas plantas que são de média fertilidade.”* (Agricultor 7).



*“Tinha bastante tiririca e braquiária. Depois sumiu a tiririca e começou a aparecer a beldroega e o caruru, picão tem bastante também.” (Agricultor 9).*

O relato de um dos agricultores ressalta que espécies como a braquiária (*Brachiaria* spp.) e o colonião (*Panicum maximum*) são indicadoras de solo ácido:

*“Mas agora tá vindo outras plantas, caruru tem muito, serralha... Porque se tiver fechado de outras plantas, de mato grande, elas não vêm. Elas não gostam de terra muito ácida, elas gostam de terra aberta assim, não gostam quando tem muito mato colonião e brachiaria” (Agricultor 5).*

Com relação às causas da mudança na composição de plantas espontâneas, de um total de oito agricultores respondentes, cinco atribuíram-na ao manejo de cobertura do solo com resíduos vegetais, três deles à melhoria da qualidade do solo, dois ao preparo e cultivo mínimo do solo sem uso de maquinaria pesada, dois ao manejo sem uso de agrotóxicos e ainda outros agricultores disseram que o maior sombreamento fez o controle das erva espontâneas, conforme depoimentos abaixo:

*“Foi a melhoria da terra, a terra estava muito decadente, os produtores de cana jogavam veneno e só nascia cana e colonião, mais nada. Mas agora que está melhorando a terra nascem outras plantas.” (Agricultor 1).*

*“Por causa de parar com trator, máquinas e veneno, a terra ficou mais forte. A máquina cansa a terra, destrói o mato e a terra também.” (Agricultor 9).*

*“Antes tinha guanxuma, na área que eu planto só a mandioca e o milho eu ainda tenho problemas com a guanxuma. Tinha uma área com grama seda e agora, com a sombra e a cobertura, ela já está morrendo, praticamente não tem mais.” (Agricultor 8).*

*“Foi por causa da melhoria do solo, com certeza, porque o feijão de porco, o guandu, a mamona, o margaridão que eu manejei e já joguei no chão já decomporam e deram alimento pro solo. Agora na seca tá sem cobertura, mas esse alimento tá guardado no solo e as plantas estão se alimentando.”* (Agricultor) 7.

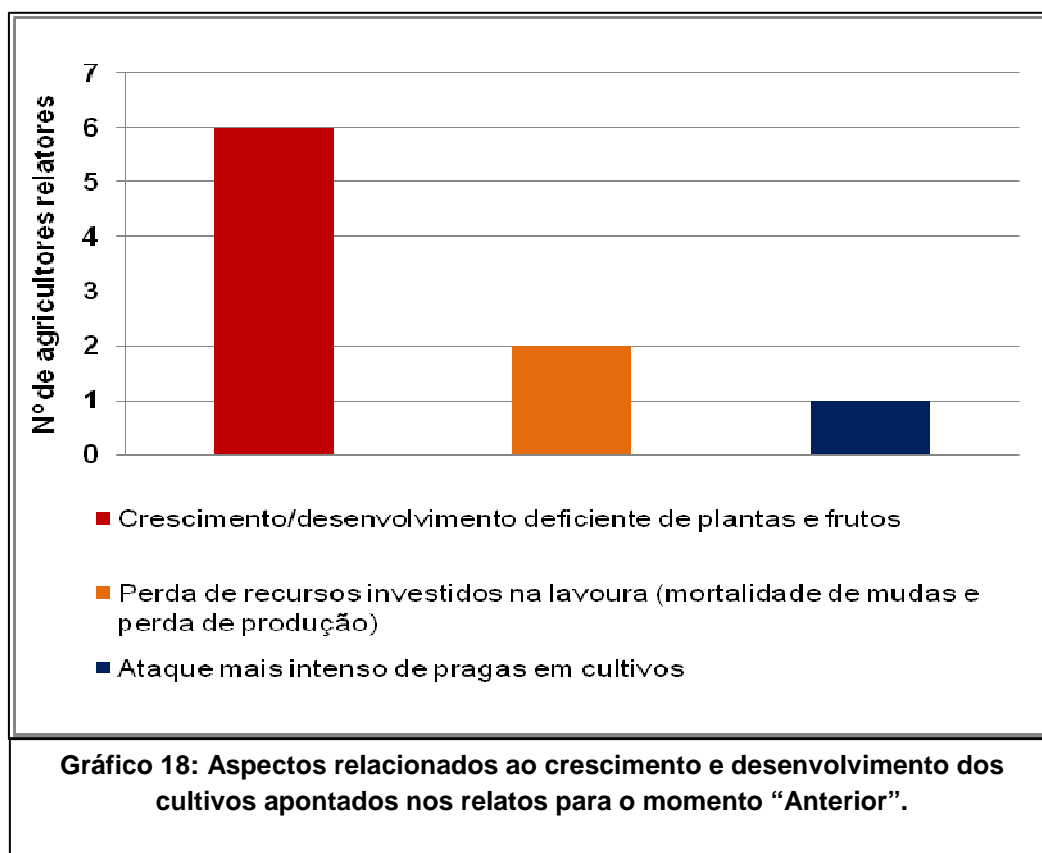
*“Todos matos indicam alguma deficiência em algum nutriente, se indica que tem um nutriente, também indica que esta faltando outros no solo. A combinação das plantas dá uma nutrição muito melhor que o NPK”. Os restos de folhas de todas as plantas combinadas podem fornecer os nutrientes que o solo precisa.”* (Agricultor 10).

Silva (2009) ressalta que o aparecimento de certa espécie de planta no solo na maioria das vezes é considerado, pela agricultura convencional, como uma situação de “explosão” de ervas indesejáveis que necessitam ser exterminadas. Mas, na verdade, esta é a forma que o ecossistema se valeu para colonizar o solo e “solucionar” algum problema estrutural, físico ou biológico deste, ou seja, modificar as condições deste para proporcionar um ambiente melhor para outras espécies poderem se estabelecer no ambiente.

Machado (2004 *apud* SILVA, 2009) diz que as plantas espontâneas, não devem ser eliminadas sem propósito, mas utilizadas para identificar condições do solo e direcionar estratégias de manejo mais adequadas. Além de sugerir a existência de desequilíbrios e deficiências no solo, segundo o mesmo autor, as plantas espontâneas podem desempenhar funções como: cobertura e proteção do solo contra impacto direto dos raios solares, da erosão hídrica e eólica; melhoria da estrutura do solo; descompactação; incremento de matéria orgânica; recuperação da fertilidade do solo; ação alopática de controle de ataque parasita às plantas; transporte de micronutrientes em camadas profundas; promoção de melhor aeração e retenção de umidade.

#### 4.6 Crescimento, desenvolvimento e aspecto dos cultivos

Levando em conta os relatos referentes ao momento “Anterior”, com relação ao crescimento, desenvolvimento e aspecto dos cultivos, verificou-se que seis agricultores colocaram que as plantas e os frutos apresentavam desenvolvimento deficiente. Dois agricultores disseram que na época o desenvolvimento deficiente provocou perda de recursos investidos na lavoura com a mortalidade de mudas de espécies frutíferas e produção reduzida. Um dos agricultores observou ainda que, fazendo uma comparação entre o seu SAF e um consórcio simples de mandioca e milho, este último apresentou ataque intenso de uma praga (broca) o que ocasionou grande perda de produção, enquanto que a mandioca plantada dentro do SAF não apresentou tal ataque. Estes resultados podem ser visualizados no Gráfico 18.



Discorrendo sobre algumas causas para a maior deficiência no crescimento e desenvolvimento dos cultivos no momento “Anterior”, três entre os dez agricultores relacionaram fatores que levaram a esta deficiência. Os seguintes relatos dos agricultores 1, 6 e 10 demonstram suas observações:

*“Já perdi manga, caqui porque estavam expostos ao sol, porque estava muito seco, não tinha água. E mesmo quando coloca água, se ficar exposta ao sol o dia inteiro não vai.”*  
(Agricultor 1).

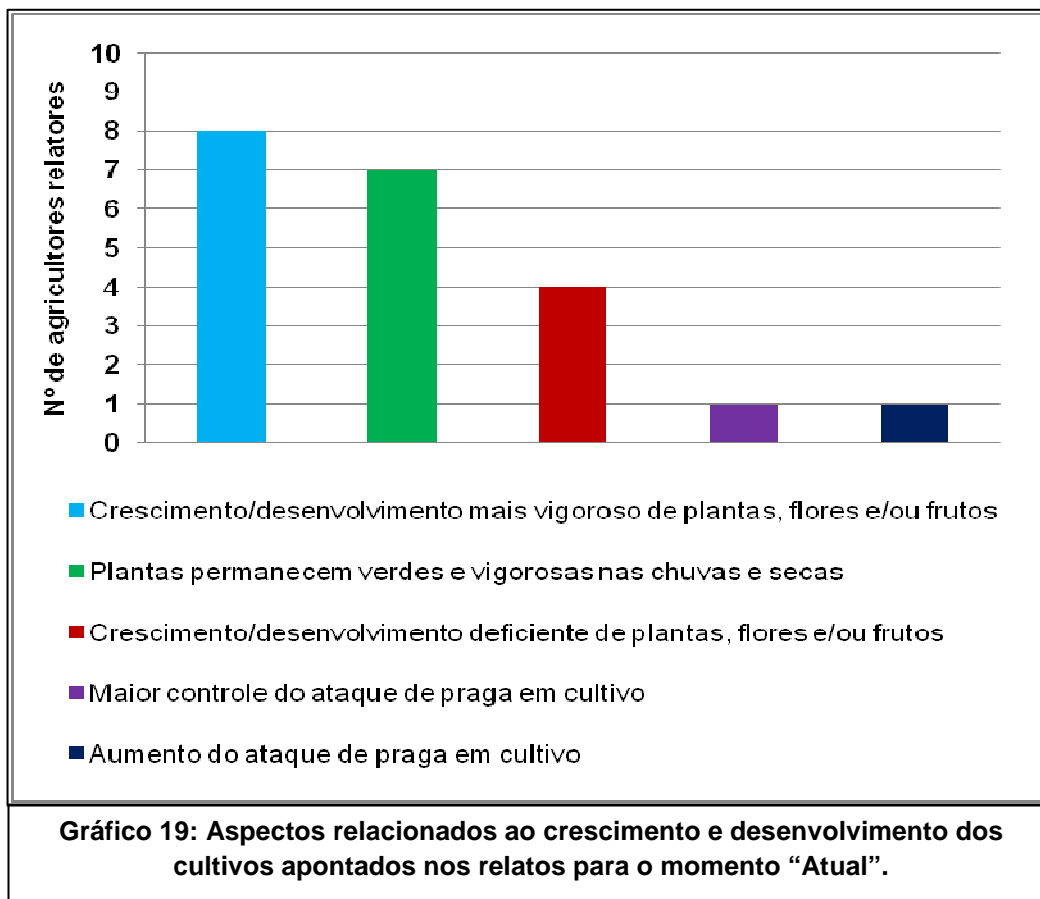
A exposição das mudas plantadas à intensa radiação solar e consequente perda de água que ocorre no solo e na planta por transpiração são fatores que contribuem para o desenvolvimento deficiente das mudas (PRIMAVESI, 2002). Aliado a este fator, os problemas estruturais no assentamento causaram a escassez de água e trouxeram problemas, como a perda de recursos investidos na lavoura, sendo que o Agricultor 1 relatou perda de mudas de frutíferas.

O Agricultor 6 ressalta em seu relato a perda de produção e atribuiu esta à condição do solo “fraco”, ou seja, com a fertilidade comprometida por fatores de degradação. Já o Agricultor 10 atribuiu o crescimento e desenvolvimento deficientes ao manejo do solo exposto, sem cobertura de resíduos vegetais e ainda observou que o aspecto das plantas cultivadas era diferente no momento “Anterior”, dizendo que as folhas das plantas apresentavam uma coloração menos vigorosa.

*“Aquele tempo demorava mais para dar produção, o solo estava mais fraco e perdia muito a produção.”* (Agricultor 6).

*“O crescimento era pior, não tinha cobertura do solo, solo exposto sem matéria orgânica, sem nutrientes. O desenvolvimento também era pior e as plantas não tinham tanta cor, porque não tinha o alimento, o nutriente. É como nós, se não tem alimentação boa, não crescemos e desenvolvemos bem”* (Agricultor 10).

O Gráfico 19 mostra os resultados sobre este indicador para o momento “Atual”:



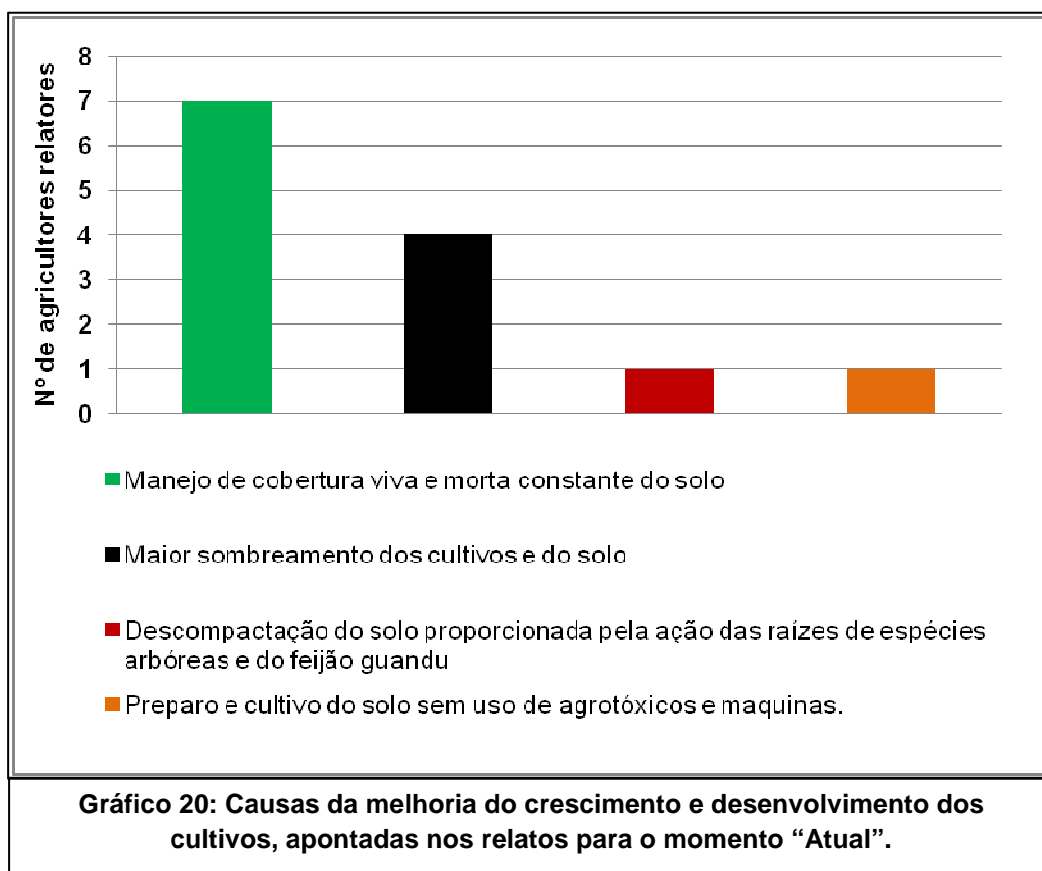
Analisando as observações dos agricultores sobre o crescimento, desenvolvimento e aspecto dos cultivos em relação ao momento “Atual”, pode-se ver que todos os agricultores que relataram um crescimento e desenvolvimento deficiente de plantas, flores e/ou frutos no momento “Anterior”, argumentaram posteriormente que o manejo do solo na forma de SAF contribuiu para proporcionar a reversão deste estado.

Ou seja, oito agricultores observaram melhoria no crescimento e desenvolvimento de cultivos quando plantados dentro do SAF. Sete mencionaram que as plantas cultivadas dentro do SAF apresentam maior resistência a períodos de estiagem e permanecem com coloração mais viçosa tanto no período de chuvas como também no período de seca. Por outro lado,

quatro agricultores observaram que certos cultivos, flores e frutos apresentaram um crescimento e desenvolvimento menos vigoroso quando cultivados dentro do SAF, sendo que dois entre estes quatro relataram que esta deficiência no crescimento ocorre nos períodos de seca.

Um deles atribuiu o desenvolvimento de espigas de milho com menor tamanho ao maior sombreamento que as árvores proporcionam. O outro agricultor declarou que o cultivo da mandioca dentro do SAF apresenta pontos positivos e negativos, sendo que ela tem um desenvolvimento mais lento com raízes de diâmetros menores, entretanto desenvolve maior quantidade de raízes e de melhor qualidade.

Com relação às causas da melhoria do crescimento e desenvolvimento dos cultivos, sete agricultores atribuíram-na ao manejo de cobertura e proteção do solo. Quatro agricultores relacionaram a melhoria ao maior sombreamento dos cultivos e do solo proporcionado pelo plantio de bananeiras e outras árvores. Ainda outros dois agricultores ligaram-na à descompactação do solo proporcionada pela ação das raízes de espécies arbóreas e do feijão guandu (*Cajanus cajan*) e ao preparo e cultivo do solo sem uso de agrotóxicos e maquinaria pesada. Os dados podem ser visualizados no Gráfico 20.



Os seguintes depoimentos demonstram os benefícios de práticas e manejos na promoção de um crescimento e desenvolvimento mais vigorosos e de uma aparência mais viçosa das plantas cultivadas no SAF.

*“Observei que o limão, a ponkan, a laranja e outras frutas agora permanecem verdes nas secas e chuvas, não fica tudo seco. A cobertura ajudou porque esfria o chão, deixa o solo mais fofo.”* (Agricultor 4).

*“Mas aqui no SAF onde eu cuido do solo, com cobertura e manejo adequado, se eu plantar milho eu sei que vai dar bem. Eu procuro sempre melhorar mais. Eu observo que quando o solo tá protegido, a planta cresce, desenvolve mais. Eu posso dizer certeza disso porque eu vou fazendo experiência. Dá pra observar agora na seca as plantas do SAF estão mais verdes, e onde não tem SAF tá meio amarelado.”* (Agricultor 5).

*“Agora mudou bastante. Tem mais lugares para a clorofila fazer a fotossíntese. O crescimento melhorou, tem mais saúde por causa da cobertura do solo. As plantas estão verdes, mesmo na seca e sem irrigação.” (Agricultor 10).*

Pelas declarações acima, é possível constatar que o manejo na forma de SAF, traz benefícios além da proteção do solo contra ações degradantes dos raios solares e aumento de temperatura da superfície do solo. São benefícios relacionados à promoção de uma estrutura menos densa do solo e à criação de um microclima com temperaturas mais amenas e uma proteção maior contra a desidratação das plantas (PRIMAVESI, 2002; MAY & TROVATTO, 2008), o que é verificado pela coloração verde mais viçosa, mesmo nos períodos de estiagem (Figura 11, Anexo A). Outros relatos expressam observações semelhantes a estas:

*“Agora dá pra ver como as mudas que eu plantei depois do SAF, na sombra, foram melhor. As mangas que eu plantei na sombra da banana, onde tem mais cobertura morta de folha de banana que vou cortando e jogando pro chão, estão melhores, tem umas que estão florindo agora.” (Agricultor 1).*

*“Por causa da melhoria da terra, agora com todas as raízes de árvores trabalhando aqui, com o feijão de porco, com o guandu que aprofundou as raízes e descompactou, não tem como falar que a terra tá igual de quando tinha o colômbio. As plantas mudam o aspecto comparando entre uma área mais antiga e outra mais nova que está mais compactada e sem cobertura. Nas áreas mais antigas as plantas estão mais verdes.” (Agricultor 7).*

*“O café melhorou dentro do SAF, por causa da meia sombra e da cobertura do solo que ajuda nas raízes do café. Todas as plantas melhoraram, aquelas que precisam de luz é só fazer o manejo. Mas se melhora para uma planta, melhora para todas.” (Agricultor 8).*

*“Depois que parou de passar o trator, deixou mais cobertura sobre a terra, depois que a terra descansou do veneno, o milho, a mandioca e a banana melhoraram o crescimento e desenvolvimento.” (Agricultor 9).*



O Agricultor 7, quando questionado sobre a mudança neste indicador, mostrou que ela se relacionava com a coloração verde viçosa de cultivos de abacaxi plantados em área com maior sombreamento e cobertura morta, em comparação com uma coloração menos intensa em uma área que recebia mais sol e com menor quantidade de cobertura morta.

É interessante ainda ressaltar o que Ramos Filho *et al.* (2007), em estudo com os assentados do Sepé Tiaraju, já havia verificado, qual seja, que uma das vantagens do plantio na forma de SAFs é a redução nos impactos negativos das estações secas e de períodos de estiagem prolongada nos cultivos. Em estudos comparando cultivos de café a pleno sol e café agroflorestal, Carvalho (2011) evidenciou o papel do componente arbóreo na promoção de um microclima menos extremo no sistema de produção, verificando que as árvores determinaram condições como: redução de 75,94% da média anual de radiação que atinge o cultivo no estrato inferior e que atinge o solo; menor variação anual de temperatura, com temperaturas mínimas mais elevadas e máximas mais baixas; correntes de vento com menores velocidades; menor evapotranspiração; menores temperaturas no solo; e, portanto, maior disponibilidade de água no solo dos SAFs.

Nota-se, assim, que os agricultores observam a relação entre diversos fatores, como: a descompactação do solo pela ação de um sistema radicular mais abrangente e diversificado; a maior proporção de sombreamento dos cultivos e do solo e diminuição da perda de umidade; o manejo de cobertura morta do solo e maior incorporação de matéria orgânica; e a melhoria da estrutura e vida do solo, com a promoção de um crescimento e desenvolvimento mais vigorosos de cultivos.

É interessante ressaltar o entendimento dos agricultores sobre a questão do maior ou menor sombreamento no sistema. Expressam, que o conhecimento sobre as exigências de cada planta cultivada com relação à incidência luminosa é importante para evitar que o sombreamento se torne um fator limitante do crescimento e desenvolvimento dos cultivos. Neste sentido, a poda é um manejo fundamental no SAF para proporcionar o desenvolvimento

ótimo dos cultivos e do sistema como um todo. De acordo com Carvalho (2011), os SAFs são sistemas que apresentam plasticidade frente às alterações climáticas de oferta de radiação, temperatura e regimes hídricos, pois, têm amplas possibilidades de escolha de espécies e manejo do dossel.

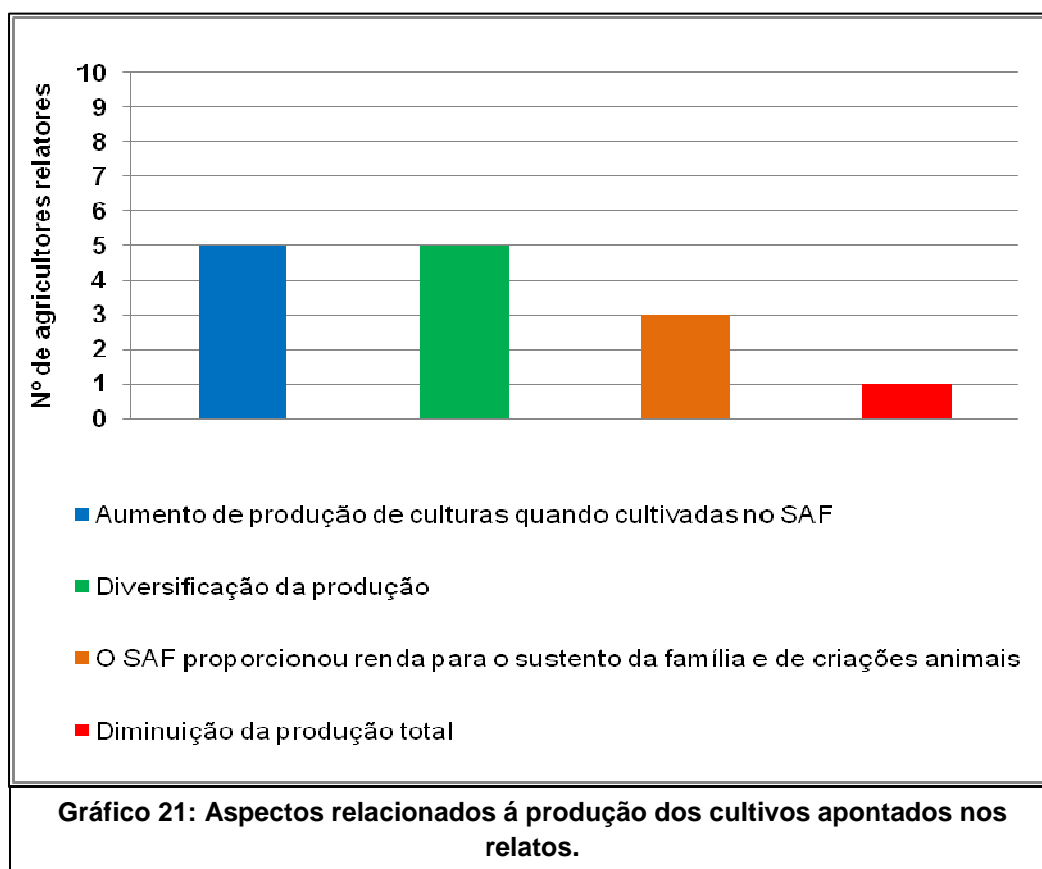
Através dos resultados, é possível verificar que o indicador de desenvolvimento das plantas depende de vários dos demais indicadores, como o estado de compactação, erosão, degradação do solo, o teor de matéria orgânica do solo e a capacidade do sistema em reter a umidade no solo e nas plantas. Os manejos potencializados pelo desenho dos SAFs influenciam diretamente em diversos fatores de crescimento, desenvolvimento e aspectos das plantas (LUIZÃO *et al.*, 2006; MAY & TROVATTO, 2008).

#### **4.7 Produção dos cultivos**

Dentro das pretensões e limitações do presente trabalho, não foram levantadas informações numéricas sobre a produção bruta dos cultivos e não foi possível obter informações comparativas entre os momentos “Anterior” e “Atual”. Entretanto, à parte da falta destes dados quantitativos, foram levantados elementos qualitativos interessantes, importantes indicativos dos benefícios trazidos pelos sistemas agroflorestais para a sustentabilidade econômica das famílias. As informações são analisadas mostrando os resultados no momento “Atual”, referentes à crescente diversificação que o sistema apresentou desde a chegada dos agricultores em seus lotes. O Gráfico 21 mostra os aspectos relacionados à produção dos cultivos no SAF observados pelos agricultores.

Segundo os dados do gráfico acima, pode-se ver que um total de cinco entre os dez agricultores entrevistados relatou um aumento da produção de cultivos, comparando estes quando em um sistema mais aberto e menos diversificado e quando dentro do sistema de SAF. Entre os cultivos apontados pelos agricultores com aumento de produção no SAF estão: a banana, o

mamão, o milho, a laranja, o limão, a fruta do conde, a pinha e a abóbora. Para outros cinco agricultores, o benefício que o SAF trouxe na questão produtiva, foi a diversificação da produção e a possibilidade de poder retirar produtos comercializáveis ou produtos de consumo interno do sistema de uma diversidade muito maior de cultivos (Figuras 10 e 11, Anexo A).



De acordo com Santos (2007), a diversidade biológica, a diversidade de cultivos no mesmo espaço e no tempo e o cultivo em diferentes estratos do sistema são pontos importantes de qualificação dos sistemas agroflorestais, proporcionando a geração de benefícios econômicos importantes. Isto se traduz tanto pela possibilidade de colheitas sucessivas e periódicas em diferentes andares e pela possibilidade das famílias de escolher o objetivo e destino dos produtos das diferentes espécies para comercialização. Tal diversificação contribui para a melhoria do leque de produtos para o consumo

da família, para as criações animais ou para a produção de biomassa para a manutenção da fertilidade do solo.

É interessante observar o relato do Agricultor 7, o qual foi o único a relatar uma diminuição na sua produção total:

*“Nos primeiros anos eu produzi mandioca, catador, abóbora, banana. Foi melhor porque a área era mais aberta e tinha espaço para a cultura anual. Agora tá mais fraco do que nos 1º e 2º ano. Mas agora, para o próximo ano, vai melhorar porque já vai entrá em um estágio médio, já vai entrar mais frutas, manga, limão, laranja, urucum, amora... vai ter bastante coisa pra agregar valor, fazer doces.”* (Agricultor 7).

O referido agricultor relata uma produção total mais baixa pelo fato do seu SAF ser um sistema mais complexo, que apresenta um desenho mais fechado e com maior proporção de espaços sombreados, o que impossibilita o cultivo de espécies anuais que necessitam de maior quantidade de luz. Assim, a observação do agricultor parece expressar que as espécies anuais cultivadas nos primeiros anos (mandioca, feijão catador, abóbora e banana) provavelmente proporcionavam uma produção bruta total maior do que as espécies produzidas atualmente no SAF. Apesar disto, o agricultor faz uma observação importante sobre a mudança das suas espécies principais (“carros-chefe”) que o SAF proporcionou ao longo do tempo pela diversificação e ressalta que o processamento dos produtos brutos das espécies frutíferas tem um grande potencial de geração de renda.

Em diagnósticos realizados com os agricultores entrevistados e pelos relatos das entrevistas, obtiveram-se algumas informações sobre aspectos produtivos e econômicos dos SAFs. A Tabela 7 mostra tais informações.

Através das informações da Tabela 7, podem-se visualizar alguns aspectos importantes relacionados aos benefícios do SAF na geração de renda e na promoção de maior segurança alimentar e autonomia das famílias.

Outro aspecto de suma importância diz respeito ao reflexo da diversificação da produção. Esta se dá não somente em relação ao aspecto espacial, senão também no temporal. O desenho dos sistemas agroflorestais

distribui, propicia que, tanto a mão-de-obra para os manejos como as colheitas de produtos, sejam mais bem distribuídos ao longo do ano. Dessa forma, os recursos advindos da venda dos produtos agrícolas são, neste sentido, distribuídos de forma mais equilibrada ao longo do ano. A qualificação de uma maior sustentabilidade econômica vem então pelo fato do agricultor, além de elevar sua produção em termos de quantidade, apresentar também este “conforto” de dispor sempre de recursos financeiros em caixa, evitando os problemas de conviver com períodos de extrema escassez.

As informações econômicas das receitas geradas pelos SAFs são parciais e retratam somente alguns aspectos da produção, que os agricultores se lembraram no momento das entrevistas, já que a prática do registro de produção nem sempre é adotada pelos agricultores.

Tabela 7: Aspectos produtivos e econômicos dos SAFs, relatados pelos dez agricultores entrevistados.

	Culturas carro-chefe	Receitas relatadas	Produção destinada á consumo familiar
<b>Agricultor 1</b>	Banana, mandioca, maracujá, limão e mamão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2007: R\$ 880,00 de mandioca; R\$1440,00 de Feijão-guandu; R\$ 1365,00 de Banana.</li> <li>- 2008: R\$ 1500,00 de Feijão-guandu; R\$ 2800,00 de banana, mandioca, batata doce para CONAB; e uma quantia menor para atravessador.</li> <li>- 2010: cota da CONAB R\$ 2600,00 com banana, mandioca, maracujá, limão, mamão.</li> <li>- Faz 3 entregas dentro de 1 mês.</li> </ul>	- Relatou retirar alimento para a família do SAF.
<b>Agricultor 2</b>	Banana, mamão e mandioca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retira pouca produção de mandioca e banana do SAF para comercialização.</li> <li>- retira também do SAF maxixe, abóbora, berinjela, jiló, pimenta, chuchu, tomate, brocoli, cara-moela.</li> <li>- a maior parcela da cota da CONAB atinge com a lavoura branca de milho e mandioca.</li> </ul>	- Olerícolas e frutíferas.
<b>Agricultor 3</b>	-----	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 500 Kg de banana por mês, de 10% das bananeiras do sistema.</li> <li>- maracujá retira produção o ano todo.</li> <li>- em um dia retirou 5 Kg de batata e 2 Kg de inhame.</li> </ul>	- Maracujá, inhame, cara-moela, feijão fava
<b>Agricultor 4</b>	Laranja e limão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2009: completou cota da CONAB com banana, mandioca e abacate.</li> <li>- 2010: do SAF retira produção de banana, abacate, laranja, limão, feijão catador, milho, mandioca.</li> <li>- do SAF comercializa banana e abacate.</li> <li>- maior parte da produção do SAF para consumo da família.</li> </ul>	- Acerola, laranja, limão, outras frutas, hortaliças.
<b>Agricultor 5</b>	Banana, assafrão e laranja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2007: R\$ 473,00 banana maçã; R\$ 315,00 banana prata africana; R\$ 157,00 banana prata; R\$ 1500,00 abóbora; R\$ 300,00 mandioca; R\$ 100,00 feijão catador; 60 a 70 caixas de abacaxi.</li> </ul>	-----
<b>Agricultor 6</b>	Banana e mandioca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- renda mensal do SAF de R\$ 80 a 100,00 de banana.</li> <li>- vende para atravessadores.</li> </ul>	- Relatou retirar grande parte da alimentação da família do SAF.
<b>Agricultor 7</b>	Banana e abacaxi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cota da CONAB com banana, mamão, abacaxi.</li> <li>- renda mensal do SAF de + ou – R\$ 350,00</li> </ul>	- Lenha para esquentar água.
<b>Agricultor 8</b>	Banana, abacaxi, café e mamão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONAB R\$ 2500,00; + Merenda escolar R\$ 1400,00.</li> <li>- renda mensal do SAF de R\$ 1000,00</li> <li>- já chegou a retirar 20-25 caixas de mamão em uma única entrega.</li> <li>- atinge cota da CONAB em 1 mês ou 1 mês e meio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feijão-guandu para ração animal;</li> <li>- Café, Goiaba, limão e ponkan para alimento da família.</li> </ul>
<b>Agricultor 9</b>	Banana e mandioca.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cota da CONAB de R\$ 3800,00 atinge em 3 a 4 meses com banana, mandioca, abóbora e mamão.</li> <li>- R\$ 200,00 de mandioca por semana para atravessador.</li> </ul>	-----
<b>Agricultor 10</b>	Banana, abacaxi, café e mamão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2007: R\$ 700,00 feijão-guandu; 300 kg feijão-de-porco; 3000 Kg abóbora; 3000 Kg milho; 2400 Kg mandioca.</li> <li>- 2008: R\$ 800,00 banana; R\$ 100,00 mamão; R\$ 600,00 mandioca; R\$ 250,00 de feijão-guandu; R\$ 1800,00 banana; R\$ 132,00 berinjela; R\$ 700,00 abóbora;</li> </ul>	- Milho, feijão-de-porco, feijão carioquinha, feijão-preto.

Apesar disso, pela análise destas informações é possível entrever que a maioria dos agricultores obtém renda de cultivos anuais de ciclo curto e frutíferas de ciclo médio nos primeiros anos de seus sistemas (como o milho, a mandioca, a abóbora, a batata-doce, o feijão catador, o feijão-guandu, o feijão-de-porco, o inhame, outras olerícolas, o abacaxi, a banana, e o mamão). Tais informações mostram que o cultivo na forma de SAF garante realmente a geração de renda a curto e médio prazos. Tal resultado contrapõe diretamente afirmações equivocadas de que somente é possível a geração de renda a longo prazo e tais receitas geradas de fato se constituíram em fontes de investimento das famílias a curto-prazo para realizar o enriquecimento e diversificação dos sistemas. Outro aspecto que pode ser observado é a diversificação da produção nos sistemas analisados.

A Tabela 8, a seguir, mostra tal diversificação, listando todos os nomes populares das espécies cultivadas em todos SAFs analisados. Alguns dos nomes da tabela expressam, somente, a percepção dos agricultores em relação às plantas, de acordo com seus conhecimentos, pois, não foi realizada identificação das espécies em laboratório, no presente estudo.

Através destas informações é possível observar que, ao longo do tempo, os SAFs possibilitaram um resgate e um aumento significativo da agrobiodiversidade. Em um momento anterior à criação do assentamento, cultivava-se somente a cana-de-açúcar. Nos primeiros anos de ocupação da área do assentamento, já se cultivavam algumas dezenas espécies, entre elas o milho, a mandioca, a banana, a abóbora, algumas olerícolas e algumas frutíferas. E nos últimos anos, a partir das informações de diagnósticos realizados no ano de 2008 e das entrevistas realizadas no ano de 2010 são mencionadas aproximadamente 170 espécies de plantas cultivadas e/ou manejadas nos dez SAFs do assentamento.

Tabela 8: Nomes populares das plantas cultivadas e manejadas relatadas pelos dez agricultores entrevistados.

1	Abacate	26	Peroba	51	Glericídia	76	Mandioca	101	Feijão guandu	126	Uva japonesa	151	Tomate rasteiro
2	Abacaxi	27	Pau-brasil	52	Goiaba	77	Caja mirim	102	Flamboyant	127	Manga	152	Trema
3	Abóbora	28	Guatambu	53	Graviola	78	Imbiruçu	103	Girassol	128	Mangustão	153	Vinagreiro
4	Mulungu do litoral	29	Sansão do campo	54	Castanha do maranhão	79	Cana-de-açúcar	104	Flamboyant vermelho	129	Cará do marahão	154	Jacarandá mimoso
5	Ameixa	30	Ingá	55	Jatobá	80	Beterraba	105	Boleira (cutieira)	130	Moranga	155	Catuaba
6	Cereja	31	Pata-de-vaca	56	Jequitibá	81	Coentro	106	Erva doce	131	Nêspera	156	Pau ferro
7	Saputi	32	Pau-de-jacaré	57	Jiló	82	Alface	107	Cambarí	132	Pimenta	157	Pau cigarra
8	Caju	33	Azeitona Ceilão	58	Laranja	83	Almeirão	108	Capiçova	133	Pau d'alho	158	Marinheiro
9	Acerola	34	Pêssego	59	Jaracatiá	84	Assafrão	109	Xuxu de conserva	134	Romã	159	Girassol
10	Algodoeiro	35	Lab lab	60	Jambolão	85	Jenipapo	110	Grumixama	135	Sapuva	160	Fedegoso
11	Amendoizeiro	36	Araticum	61	Jambo	86	Babosa	111	Vassoura do campo	136	Tabaco	161	Macadamia
12	Fruta do conde	37	Caqui baia	62	Jaboticaba	87	Banana	112	Feijão-de-porco	137	Pupunha	162	Guajuvira
13	Maracujá	38	Espinheira santa	63	Louro pardo	88	Baru	113	Farinha seca	138	Copaíba	163	Guanandi
14	Candiru	39	Palmeira	64	Maça nacional	89	Batata doce	114	Mutambo	139	Taioba	164	Cebola
15	Jasmim-Manga	40	Pau viola	65	Jurubeba	90	Berinjela	115	Pitomba	140	Tamarindo	165	Chicória
16	Canela-do-mato	41	Apricot	66	Jussara	91	Cacau	116	Sabão-de-soldado	141	Quiabo	166	Agrião
17	Amora	42	Grevilha	67	Leucena	92	Cará-moela	117	Sangra d'água	142	Paineira	167	Couve
18	Angico	43	Carobinha	68	Guapuruvú	93	Coco	118	Figo do mato	143	Pau de colher	168	Monjoleiro
19	Araçá boi	44	Canafístula	69	Milho	94	Cabeludinha	119	Sombreiro	144	Pau formiga	169	Açaí
20	Arnica	45	Carambola	70	Ipê de jardim	95	Favacão	120	Coração de negro	145	Pimentão	170	Bandara
21	Aroeira	46	Café	71	Ipê rosa	96	Crotalária	121	Castanha paulista	146	Pinha		
22	Caqui	47	Caminhoneiro	72	Jaca	97	Embaúba	122	Favaquinha	147	Pitanga		
23	Uvaia	48	Cedro	73	Mamão	98	Cupuaçu	123	Nespera precoce	148	Urucum		
24	Limão	49	Cibipiruna	74	Mamona	99	Caruru	124	Orelha de macaco	149	Tamboril		
25	Ponkan	50	Eucalipto	75	Nim	100	Fumo bravo	125	Gergelim	150	Teca		



Essa crescente diversidade, além de proporcionar benefícios ecológicos quanto à qualidade do solo, contribuem para o crescimento e desenvolvimento dos cultivos e melhorias na produção destes e apontam para outros importantes benefícios como geração de renda, segurança alimentar e autonomia das famílias em relação à compra de alimentos e insumos externos.

Com relação à promoção da segurança alimentar e autonomia, vê-se pela Tabela 7 que a maioria dos agricultores relatou que a produção do SAF garante o fornecimento de alimento para a família, ração para as criações animais e madeira para lenha. Muito importante igualmente é que a renda obtida pela produção vinda do SAF permitiu aos agricultores não precisar buscar trabalhos fora do lote. Os relatos de alguns agricultores expressam os benefícios para a autonomia e segurança alimentar das famílias:

*“Agora estou vivendo do SAF, tiro meu sustento e renda para comer do SAF, enquanto outros agricultores têm que trabalhar para fora para comer e se sustentar. Eu não me lembro de ter trabalhado para outra pessoa enquanto tenho o SAF” (Agricultor 1).*

*“Tiro também o guandu, feijão fava, tiro o maracujá o ano todo, meia caixa pra consumo, tiro também o cara-moela e o inhame. O inhame, cara-moela, feijão fava também tiro pra consumo. Já não compro feijão pra comer faz tempo, só como do feijão fava do SAF.” (Agricultor 3).*

#### **4.8 Minhocas**

Os relatos com relação à presença ou ausência de minhocas no solo para o momento “Anterior”, mostram que a totalidade dos agricultores entrevistados observava uma menor quantidade de minhocas ou a ausência de minhocas. Apenas dois agricultores atribuíram causas a esta menor abundância ou ausência de minhocas, sendo que um deles apontou o passivo de resíduos de adubos industrializados e agrotóxicos que o cultivo de cana-de-açúcar deixou no solo e o outro apontou como causa o passivo de

compactação do solo deixado pelo manejo desta cultura pela antiga fazenda. Alguns relatos demonstram estas observações:

*“O solo era compactado, era impossível de achar minhocas.”*  
(Agricultor 10).

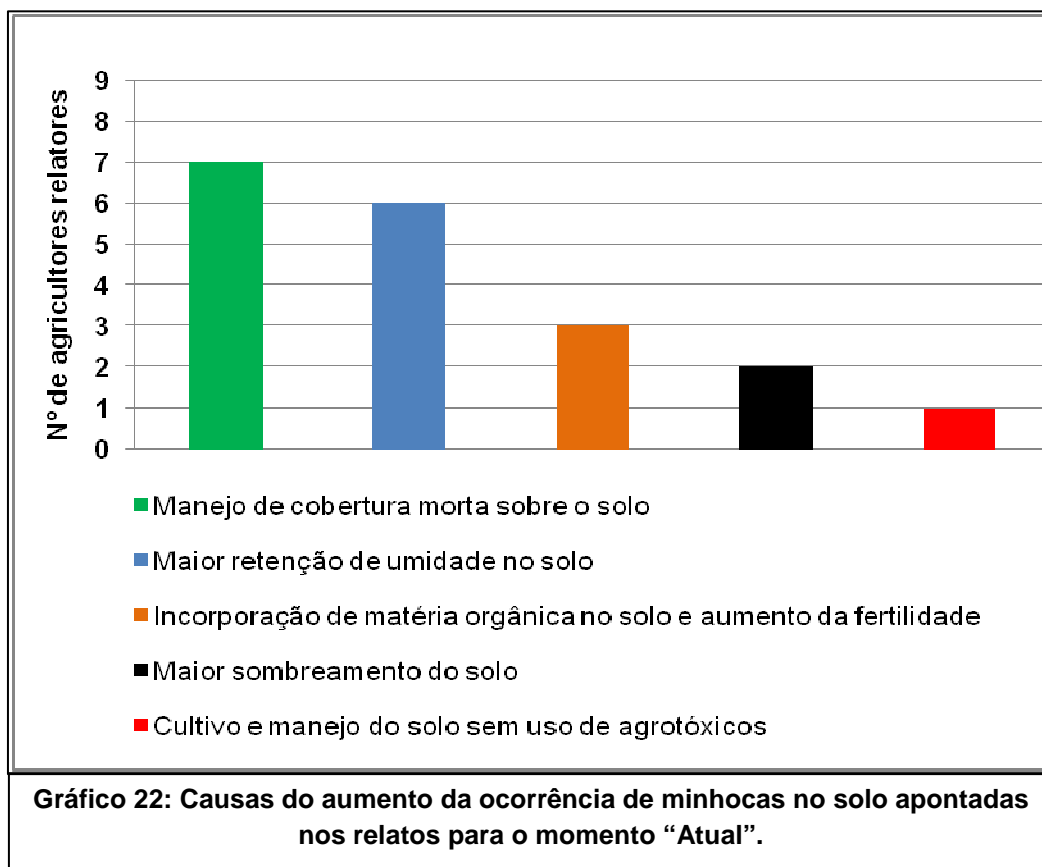
*“Antes não tinha nem nas chuvas, porque tinha muito adubo e veneno.”* (Agricultor 5).

*“Antes tinha no pé do colonião, mas tinha bem menos e umas minhocas pequenas.”* (Agricultor 4).

*“Antes não achava nada, só formigas. Eu plantava a mandioca e quando vê a formiga atacava e só ficava o toco, plantava de novo e vinha a formiga de novo, não conseguia tirar quase nada.”* (Agricultor 1).

É interessante analisar pelo relato do agricultor 1 que, além dele observar que antes havia a ausência de minhocas no solo de seu lote, ele relata uma abundância elevada de formigas e um ataque intenso destas, que gerava prejuízos significativos na sua lavoura de mandioca. Provavelmente a presença abundante de formigas possa indicar um estado de desequilíbrio ecológico do agroecossistema (tópico que será abordado posteriormente no item sobre pragas e doenças) (SILVA, 2009).

Os depoimentos, referentes à presença de minhocas para o momento “Atual”, mostram que a totalidade dos agricultores concorda que o manejo do solo na forma de SAF proporcionou o aparecimento ou o aumento do seu número no solo. A maioria dos agricultores disse que a ocorrência é maior na época chuvosa e em locais mais úmidos do lote, comparado às épocas de estiagem e aos locais distantes de fontes de água. As causas relatadas para este aumento da ocorrência de minhocas no solo são listadas no Gráfico 22, a seguir.



Os resultados deste gráfico seguem a mesma tendência de outros indicadores analisados, onde a maioria dos agricultores apontou como causa do aumento da ocorrência de minhocas, a prática de manutenção da cobertura constante de resíduos vegetais sobre o solo. Seis agricultores atribuíram-na à maior retenção de umidade no solo, três à incorporação de matéria orgânica no solo e outros ao maior sombreamento do solo e ao cultivo e manejo do solo sem uso de agrotóxicos. Os agricultores destacam o papel do manejo de cobertura constante do solo na manutenção de um microclima com temperaturas mais baixas da superfície do solo e no acúmulo de teores mais elevados de umidade.

*“A cobertura que elas acharam deixa o solo mais frio e elas se acomodam em baixo das folhas.” (Agricultor 4).*

*“Por causa do manejo com cobertura morta, restos que deixo no solo, conserva a umidade.”* (Agricultor 5).

*“A terra ta ficando mais fértil e ta tendo mais umidade. A maneira de plantar, a cobertura também que decompõe tem mais umidade e ai vem as minhocas e os microorganismos.”* (Agricultor 2).

*“... pelos esterco, cobertura de folhas, que traz umidade pra terra.”* (Agricultor 9).

Ainda outras causas são indicadas, como pode-se ver nos relatos seguintes:

*“A cobertura do solo, a sombra, a umidade. No seco, sem umidade a minhoca e o besouro não gostam. Não tem outra coisa pra melhorar o solo, é a cobertura, galhos, folhas, pedaços de banana. Tudo que deixo no solo vai fazer germinar plantas e criar minhocas, besouros.”* (Agricultor 6).

*“O frescor da terra, a sombra, a umidade, a decomposição da matéria que produz alimento e elas vem.”* (Agricultor 7).

*“Por que onde tem água tem vida, tem comida. A própria terra e os insetos, um vai predando o outro e vai decompondo. A decomposição traz riqueza para o solo. Onde tem resíduos de banana eu sei que tem potássio, onde tem leguminosas (feijão fava e leucena) eu sei que tem nitrogênio, o margaridão tem enxofre.”* (Agricultor 3).

*“Agora na época da chuva tem mais minhoca. Ela melhora o solo, onde tem minhoca é indicador de solo bom, solo fértil.”* (Agricultor 7).

*“Ela deixa a terra mais fértil, ela se move constante no solo e deixa mais fértil. A formiga também é boa, ela corta as folhas leva para baixo da terra, cria aqueles fungos, o que ajuda também a terra, a fertilidade. Mas nós e que não sabemos conviver com elas.”* (Agricultor 9).

Estes relatos expressam alguns aspectos da visão sistêmica e holística que os agricultores têm, dos processos e interações agroecológicas e biológicas que ocorrem nos sistemas diversificados e que influenciam no aumento da vida do solo. É interessante observar que os agricultores não atribuem a mudança somente a um fator isolado, mas apontam como causas o conjunto e a interação de fatores como: a incorporação de matéria orgânica no solo e a maior nutrição do solo; a proteção e maior sombreamento do solo; e a maior conservação de umidade no solo. O relato do Agricultor 3, por exemplo, expressa sua percepção sobre o papel dos processos ecológicos de interações tróficas entre organismos do solo e sobre a decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes na fertilização do solo. Além de apontar ainda os nutrientes estocados na biomassa de algumas plantas utilizadas por ele como adubação.

Além de observarem a importância das minhocas como indicadoras e promotoras de processos de fertilidade no solo, é interessante ver que o Agricultor 9 ressalta também a importância da atividade das formigas como promotora de incorporação de nutrientes no solo.

Através dos relatos dos Agricultores 1 e 9 com relação a atividade das formigas no sistema, pode-se analisar que, em um sistema pouco diversificado e desequilibrado, a atividade das formigas cortadoras possivelmente irá gerar prejuízos significativos nos cultivos. Pelo contrário, em sistemas agroflorestais biodiversos e mais equilibrados, tal atividade de corte de folhas pode gerar a potencialização da ciclagem de nutrientes da superfície para camadas mais profundas do solo.

Estudos de alguns autores corroboram observações feitas pelos agricultores sobre os fatores que influenciam sua abundância e atividade e sobre o papel de sua atividade no funcionamento do ecossistema.

Cordeiro *et al.* (2004) encontraram em seu estudo que a adubação orgânica de fato promove condições para o aumento da população de minhocas no solo. De acordo com Brown & Dominguez (2010), a abundância da população e diversidade de minhocas em um ecossistema é um função de

fatores edáficos, vegetais, topográficos e climáticos, e as práticas de manejo aplicadas nos recursos naturais podem influenciar diretamente a sua abundância e diversidade. Os mesmos autores ressaltam que, práticas de incorporação de maior diversidade vegetal, rotação de culturas, cobertura constante do solo e adubação verde, estão entre práticas que promovem o aumento tanto da abundância quanto da diversidade de minhocas no solo.

E estudos de Souza (2010), encontraram que o manejo agroecológico do solo e na forma de SAFs proporciona condições para maior abundância e diversidade de minhocas. Comparando sistemas produtivos de café com diferentes manejos, o autor encontrou abundâncias de 128 indivíduos/m<sup>2</sup> em fragmento de mata; 70,4 indivíduos/m<sup>2</sup> em SAF; e 73,6 indivíduos/m<sup>2</sup> em sistema agroecológico. E, por outro lado, encontrou 6,4 indivíduos/m<sup>2</sup> em sistema convencional, sendo que na maioria das amostras neste sistema, houve ausência completa de minhocas. O mesmo autor conclui que a degradação do solo pelo cultivo intensivo, com aplicação regular de fertilizantes minerais e pesticidas, o menor sombreamento e a maior incidência de radiação solar, a menor conservação de umidade no solo e as condições microclimáticas menos favoráveis, são fatores que influenciam nestas diferenças de abundância entre os sistemas.

Jones *et al.* (1994) classificam as minhocas como engenheiras dos ecossistemas, quando ressalta que desempenham um papel de escavadoras, misturadoras, moldadoras da estrutura e química do solo, sendo que através dessas ações modificam a composição orgânica e mineral do solo, potencializam a ciclagem de nutrientes e alteram a hidrologia e drenagem de água no perfil do solo.

Esta característica torna as minhocas, bioindicadores fundamentais para se avaliar tanto a qualidade de um solo para a produção agrícola, como os efeitos de perturbações ambientais nas características físicas, químicas e biológicas do solo. O maior tamanho, facilidade de observação e coleta faz destes organismos, os indicadores mais amplamente utilizados pelos agricultores para monitorarem seus solos (BROWN & DOMINGUEZ, 2010).

#### 4.9 Insetos e outros organismos

Para este indicador, o objetivo foi o de analisar a percepção dos agricultores quanto à ocorrência de insetos e outros organismos edáficos (organismos associados ao solo), comparando-se os dois momentos. No entanto, nas entrevistas os agricultores fizeram observações tanto sobre organismos edáficos, como também sobre outros organismos que utilizam outros habitats como: anfíbios, pássaros e mamíferos. A falta de delimitação dos resultados no grupo de insetos e organismos do solo pode ser explicada pelo fato das entrevistas terem sido desenvolvidas na forma de conversa informal e bastante abertas ou ainda, possivelmente, pela falta de hábito e conhecimento de alguns agricultores sobre a observação de organismos edáficos. No entanto, apesar disto, as observações dos agricultores quanto à ocorrência de outros grupos de organismos nos SAFs podem enriquecer e qualificar mais ainda os resultados.

Posto isso, a análise dos relatos com referência ao momento “Anterior” mostra que a grande maioria dos entrevistados, um total de oito entre dez, considerou a existência de uma menor quantidade e/ou diversidade ou a ausência de organismos no solo no momento “Anterior”. Alguns relatos dos agricultores mostram observações interessantes:

*“Antes não tinha nada, não via nem pássaros. Só tinha aqueles besouros comuns, porque era só colônia, cana e fogo e o inseto não gosta.” (Agricultor 5).*

*“Antes não tinha, antes na mandioca eu usava muita enxada e não tinha quase nada de insetos.” (Agricultor 7).*

*“Antes não tinha tantos insetos, porque não tinha tanta planta.” (Agricultor 9).*

Os relatos acima expressam alguns fatores que os agricultores consideram influenciar na ocorrência e quantidade de organismos no

agroecossistema. Ressalta-se a compreensão que os agricultores têm sobre a relação entre a diversidade vegetal e a ocorrência de pássaros. Quanto ao impacto negativo do fogo, não somente nos organismos edáficos, mas também em outros organismos, autores como Borges (2009), Gonçalves (2005) e Feiden (2001) corroboram a observação do agricultor. Oliveira *et al.* (2006) discutem que, práticas de manejo que evitam o revolvimento do solo, proporcionam condições mais adequadas para a maior abundância de organismos do solo.

Para o momento “Atual”, um total de oito agricultores mencionou uma quantidade ou diversidade maior, não somente de organismos edáficos, mas também de outros organismos não associados ao solo. Seis deles observaram que o manejo do solo na forma de SAF proporcionou maior abundância e/ou diversidade de insetos e outros artrópodes. Quatro agricultores observaram que o SAF atraiu maior diversidade e/ ou abundância, não somente de insetos e artrópodes edáficos, mas também de outros organismos que utilizam outros habitats, como aranhas, pássaros, anfíbios e mamíferos. A Tabela 9 mostra uma comparação entre os tipos e grupos de organismos relatados pelos agricultores para o momento “Anterior” e para o momento “Atual”. Pelo fato de não terem sido feitas coletas e identificações de organismos edáficos e não edáficos no presente estudo, os nomes esboçados nas tabelas 9, a seguir, expressam, somente, a percepção dos agricultores em relação aos organismos, de acordo com seus conhecimentos.



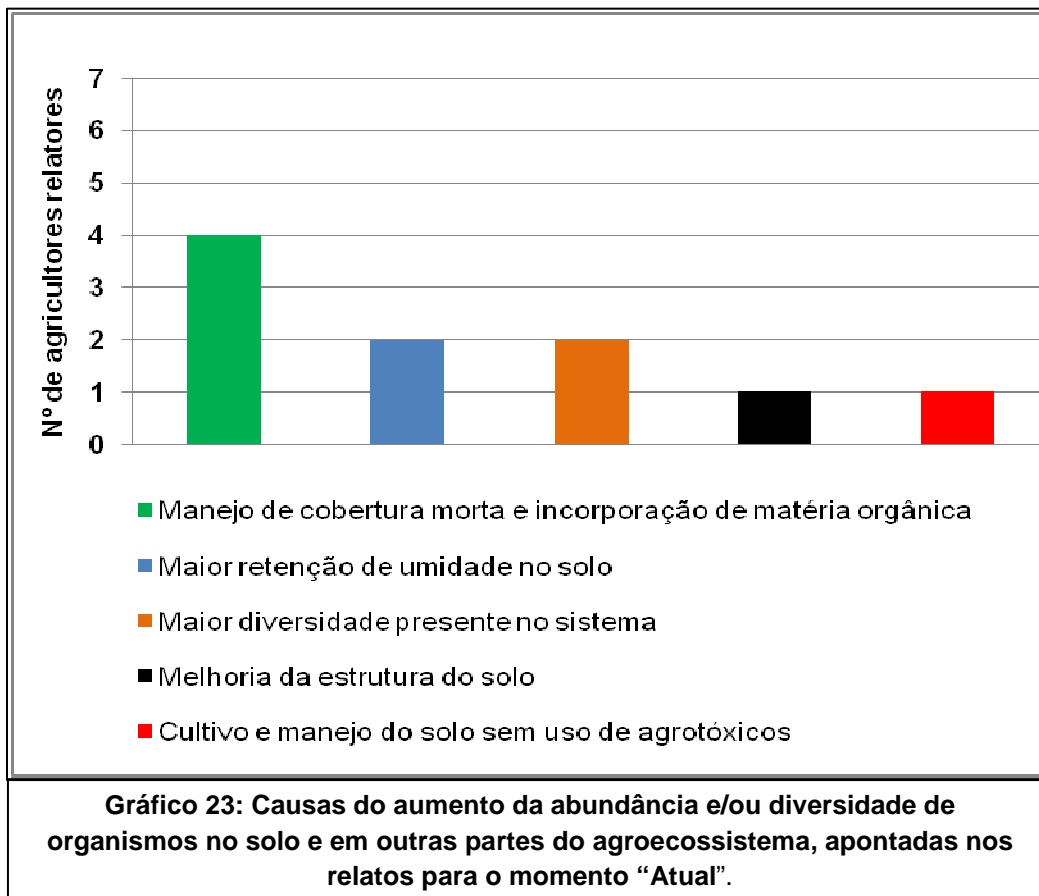
<b>Tabela 9: Tipos e grupos de organismos relatados pelos agricultores para os dois momentos.</b>	
<b>Momento “Anterior”</b>	<b>Momento “Atual”</b>
Formigas, besouros, centopéias, cupins, minhocas.	Lacraias, baratas, aranhas, besouros, cupins, formigas, minhocas, grilos, centopéias, marimbondos, mamangavas, lesmas, pássaros nhambu, pombas, tucanos, maritacas, rolinhas fogo-apagou, canário da terra, beija-flores, gaviões-pomba, sapos e raposas.

Os dados da tabela mostram que a diversidade de organismos presentes no solo e no agroecossistema como um todo, possivelmente aumentou com o uso e manejo do solo na forma de SAF. Sete agricultores respondentes, entre os dez, elencaram diversas causas para este aumento, que estão colocadas no gráfico 23, a seguir.

Os seguintes relatos demonstram a observação dos agricultores sobre os benefícios destes fatores apresentados como causas para o aumento de organismos nos SAFs.

*“Agora tem aquelas baratinhas, lesma, muita aranha, besouro também tem bastante, aquele besouro de chifrinho que trabalha a terra, muito sapo. Acho que tem mais organismos porque o veneno ta longe daqui, então os que são praga e os que não são praga estão sobrevivendo aqui. Lá na cana não tem como viver não, eles não sobrevivem.” (Agricultor 2).*

*“Saí da monocultura para a agricultura ecológica, há um favorecimento da estrutura acima e abaixo do solo. A cobertura do solo da alimento para os organismos.” (Agricultor 10).*



Outras falas mostram pontos importantes sobre os benefícios que a agregação constante de diversidade de plantas pode trazer para os agroecossistemas:

*"... Já tá aumentando a diversidade de bichos, ate por cima da cobertura, aranhas diferentes, gafanhotos, joaninhas, besouros, marimbondo da floresta tá começando a chegar, pássaros nhambu, pomba, tucanos, maritacas por causa das amoras e outros pássaros estão vindo dormir aqui. O tamboril, tem época que fica cheio de passarinhos comendo besouros. As flores, flor de abacaxi que tem um melzinho, os umbigos de bananeira trazem os insetos. E a cobertura em decomposição, a umidade da banana e de outras plantas que trazem mais insetos para o solo." (Agricultor 7).*

*"A diversidade, a vegetação produz fungos que aumentam os insetos." (Agricultor 5).*

*“Agora tem bastante mamangava, se não tiver ela, não dá maracujá bom. Tem também centopéias, porque tem mato seco apodrecendo, acho que ela se alimenta de outros insetos; tem mais besouros também. Tem um marimbondo que controla lagartas de couve e outras culturas. Agora tem rolinha fogo-pagou, rolinha normal, tucano, maritaca, canário-terra, beija-flor e vem também o gavião pomba comer os pintinhos.” (Agricultor 8).*

*“Agora tem insetos, muitos insetos, minhoca, grilos, vários tipos de besouros, lacraias, cupim tem muito, centopéias. E agora diminuíram as formigas.” (Agricultor 6).*

A percepção dos agricultores sobre o aumento da presença de insetos e outros organismos evidencia que a maior diversidade de plantas no sistema cria um ambiente com disponibilidade de maior número de habitats e maior quantidade de recursos e oferece espaço e alimento para um maior número de organismos. Os relatos mostram esta constante retroalimentação de biodiversidade quando, por exemplo, os agricultores observam a amoreira a atrair maritacas, os pássaros alimentarem-se de besouros no tamboril e a relação entre o aumento de insetos e a “produção” de fungos (Figuras 18 e 19, Anexo E). O relato do Agricultor 8 evidencia os benefícios da diversidade de plantas na atração de insetos polinizadores, os quais são essenciais para a frutificação e produção de diversas espécies. Outro benefício especialmente importante para os agroecossistemas, advindo da agregação de biodiversidade, (observado pelo Agricultore 8), foi a ocorrência de um inseto da ordem Hymenoptera fazendo o controle biológico de pragas em cultivo de couve.

A influência positiva da ampliação da diversidade, da incorporação do componente arbóreo, da cobertura constante do solo com resíduos vegetais e da incorporação de matéria orgânica, no aumento de organismos edáficos e não edáficos é bem discutida por autores como Primavesi (2002) e Brown *et al.* (2006).

Jacobs *et al.* (2007) encontraram maior abundância e índices de diversidade maiores de artrópodes edáficos em campo nativo e cultivo de milho consorciado com feijão de porco, se comparado a solo descoberto, além de evidenciarem também que os tratamentos com cobertura vegetal apresentaram menor temperatura no solo e maior umidade. Oliveira *et al.* (2006) evidenciaram resultados semelhantes, onde áreas nativas de Cerrado apresentam maior abundância de artrópodes edáficos, seguidos por sistemas de plantio direto e preparo convencional. Os mesmos autores concluíram que os fatores que contribuíram para esta maior abundância foram o cultivo mínimo e não revolvimento do solo, a maior disponibilidade de alimento na forma de restos vegetais (matéria orgânica), a menor incidência de raios solares, a menor variação microclimática e a maior conservação de umidade.

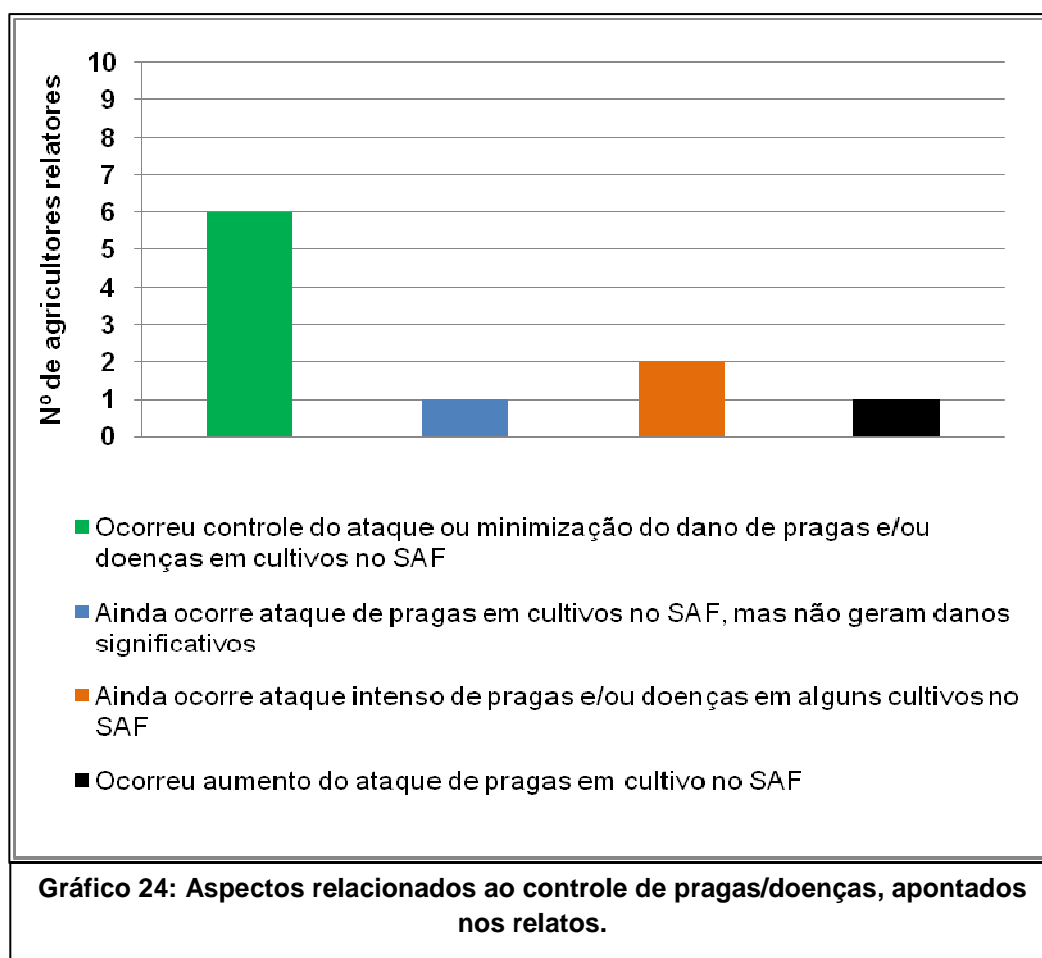
Outros autores ainda encontraram resultados e conclusões semelhantes, evidenciando também uma maior diversidade de organismos edáficos (ALVES *et al.*, 2006; BARETTA *et al.*, 2007).

#### **4.10 Pragas e Doenças**

Para este indicador são mostrados os resultados gerais da comparação entre os dois momentos, pois se constitui em uma forma mais simples para visualizar as observações de melhoria ou não no controle de pragas ou doenças. Os resultados são mostrados no Gráfico 24, a seguir.

Os resultados mostram que seis agricultores entrevistados reconhecem certo controle de pragas e doenças e certa minimização no dano causado a alguns cultivos (ou o desaparecimento de pragas) como benefícios do cultivo das plantas dentro do sistema do SAF. Entre os três agricultores que não observaram tal controle, um deles não fez referência comparativa de melhoria ou agravamento do ataque. Relatou que ocorre o ataque do moleque no cultivo de banana e de um pulgão no cultivo de feijão-guandu, que, entretanto, não chegam a causar danos significativos na produção.

Os outros dois agricultores dizem notar ataque intenso de pragas ou doenças em alguns cultivos e prejuízos significativos na produção. Um deles disse ter conseguido fazer o controle de lagarta em cultivo de bananeira com o uso de cal e utilizar a calda bordalesa para o controle de pragas e doenças em olerícolas cultivadas no SAF. O outro relata que não pôde observar melhorias na questão de infestação de pragas e doenças no SAF e disse ter aumentado o ataque de pragas na bananeira ao longo do tempo.



Entre os agricultores que declararam ver melhoria neste indicador, colocaram como exemplos o controle ou diminuição do dano causado de pragas e doenças como ferrugem em mamoeiro, ataque de formigas cortadeiras, grilos, ataque de cupins em raiz de cana, milho, chuchu e côco, “engruvinhamento” na folha da laranjeira, amarelado em folhas de bananeiras,

ataque de broca em mandioca. Os seguintes depoimentos dos agricultores ilustram a questão das pragas e doenças:

*“Antes não tinha pragas, só a formiga que cortava a mandioca e eu não conseguia tirar quase nada. A formiga já deu uma boa diferença, agora as formigas não cortam tanto quanto antes e já consigo tirar bastante mandioca.” (Agricultor 1).*

*“Agora ainda tem algumas pragas, mas antes tinha muito mais. Agora não pragueja tudo forte igual antes.” (Agricultor 9).*

*“Antes tinha mais pragas do que tem agora... tem uns insetos que estão prejudicando muito, é um besouro que fura a abóbora e apodrece. Tem muito fungo. Mas no SAF já vai diminuindo o que tinha e nas outras áreas não diminuiu não.” (Agricultor 5).*

Através da expressão dos agricultores pode-se ver que, ao longo do tempo, o manejo do solo na forma de SAF proporcionou o controle e certa diminuição da quantidade e o ataque de pragas. O Agricultor 5 disse ter prejuízos significativos com ataque de besouros no cultivo de abóbora, entretanto observa que, comparado a outras áreas, no SAF o ataque de pragas é reduzido. Outros relatos mostram esta melhoria em outros cultivos:

*“Tinha muita praga antes. Descontrole de grilos que atacavam a berinjela. Doença que atacava muito o mamão, não deixava produzir quase nada, era impossível comer um mamão maduro. O ambiente estava descontrolado. Agora ainda tem doença no mamão, mas mudou bem a qualidade, agora os pés estão mais resistentes e a produção de mamão é boa.” (Agricultor 10).*

*“Antes tinha bastante o cupim da terra, eles comem e cortam as raízes das plantas. Dá muito em raiz de cana, secavam as folhas do milho, o chuchu não ia pra frente e no coco também prejudicava. Agora é muito difícil achar esse cupim. A mudança fez ele desaparecer, não tem mais cana que ele gosta. Tem também tipo uma ferrugem no mamão, que no assentamento está tendo muito. Eu observo que quem planta o mamão sozinho tem mais ferrugem e chega até a matar o pé. No SAF o*

*mamão está com bem menos ferrugem e o pé não chega a morrer. A mandioca que esta plantada só com o milho, em uma outra área, deu a broca o ano passado e eu perdi bastante, a mandioca que esta dentro do SAF não deu a broca. Na área do SAF não tem mato colonião, mas onde tem a mandioca sozinha tenho problema com colonião.” (Agricultor 8).*

*“Tinha a segura na laranja, fazia um caminho seco no meio da folha e a folha enrolava. Tinha uma berruga no mamão e ferrugem, eu aproveitava 10% do mamão. A laranja não tem mais e mamão não tá igual o ano passado. Neste ano eu aproveitei uns 50% do mamão. Agora a banana não deu aquele amarelado, melhorou, se sentiu mais à vontade.” (Agricultor 6).*

Os agricultores apontam em seus relatos que os danos provocados pela doença causavam grandes prejuízos na produção, sendo que chegavam a provocar a morte do mamoeiro, de acordo com o agricultor 8, provocavam a perda de aproximadamente 90% dos frutos, como diz em seu relato o agricultor 6 e o agricultor 10 ressalta que era quase impossível obter um fruto de boa qualidade do pé. O cultivo do mamoeiro no SAF mostrou melhorias significativas na resistência da planta à esta doença, de acordo com os relatos destes três agricultores (Figura 16, Anexo D), onde o agricultor 8 observa que no SAF, o nível de dano da doença é bem menos proeminente e não leva a planta à morte, o agricultor 10 relata que a produção de mamão aumentou com a diminuição do nível de dano e o agricultor 6 fala que o aproveitamento dos frutos passou de 10% para 50%.

*“Agora não tem ocorrido problema com pragas, so teve o moleque da bananeira e tem um pulgão que ataca o guandu, mas nada que atrapalhe.” Agricultor 3.*

Por outro lado, alguns agricultores também disseram observar que não houve mudança ou controle de algumas pragas e doenças em plantas cultivadas no SAF. Os seguintes relatos mostram isto:

*“As doenças não mudaram nada, as plantas estão com muitas doenças e não estão produzindo. Ainda tem cupim que mata pé de manga, coco, nos canteiros de verdura. Tem um bicho branco no pé de goiaba (parece uma cochonilha). As*

*pragas da banana pioraram depois que limpou o capim, quando cheguei no lote, larvas pretas que vão direto no olho dela.” (Agricultor 4).*

*“Nas olerícolas ainda tem pragas, mas eu uso a calda bordalesa. No tomate deu muita praga. Acho que o SAF mudou nessa questão de praga por causa da diversidade, tem mais escolha pra eles comerem, se eles comem o guandu eles deixam de comer outra coisa. E planta monocultura, ai só tem aquilo, por exemplo se você planta quiabo, ai só tem uma coisa e pragueja. Mas com o SAF tem diversidade, tem mais escolha e divide.” (Agricultor 2).*

O Agricultor 4 se queixou de grande quantidade de pragas e alta infestação, o que acabou por provocar desenvolvimento deficiente dos cultivos e impediu uma produção eficiente. O agricultor relata ainda que o ataque de pragas em bananeiras aumentou ao longo do tempo. De fato, a infestação de pragas como o moleque da bananeira, da doença da Sigatoka e do Mal do Panamá, constituem-se em sérios problemas para este e outros agricultores do assentamento. Tal fato gerou a demanda da organização de uma oficina sobre o cultivo da bananeira no lote deste agricultor, onde foram discutidas técnicas de manejo das touceiras de banana, as quais têm o objetivo de proporcionar melhor desenvolvimento dos frutos e proporcionar o controle efetivo de doenças.

Um dos grandes problemas dos agricultores entrevistados, e do assentamento em geral, entretanto, é a disponibilidade de mão-de-obra presente na família. Alguns agricultores não realizaram o manejo adequado das touceiras de banana e atribuíram isto à falta de tempo. Com relação à disponibilidade de mão-de-obra, Nobre (2011) encontrou que as famílias no assentamento geralmente são constituídas de poucas pessoas e que esta característica faz do SAF um sistema mais adequado a esta disponibilidade de mão-de-obra. À medida que o sistema avança para uma maior diversidade, a maior estabilidade que surge como uma qualidade emergente propicia uma redução da mão-de-obra no sistema.



Relacionando estes fatos, o aumento da praga na bananeira pode estar relacionado a alguns fatores como: manejo inadequado das touceiras pela falta de mão-de-obra e má qualidade das mudas, ou também, à deficiências minerais do solo e falta de equilíbrio ecológico entre o número de pragas e o número de insetos predadores.

O Agricultor 2 contorna os problemas com a aplicação de caldas como a bordalesa para o controle de doenças. Mesmo assim, aponta que a diversidade de plantas oferece maior quantidade e diversidade de recursos nos quais as pragas podem utilizar, sendo que a alimentação das pragas pode ser direcionada a outras plantas de menor importância para a economia da família.

De acordo com Nicholls e Altieri (2008), a maior diversidade de plantas no agroecossistema pode aumentar a resistência e resiliência dos cultivos e diminuir a infestação de pragas e doenças por meio da oferta de recursos alimentares e habitats para os organismos benéficos que desempenham o controle das pragas e doenças.

Fazolin e Silva (1996) encontraram, em estudos com SAFs em região de floresta amazônica, que a população de pragas e os níveis de dano aumentaram em cultivos anuais dentro do SAF, quando comparado com monocultivos. Os autores ressaltam que, ao contrário do que se esperava, nem sempre o aumento de diversidade traz maior controle de pragas pelo maior equilíbrio ecológico. Recomendam que, em projetos de implantação de SAFs, não se deve abrir mão de técnicas de manejo integrado e controle biológico de pragas.

Por outro lado, Primavesi (2002), afirma que a sanidade vegetal e a resistência de cultivos a pragas e doenças, estão relacionadas, principalmente, ao teor de matéria orgânica no solo e a sua bioestrutura, ou seja, a sanidade do solo. A mesma autora ressalta que, um solo que recebe aporte adequado de matéria orgânica, apresenta uma boa bioestrutura em grumos, permite a presença de conjunto equilibrado de minerais e sua disponibilização, propicia habitat adequado para abundante, diversificada e ativa vida do solo e, portanto, promove o desenvolvimento de cultivos vigorosos e resistentes.

Apesar de, ainda, ocorrerem danos causados por pragas e doenças que, em alguns casos, ocasionam prejuízos à produção, no contexto do assentamento em estudo, é possível ver que a agregação de diversidade conferiu certo equilíbrio aos sistemas e resistência aos cultivos contra os ataques, na maioria dos SAFs analisados. Neste sentido, os resultados apontam para a conclusão de que o manejo do solo na forma de SAFs está contribuindo para a melhoria da saúde do solo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inserido em uma região com histórico de grande heterogeneidade cultural e ecológica, o Assentamento Sepé Tiaraju vem se mostrando uma alternativa com potencial de recuperar parte das características ecológicas perdidas no decorrer da história. Os sistemas agroflorestais, neste contexto, emergem como uma forma de uso e manejo do solo fundamental para atingir tal objetivo. As experiências de SAFs construídas pelos agricultores, constituem-se em peças fundamentais de um processo de contracorrente à matriz tecnológica hegemônica. A importância desta prática agroecológica vem do fato das qualidades emergentes que surgem da forma como, nos SAFs, são manejados os recursos, onde sua recuperação e conservação trazem benefícios ecológicos, produtivos e econômicos.

No contexto regional mais amplo, o aumento da diversidade de plantas cultivadas e a incorporação de espécies arbóreas e arbustivas nos sistemas de produção analisados, proporcionam a recuperação da cobertura florestal da área e incremento da biodiversidade local. A estrutura dos SAFs possibilitou a incorporação e manejo de diversidade crescente de espécies anuais, frutíferas e florestais e isto vem transformando o assentamento em um *hotspot* de biodiversidade, em meio a grandes áreas de monocultivos de cana-de-açúcar.

Aliada ao aumento da cobertura florestal, a incorporação de grande diversidade de plantas nos SAFs, trouxe um grande incremento da agrobiodiversidade através do cultivo de diferentes variedades de plantas, incluindo “variedades crioulas”.

No contexto local, a regeneração florestal e a diversificação dos cultivos estão promovendo tanto a recuperação de passivos ambientais, como abrindo também maiores possibilidades de reprodução social das famílias. Tal incremento de espécies de plantas cultivadas traz um potencial igualmente grande de geração de renda, produção de alimentos e de outros recursos que podem garantir maior autonomia, segurança alimentar e econômica das famílias. Ou seja, a diversificação da produção pode garantir uma oferta mais

constante ao longo do ano de alimentos, rações e produtos de uma grande diversidade de plantas, onde o agricultor pode ter maior autonomia para escolher o destino dos recursos retirados de acordo com as suas necessidades e as demandas do mercado.

Ademais, o uso e manejo do solo na forma de SAF vem contribuindo para a recuperação da qualidade do solo do assentamento Sepé Tiaraju. Os resultados do presente trabalho permitem concluir que, os manejos agroecológicos potencializados pelos SAFs, como o cultivo mínimo do solo, a adubação verde, o manejo de cobertura morta, o cultivo múltiplo e diversificado, assim como a incorporação do componente arbóreo e arbustivo no sistema de produção contribuíram para:

- A quebra do “pé-de-grade” e a descompactação do solo.
- O aumento da infiltração de água no solo e o controle de processos erosivos.
- Aumento da retenção de umidade no solo.
- O escurecimento das camadas superficiais do solo, que pode indicar aumento dos teores de matéria orgânica.
- A mudança na composição de plantas indicadoras, em direção à indicadoras de boas condições de solo.
- Melhor desenvolvimento de plantas, frutos e tubérculos.
- Aumento de resistência de mudas e plantas adultas à períodos de seca.
- Aumento da produção de alguns cultivos e grande diversificação da produção.
- Aumento do número de minhocas avistadas no solo.
- Aumento do número de artrópodes e outros organismos avistados sobre o solo e em outras partes do sistema.
- Diminuição da infestação e dos danos causados por pragas e doenças nas culturas.

Cabem aqui, considerações metodológicas relativas ao trabalho. Vários são os determinantes que atuam na construção da percepção dos agricultores sobre um solo de boa ou má qualidade, sendo que a grande diversidade de ecossistemas cria espaço para diversas formas de relação e visão do agricultor para com seu ambiente. Sendo assim, os mecanismos de avaliação da qualidade do solo podem diferir grandemente entre diferentes agricultores, comunidades e região, de acordo com a bagagem cultural e social. Entretanto, os indicadores da qualidade do solo e os procedimentos de avaliação destes, propostos pelo manual utilizado como base para a construção do roteiro deste trabalho, mostraram-se adequados para a pesquisa.

Muitos dos procedimentos de avaliação esboçados no manual, encontraram compreensão em meio aos agricultores do Sepé Tiaraju. Isto aponta para o fato de que os agricultores analisados utilizam alguns indicadores e os monitoram nos seus sistemas de produção de forma parecida à proposta pelo manual. Nota-se, inclusive, que os agricultores entrevistados utilizam outros procedimentos de avaliação não esboçados no manual. Além disso, analisam certos indicadores fazendo observações inter-relacionadas de aspectos ligados aos demais indicadores. Tal fato demonstra a forma holística e integrada que os agricultores analisam seus agroecossistemas no seu dia-a-dia e aponta para a importância da valorização, estudo e aplicação destes conhecimentos construídos em processos de interação e co-evolução do agricultor com seu sistema de produção.

A eventual falta de clareza nos dados sobre a produção dos cultivos no SAF repete-se para outros indicadores. Tal carência de clareza pode estar relacionada à limitações da experiência do pesquisador na condução das conversas com os agricultores e à ausência do hábito de registro de dados produtivos entre os agricultores entrevistados. Estes pontos negativos seriam melhorados com o desenvolvimento de um processo de construção participativa, em um sistema de monitoramento por indicadores baseados na percepção dos agricultores do Sepé Tiaraju. Por outro lado, um sistema de monitoramento, que somente agora começa a ser implantado no assentamento, pode constituir-se como fundamento para a construção e

consolidação dos SAFs como unidades de referência na construção do conhecimento agroecológico.

Em meio a estas discussões surge a constatação de que a construção de experiências de SAFs biodiversos pelos agricultores do Sepé Tiaraju, por si só, não garante a construção de experiências agroecológicas sustentáveis nas diferentes dimensões. Existe uma demanda enorme de conhecimentos relacionados às características ecofisiológicas das diferentes espécies que compõe os SAFs e das formas de controle das pragas e doenças que a atacam. A construção de espaços onde a reprodução socioeconômica das famílias se alie à conservação dos recursos naturais deve ser um esforço conjunto entre assentados e outros setores da sociedade, com apoio de assistência técnica e políticas públicas que fortaleçam estas experiências agroecológicas.

Dentro da proposta de construção do assentamento na modalidade PDS e diante os inúmeros fatores ambientais, sociais, econômicos e políticos que podem influenciar a sua continuidade ou descontinuidade, os resultados deste estudo se colocam como um importante instrumento de validação e qualificação dos resultados da busca dos agricultores, com a ajuda de varias parcerias, pelo atendimento dos objetivos do PDS, assim como validação e qualificação das experiências de SAFs construídas por eles, também, como seus projetos de vida. Estes aspectos contribuem então para o processo de consolidação das experiências como referências que podem incentivar a adoção das práticas agroecológicas e agroflorestais dentro do assentamento Sepé Tiaraju e em outros assentamentos.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. I. et al. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 270-278, 2006.
- AGUIAR, M. I. **Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais**. (Dissertação de Mestrado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 91 f.
- ALCÂNTARA, F. A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pab/v35n2/6873.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2010.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia – a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4ª ed. Porto Alegre: Ed da UFRGS, 2004.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecologia – Teoría y práctica para una agricultura sustentable**. 1ª Ed. México: PNUMA, 2000.
- ALVES, M. V. et al. Fauna edáfica em diferentes sistemas de cultivo no estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 1, p. 33-43, 2006. Disponível em: < [http://rca.cav.udesc.br/rca\\_2006\\_1/alves.pdf](http://rca.cav.udesc.br/rca_2006_1/alves.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2010.
- ANTE, A. O. **Agroforesteria – aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal**. 1º Ed. Santiago de Cali: Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano – ACASOC, 2006.
- ARMANDO, M.S. et al. **Agrofloresta para Agricultura Familiar**. Circular Técnica 16, CENARGEN-Embrapa, Brasília, 2002.
- ASTIER, M.; GONZÁLEZ, C. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidade de sistemas de manejo complejos. In: ASTIER, M.; MASERA, O. R.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. (Coord.) **Evaluación de sustentabilidade. Um enfoque dinâmico y multidimensional**. Valencia: Imag Impressions, 2008. Cap. 5, p. 73-92.
- BARDUCCI, R. S. et al. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Revista Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BARETTA, D. et al. Efeito do cultivo do solo sobre a diversidade da fauna edáfica no planalto sul catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 5, n. 2, p. 108-117, 2006. Disponível em: <

[http://rca.cav.udesc.br/rca\\_2006\\_2/artigo\\_baretta.pdf](http://rca.cav.udesc.br/rca_2006_2/artigo_baretta.pdf)>. Acesso em: 04 ago. 2010.

- BARRERA-BASSOLS, N.; ZINCK, A. **Ethnopedological research: a worldwide review**. In: XVII World Congress of Soil Science - WCSS, Simpósio 15, 14-21 ago. 2002, Bangkok, Tailândia. Disponível em: <[http://www.itc.nl/library/Papers/arti\\_conf\\_pr/barrera.pdf](http://www.itc.nl/library/Papers/arti_conf_pr/barrera.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2011.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R.; HARPER, J.L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BERGAMASCO, S. M. P. P.; NORDER, L. A. C. **A alternativa dos assentamento rurais: organização social, trabalho e política**. São Paulo: Terceira Imagem, 2003.
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n9/08.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2010.
- BOITEUX, L. S. et al. **Cultivo da abóbora brasileira**. Brasília: Embrapa Hortaliças, jun. 2006. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie\\_documentos/serie\\_documentos.htm#outros](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/serie_documentos.htm#outros)>. Acesso em: 07 ago. 2010.
- BORGES, M. **A percepção do agricultor familiar sobre o solo e a agroecologia**. (Dissertação de Mestrado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2000. 245 f.
- BORGES, J.P. **O processo de avanço das lavouras de cana-de-açúcar em assentamento rural e seus impactos à saúde humana e ao ambiente** - um estudo de percepção de riscos socioambientais. In: Congresso de Meio Ambiente da AUGM, 6., 2009, São Carlos: Associação de Universidades do Grupo de Montevidéu – AUGM, 2009.
- BOTELHO, M. R. et al. Medida da cor em solos do Rio Grande do Sul com a carta de Munsell e por colorimetria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p. 1179-1185, jul-ago, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000400021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000400021)>. Acesso em: 10 ago. 2010.
- BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. **Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas – o 3º encontro latino americano de ecologia e taxonomia de oligoquetas (ELAETAO3)**. **Revista Acta Zoológica Mexicana (Nova Série)**, Xalapa, n. 2, p. 1-18,



2010. Disponível em: <  
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/575/57515556001.pdf>>. Acesso  
 em: 04 jun. 2010.

- BROWN, G. G. et al. Biodiversity and function of soil animals in Brazilian agroforestry systems. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. F. (Editores). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 217-242.
- CADISCH, G. et al. Organic matter management in tropical agroforestry systems: soil quality, soil C storage and soil-atmosphere gas exchange. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. F. (Editores). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365 p.
- CÂMARA, H. H. L. L.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Germinação de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob diferentes períodos de armazenamento e tratamento hormonal. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 32, n. 1, p. 21-28, 2002. Disponível em: <  
<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/2436>>. Acesso em: 09 ago. 2011.
- CANUTO, J. C. et al. Construção do conhecimento agroecológico a partir de Sistemas Agroflorestais em assentamentos rurais no Estado de São Paulo. In: Simpósio sobre reforma agrária e assentamentos rurais, 3., 2008, Araraquara. **Anais do III Simpósio sobre Reforma Agrária e Assentamentos Rurais**. Araraquara: Uniara, 2008. CD-ROM.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e sustentabilidade - base conceitual para uma nova extensão rural. In Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 38., 2000, Rio de Janeiro. **Anais do X Congresso Mundial de Economia e Sociologia Rural e XXXVIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**. Rio de Janeiro : UNICAMP/IRSA/SOBER, 2000.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/ SAF/ DATER – IICA, 2004. 24 p.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: 2006. 26 p. Disponível em: <  
<http://www.itcp.usp.br/drupal/files/itcp.usp.br/Agroecologia.pdf>> Acesso em: 20 ago 2011.
- CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis**. Brasília: 2009. 30 p.

Disponível em: <[portal.mda.gov.br/o/6235009](http://portal.mda.gov.br/o/6235009)>. Acesso em: 09 out 2011.

- CARDOSO, T.M. **Etnoecologia, construção da diversidade agrícola e manejo da dinâmica espaço-temporal nas roças indígenas no Rio Cuieiras, Baixo Rio Negro (AM)**. (Dissertação de Mestrado). Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2008. 156 f. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/18280421/Etnoecologia-Construcao-da-Diversidade-Agricola-e-manejo-da-dinamica-espacotemporal-em-rocas-indigenas>>. Acesso em: 16 jul 2011.
- CARDOSO, M. O. **Relações entre a nematofauna e o grau de compactação do solo em área cultivada com cana-de-açúcar e em remanescente de floresta atlântica**. (Dissertação de Mestrado). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. 70 f.
- CARVALHO, A. F. **Água e radiação em sistemas agroflorestais com café no território da Serra do Brigadeiro – MG**. (Tese de Doutorado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 126 f.
- CASALINHO, H.D. **Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica: a percepção do agricultor**. Pelotas: Ed. E Gráfica Universitária - UFPEL, 2004. 47p.
- CASALINHO, H. D. et al. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203, abr./jun. 2007.
- CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA – CEPAGRI. **Texto sobre clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_576.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_576.html)>. Acesso em: 12 mar. 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar, primeiro levantamento maio/ 2005** – Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab 2005. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=12#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=&Pagina_objcmsconteudos=12#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 20 out. 2011.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, primeiro levantamento, maio/ 2011** – Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab 2011. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=&Pagina\\_objcmsconteudos=2#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos)>. Acesso em: 20 out. 2011.
- CORDEIRO, F. C. et al. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**,

- Seropédica: EDUR, v. 24, n. 2, p. 29-34, 2004. Disponível em: <<http://www.editora.ufrj.br/rcv2/vida24-2/5.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2010.
- CURI, N. et al. **Vocabulário de Ciência do Solo**. Campinas: SBCS, 1993. 92p.
  - DEAN, W. **Rio Claro: um sistema brasileiro de grande lavoura, 1820-1920**. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra, 1977. 205 p.
  - DEMATTÊ, J. A. M. et al. Quantificação de matéria orgânica do solo através de modelos matemáticos utilizando colorimetria no sistema Munsell de cores. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 590-597, 2011.
  - DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 44-52, out/dez 2002.
  - DROZDOWICZ, A. Bactérias do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p.17-65.
  - DUARTE, E. M. G. **Ciclagem de nutrientes por árvores em sistemas agroflorestais na Mata Atlântica**. (Dissertação Mestrado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 132 f.
  - DUBOIS, J. **Uma contribuição ao debate: "monoculturas – modelo predatório e modelos sustentáveis na Mata Atlântica"**. In: Encontro anual da RMA, 2006, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.rebraf.org.br/media/palestraUNIRIO.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2011.
  - EMPRESA BRAILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. CULTIVO do eucalipto: Base de dados produzido por A. F. dos Santos et al. In: EMBRAPA FLORESTAS. **Sistemas de Produção 4**, 2003. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivadoEucalipto/tabela\\_area\\_plantada.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivadoEucalipto/tabela_area_plantada.htm)>. Acesso em: 29 mar 2012.
  - EMPRESA BRAILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. CULTIVO do eucalipto: Base de dados produzido por A. F. dos Santos et al. In: EMBRAPA FLORESTAS. **Sistemas de Produção 4**, 2 ed. 2010. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivadoEucalipto\\_2ed/Aspectos\\_AreaPlantada.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivadoEucalipto_2ed/Aspectos_AreaPlantada.htm)>. Acesso em: 29 mar 2012.
  - EMPRESA BRAILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA AGROBIOLOGIA. CULTIVO do café orgânico: Base de dados produzida por M. S. F. Ricci et al. In: EMBRAPA AGROBIOLOGIA. **Sistemas de Produção 2**, 2006a. Disponível em: <

<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/sistemasdeproducao/cafe/autos.htm>>. Acesso em: 09 ago. 2011.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Marco referencial em Agroecologia**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006b.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Texto sobre clima e a classificação de koeppen**. Disponível em: < <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm> >. Acesso em: 12 mar. 2012.
- ESCOBAR, A. El desarrollo sostenible: diálogo de discursos. **Revista Ecología Política**, Barcelona: Icaria, n. 9, p.7-25, jun. 1995.
- FAZOLIN, M.; SILVA, W. S. **Comportamento de pragas de importância econômica em culturas anuais, componentes de sistemas agroflorestais**. Boletim de Pesquisa 14, EMBRAPA Acre, Rio Branco, 1996. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/492266/1/bp14.pdf> >. Acesso em: 09 ago. 2010.
- FEIDEN, A. **Conceitos e Princípios para o Manejo Ecológico do Solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 2001. 21. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 140).
- FEITOSA, D. R. C. et al. Distribuição espacial do sistema radicular da mamoneira cultivar BRS Paraguaçu sob diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 234-241, 2010. Disponível em: < [http://www.inovagri.com.br/wp-content/uploads/2010/11/v.4-n.4-p.234%E2%80%93241\\_Feitasa\\_et\\_al.1.pdf](http://www.inovagri.com.br/wp-content/uploads/2010/11/v.4-n.4-p.234%E2%80%93241_Feitasa_et_al.1.pdf) >. Acesso em: 05 set. 2011.
- FERRAZ, J. M. G. et al. **Construção participativa de indicadores de sustentabilidade**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, ago. 2004. Disponível em: < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Ferraz\\_Young\\_Marques\\_Skorupa\\_construcaoID-8TiTIx3nY.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Ferraz_Young_Marques_Skorupa_construcaoID-8TiTIx3nY.pdf) >. Acesso em: 09 out. 2010.
- FRANCO, F. S. et al. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.
- FRANCO, F. S. et al. **Sistemas Agroflorestais: Princípios e Aplicações para a Agricultura Familiar em Botucatu**. Botucatu: CNPQ, 2007.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª Ed. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365 p.

- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTOS, M. L. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1021-1031, 2003.
- GARCIA, S. M.; STAPLES, D. J. Sustainability indicators in marine capture species: introduction to the special issue. **Marine and Freshwater Research**, Collingwood, v. 51, n. 5, p. 381-384, 2000.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4ª ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2009.
- GONÇALVES, D. B. **Mar de cana, deserto verde? Dilemas do desenvolvimento sustentável na produção canavieira paulista**. (Tese de Doutorado). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2005. 259 f.
- HOWARD, A. **Um testamento agrícola**. 1ª ed. São Paulo: Ed Expressão Popular, 2007.
- INCRA. **Portaria nº 477/99**. Implantação de Projeto de Desenvolvimento Sustentável.
- INFORZATO, R.; de CARVALHO, A.M. **Estudo do sistema radicular do mamoeiro (Carica papaya L.) em solo podzolizado variação Marília**. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo – IAC. Boletim Científico, v. 6, n. 11, abril 1967. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v26nunico/11.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.
- JACOBS, L. E. et al. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31., 2007, Gramado. **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.
- JIMENEZ, R. L. et al. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 116-121, 2008.
- JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **OIKOS Journal**, Copenhagen, v. 69, n. 3, p. 373-386, 1994.
- KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Ed Agroecológica, 2001.
- KRONKA, F. J. N. et al. **Inventário Florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/ Instituto Florestal, Ed. Imprensa Oficial, 2005. 200 p.

- LAZAROTO, C. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 852-860, 2008.
- LUIZÃO, F.J. et al. Ciclos biogeoquímicos em agroflorestas na Amazônia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. F. (Editores). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 87-100.
- LOPES, L.S. **A estrutura da posse de cativos nos momentos iniciais da cultura cafeeira no novo oeste paulista. Ribeirão Preto: 1849-1888**. In: XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, 20-24 set. 2004, Caxambú. Disponível em: <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/scultura/arqpublico/artigo/i14escravos.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- LOPES, L. S. Café, Riquezas e Famílias: Ribeirão Preto na segunda metade do século XIX. **Revista Interdisciplinar História e Economia**, São Paulo, v. 4, 2008. Disponível em: <<http://www.bbs.edu.br/institutobbs.asp>>. Acesso em: 16 mar. 2012.
- LUTZENBERGER, J. A. O absurdo da agricultura moderna. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v15n43/v15n43a07.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2011.
- MACHADO, L., C., P., **Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para 3º milênio**. Porto Alegre: Editora cinco continentes, 2004.
- MANO, M. **Os campos de araraquara: Um estudo de história indígena no interior paulista**. (Tese Doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006. 348 f.
- MAY, P. H.; TROVATTO, C. M. M. (Coord.) **Manual Agroflorestral para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA, 2008.
- MEIRELLES L. R. (Coord.) **Revista dos sistemas agroflorestais**. Dom Pedro de Alcântara: Centro Ecológico/ Litoral Norte – Ipê/Serra, 2003.
- MIYASAKA, S.; CAMARGO, A. P.; INFORZATO, R. et al. **Efeitos da cobertura e da incorporação ao solo, imediatamente antes do plantio, de diferentes formas de matéria orgânica não decomposta, na cultura do feijoeiro**. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo – IAC. Boletim Científico, v. 25, n. 32, nov. 1966. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v25n2/07.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.

- NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499 p.
- NAIR, P. K. R. The role of soil science in the sustainability of agroforestry systems: eliminating hunger and poverty. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. F. (Editores). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. 1ª ed. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 203-216.
- NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Projeção e implantação de um estratégia de manejo de habitats para melhorar o controle biológico de pragas em agroecossistemas. In: ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; PONTI, L. **Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas**. Brasília: MDA, 2008. 33 p.
- NOBRE, H. G. **Utilização de práticas agroecológicas na construção de projetos de desenvolvimento sustentável em assentamentos de reforma agrária: um estudo de caso no assentamento Sepé Tiaraju – SP**. Monografia (Engenharia Agrônômica). Cuiabá: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, 2007. 46 f.
- NOBRE, H. G. **Sistemas agroflorestais e a construção do conhecimento agroecológico em assentamentos rurais**. (Dissertação Mestrado). Araras: Universidade Federal de São Carlos – CCA, 2011. 97 f.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n8/11667.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2010.
- OLIVEIRA, C. M.; RESCK, D. V. S.; FRIZZAS, M. R. **Artrópodes edáficos: influência dos sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 160, EMBRAPA Cerrados, Planaltina, 2006. Disponível em: < [www.cpac.embrapa.br/baixar/158/t](http://www.cpac.embrapa.br/baixar/158/t)>. Acesso em: 08 ago. 2010.
- OLIVEIRA, J. C. M.; VAZ, C. M. P.; REICHARDT, K. Efeito do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em propriedades físicas de um latossolo vermelho escuro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 50-55, jan./abr. 1995.
- ORTIZ, M. **Entre el desierto verde y el pais productivo. El modelo forestal em Uruguay y el Cono Sur**. Montevideo: Ed Casa Bertolt Brecht y REDES-Amigos de la Tierra, 2005. 120 p.

- OSPINA, A. A. **Contribución al conocimiento de los critérios de clasificación y caracterización de los sistemas agroforestales.** Monografía (Engenharia Agrônômica). Palmira: Faculdade de Ciencias Agropecuarias y Fundación Ecovivero, Universidad Nacional de Colombia, 2000. 262 f.
- PAIXÃO, M. O Proálcool enquanto uma política energética alternativa: uma resenha crítica. **Projeto Brasil Sustentável e Democrático**, Rio de Janeiro, 1995.
- PENEIREIRO, F. M. et al.. **Apostila do Educador Agroflorestal. Introdução aos Sistemas Agroflorestais: Um Guia Técnico.** Rio Branco: Projeto Arboreto/ Parque Zoobotânico. Universidade Federal do Acre, 2002.
- PEREIRA, A.R.M. A adaptação necessária para a evolução dos ecossistemas. **Publicações Serviço de Tecnologia Alternativa – SERTA.** 2011. Disponível em: <<http://www.serta.org.br/textos-sub.php?sub=permacultura>>. Acesso em: 02 abr. 2012.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo.** São Paulo: Nobel, 2002.
- PRIMAVESI, A. Agroecologia e manejo do solo. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 7-10, set. 2008. Disponível em: < [http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/05/Agriculturas\\_v5n3.pdf](http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2011/05/Agriculturas_v5n3.pdf)> Acesso em: 03 fev. 2009.
- QUIROGA, R. M. Indicadores de sostenibilidad ambiental y desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Comissão Econômica para a America Latina – CEPAL. **Serie Manuais CEPAL**, n. 16, set. 2001. Disponível em: < <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/8/9708/P9708.xml&xsl=/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt>>. Acesso em: 06 set. 2011.
- RAMOS FILHO, L. O.; ALY JUNIOR, O. **Questão agrária no Brasil: perspectiva histórica e configuração atual.** São Paulo: INCRA, 2005. 134 p.
- RAMOS FILHO, L. O. & PELLEGRINI, J. B. R.. **Diagnóstico Agroflorestal Participativo Em Assentamentos Rurais Da Região De Ribeirão Preto Estado De São Paulo.** Relatório Técnico. Embrapa Meio Ambiente. 2006.
- RAMOS FILHO, L. O.; SZMRECSÁNYI, T.; PELLEGRINI, J. B. R. **Biodiversidade e reforma agrária: uma experiência agroecológica na região canavieira de Ribeirão Preto, Brasil.** In: Congress of the Latin American Studies Association, set. 2007, Montreal.
- RIBEIRO, B. A contribuição dos povos indígenas à cultura brasileira. In: LOPES DA SILVA, A.; GRUPIONI, L. D. B. (orgs) **A temática indígena**



**na escola:** novos subsídios para professores de 1o e 2o graus. Brasília: MEC/MARI/UNESCO, 1995a, p. 197-220.

- RIBEIRO, E. M. et al. Agricultura familiar e programas de desenvolvimento rural no Alto Jequitinhonha. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.45, n.4, dez. 2007, p.1075-1102.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 4º Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- RODRIGUES, B. N.; PITELLI, R. A.; BELLINGIERI, P. A. Efeitos da calagem do solo no crescimento inicial e absorção de macronutrientes por plantas de trapoeraba (*Commelina benghalensis*). **Revista Planta Daninha**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 59-68, 1995.
- SAKAMOTO, L. **O Brasil dos Agrocombustíveis:** impactos das lavouras sobre a terra, o meio e a sociedade – soja e mamona. São Paulo: Relatório do Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis – ONG Repórter Brasil, 2008. 56 p.
- SAKAMOTO, L. **O Brasil dos Agrocombustíveis:** impactos das lavouras sobre a terra, o meio e a sociedade – cana 2009. São Paulo: Relatório do Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis – ONG Repórter Brasil, 2010. 64 p.
- SANTOS, A. C. **A agrofloresta agroecológica:** um momento de síntese da agroecologia, uma agricultura que cuida do meio ambiente. Curitiba, DESER, 2007.
- SARANDÓN, S. J. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidade de los agroecosistemas. In: SARANDÓN, S. J. **Agroecologia: el camino hacia una agricultura sustentable**. La Plata: Ediciones Científicas Americanas, 2002. Cap. 20, p. 393-414. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/2010/10/27/sarandon-agroecologia-indicadores/>>. Acesso em: 26 mar. 2012.
- SCOPINHO, R. A. **Vigiando a vigilância:** saúde e segurança no trabalho em tempos de qualidade total. São Paulo: Ed. Annablume/Fapesp, 2003.
- SCOPINHO, R. A. et al. O processo organizativo do Assentamento Sepé Tiaraju - SP: novos ânimos no cenário dos movimentos sociais da região de Ribeirão Preto. **Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária – ABRA**, v. 34, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.reformaagraria.net/revista>>. Acesso em: 12 ago. 2010.
- SCOPINHO, R. A. Trabalho e saúde do trabalhador em assentamentos rurais. **Revista da Associação Brasileira de Estudos do Trabalho – ABET**, São Paulo, v. 7, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.abet-trabalho.org.br/revistaed.html>>. Acesso em: 02 set. 2011.

- SCOPINHO, R. A. Trabalho, cooperação e condições de vida em assentamentos rurais. **Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo**, Associação Latinoamericana de Estudos do Trabalho, 2<sup>o</sup> época, n. 21, 2009.
- SEIFFERT, N.F.; THIAGO, L.R.L.S. **Legumineira cultura forrageira para produção de proteína**. Circular Técnica 13, EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, 1983. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/bovinodecorte/ct/ct13/ct13.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2011.
- SEVERI, F. C.; PINTO, J. M. R. **Experiência, memória e luta dos assentados do Sepé Tiarajú em torno da produção orgânica e agroecológica**. In: V Encontro Nacional da ANPPAS, out. 2010, Florianópolis.
- SEVILLA-GUZMÁN, E. S. **Agroecologia y desarrollo rural sustentable: una propuesta desde Latino América**. In: Encontro Internacional sobre Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, 1., 2001, Botucatu: FCA/UNESP, 2001. Disponível em: <<http://geografiaposgrado.files.wordpress.com/2009/04/agroecologia-y-desarrollo-rural1.pdf>>. Acesso em: 04 set 2011.
- SILVA, H. P. **Infiltração da água em um podzólico vermelho-escuro fisicamente degradado em processo de recuperação**. (Dissertação Mestrado). Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986. 115 f.
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. p. 465-516.
- SILVA, S. R. **Efeitos da compactação sobre características físicas, químicas e microbiológicas de dois Latossolos e no crescimento de Eucalipto**. (Tese de Doutorado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 111 f.
- SILVA, N. R. **Indicadores locais de qualidade do solo – base etnopedológica para recuperação de áreas degradadas pela monocultura**. Monografia (Especialização em Agroecologia). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. 84 f.
- SOUZA, M. E. P. **Oligochaetas em solos sob sistemas de manejos a pleno sol e agroflorestal e vermicompostagem associada com pós de rocha**. (Dissertação Mestrado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 72f.
- TORCHELLI, J. C. Interação pesquisador-produtor: um enfoque inovador na pesquisa agropecuária. **Revista Cad. Dif. Tecnol.**, v. 1, n. 1, p. 27-41, jan./abr. 1984.

- VICTOR, M. A. M. **A devastação florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1979. 48 p.

## ANEXOS

ANEXO A – Alta diversidade de plantas em sistema agroflorestal do assentamento Sepé Tiaraju.



**Figura 10.** Sistema agroflorestal altamente biodiverso.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 11.** Sistema agroflorestal altamente biodiverso em época de seca.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.

ANEXO B – Manejo de cobertura morta constante sobre o solo, utilizado nos SAFs do Sepé Tiaraju.



**Figura 12.** Cobertura morta do solo com folhas, galhos e caules de cultivos agrícolas e árvores.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 13.** “Palhada” mantida no pé de muda arbórea.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.

ANEXO C – Cultivos sombreados no Sepé Tiaraju.



**Figura 14.** Muda de frutífera protegida pelo sombreamento das árvores.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 15.** Abacaxis cultivados na sombra da bananeira.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.

ANEXO D – Frutos sadios produzidos nos SAFs do Sepé Tiaraju.



**Figura 16.** Mamão cultivado na sombra das árvores.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 17.** Abacaxi cultivado sombreado.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.

## ANEXO E – Fauna associada aos SAFs do Sepé Tiaraju e controle de pragas.



**Figura 18.** Louva-a-deus encontrado em um SAF do Sepé Tiaraju.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.



**Figura 19.** Ninho de pássaro encontrado em um SAF do Sepé Tiaraju.

FONTE: Núcleo de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente.