

Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária.

Agroforestry and changes in soil quality in agrarian reform settlement.

JUNQUEIRA, Alexandre da Costa¹; SCHLINDWEIN, Marcelo Nivert²; CANUTO, João Carlos³; NOBRE, Henderson Gonçalves⁴; SOUZA, Tatiane de Jesus Marques⁵

1 Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural – Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar), Araras/SP, Brasil, alexcostajunq@yahoo.com.br; 2 Professor Doutor do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos Campus Sorocaba, Sorocaba/SP, Brasil, mnivert@ufscar.br; 3 Pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio Ambiente), Jaguariúna/SP, Brasil, joão.canuto@embrapa.br; 4 Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Capitão Poço/PA, Brasil, henderson.nobre@ufra.edu.br; 5 Doutoranda em Recursos Naturais e Sustentabilidade – Universidad de Córdoba (UCO), Andalucía, Espanha, golum5@yahoo.com.br

RESUMO: Os sistemas agroflorestais (SAFs) vêm sendo uma alternativa de produção agrícola que alia a produção de alimentos com a recuperação e conservação dos recursos naturais no assentamento Sepé-Tiarajú, localizado na região canavieira de Ribeirão Preto e primeiro assentamento na modalidade Projeto de Desenvolvimento Sustentável no Estado de São Paulo. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos dos SAFs na qualidade do solo do assentamento, através de 10 indicadores qualitativos da qualidade do solo, comparando-se os relatos de 10 agricultores sobre o momento anterior ao uso dos SAFs com o momento atual. Os resultados 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.

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, located in the sugarcane region of Ribeirão Preto and first Sustainable Development Project settlement in the State of São Paulo. This study aimed to evaluate the effects of agroforestry systems on soil quality, using 10 qualitative indicators of soil quality, comparing the reports of 10 farmers about the moment when there were no SAFs with the present moment. 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.

KEY WORDS: Agroecology, Sustainability, Agroforestry, Qualitative Indicators, Soil Quality.

Introdução

Nos últimos anos, em meio a crise socioeconômica e ambiental, os assentamentos rurais vêm se configurando como importantes conquistas dos movimentos sociais. No entanto, a potencialidade destes espaços como território de construção de novas relações sociais e relações com os recursos naturais, é ameaçada pelos passivos ambientais deixados pelos latifúndios monocultores (RAMOS FILHO & PELLEGRINI, 2006).

A cultura da cana-de-açúcar se destaca neste cenário de degradação, com severos impactos ambientais originados de todas as fases da cadeia produtiva que se estendem sobre todos os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas naturais. Particularmente preocupante tem sido a degradação que o manejo convencional causa no solo, componente ecológico base do funcionamento dos processos ecológicos dos ecossistemas e do rendimento agrícola sustentável (RAMOS FILHO & PELLEGRINI, 2006; GLIESSMAN, 2009).

Diante a precária infra-estrutura e a escassez de políticas públicas de apoio aos assentados, a destruição da bioestrutura do solo, sua compactação, erosão, lixiviação de nutrientes, destruição da matéria orgânica e fertilidade do solo são indicativos da necessidade da construção de alternativas de produção agrícola baseadas em princípios da conservação dos processos naturais de promovem a boa qualidade do solo, que reduzam a utilização de insumos externos e que estejam em consonância com as realidades dos agricultores assentados (PRIMAVESI, 2002; RAMOS FILHO & PELLEGRINI, 2006).

A Agroecologia é a ciência que pode guiar a construção destas alternativas, lançando mão de conhecimentos ecológicos modernos, populares e tradicionais para estudar, desenhar e manejar sistemas mais sustentáveis, enxergando o solo, sob uma visão holística e sistêmica, como um organismo vivo e complexo. Os sistemas

agroflorestais (SAFs) são uma das práticas agroecológicas que consideram o papel fundamental dos processos ecológicos, como a decomposição da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, o fluxo de energia, a sucessão ecológica, a regulação de populações e das relações complexas interdependentes na promoção das condições de solo que permitem a produção agrícola sustentável (ARMANDO et al., 2002; GLIESSMAN, 2009).

Com este intuito os SAFs 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. A grande diversidade é conduzida de forma que haja complementaridade e interações sinérgicas entre os cultivos, visando explorar a capacidade das árvores de proteção do solo contra as ações erosivas e de produção de matéria orgânica na forma de serrapilheira, a fim de potencializar processos ecológicos que garantem o aumento da capacidade produtiva do solo (ARMANDO et al., 2002; SANTOS, 2007; GLIESSMAN, 2009).

Diante desta complexidade de potenciais benefícios, têm se procurado evidenciar a contribuição dos SAFs na conservação do solo, através de indicadores da qualidade do solo (BROWN et al., 2006). De acordo com Sarandón (2002) indicador é uma variável que permite avaliar a tendência de modificação de características, as quais se constituem em requisitos da sustentabilidade do sistema.

A busca por avaliar a qualidade do solo de forma mais ampla, integrada, dinâmica e efetiva vêm gerando a necessidade de construir os conjuntos de indicadores coletivamente com os agricultores que manejam diariamente o solo. A Etnopedologia reconhece esta importância e busca compreender a lógica e os procedimentos empíricos utilizados no âmbito dos conhecimentos populares e tradicionais para perceber, classificar e avaliar o solo (BARRERA-BASSOLS & ZINCK,

2002).

O desafio necessário nos planos de monitoramento da qualidade do solo têm sido então valorizar, estudar, integrar e aplicar os conhecimentos e saberes intuitivos e qualitativos acumulados dos agricultores durante sua experimentação constante e observação interdisciplinar e holística das respostas do solo aos manejos, a fim de criar indicadores de fácil mensuração, baseados em aspectos de fácil compreensão e decodificação e baixo custo de aplicação (CASALINHO, 2004; SILVA, 2009).

O presente artigo foi resultado da inserção em atividades de pesquisa e desenvolvimento com foco em sistemas agroflorestais (SAFs), realizadas pela Embrapa Meio Ambiente em parceria com organizações de agricultores e outras instituições no assentamento Sepé Tiaraju.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar mudanças na qualidade do solo pelo uso de sistemas agroflorestais no assentamento Sepé Tiaraju, analisando os relatos de agricultores frente à indicadores qualitativos da qualidade do solo.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O assentamento Sepé Tiaraju está localizado na Região de Ribeirão Preto, maior produtora sucro-alcooleira do mundo e na área da antiga fazenda Santa Clara, historicamente ocupada com cana-de-açúcar, o que trouxe consequências na degradação do solo. Em meio a este contexto, o assentamento foi criado em 2004 na modalidade Projeto de Desenvolvimento Sustentável, política inovadora no estado de São Paulo criada pelo INCRA através da portaria nº 477/99, que visa aliar a reprodução sócio-econômica das famílias com a gestão sustentável dos recursos naturais (INCRA, 1999).

O assentamento possui 80 famílias, organizadas em quatro núcleos de 20 famílias

cada. Tem uma área total de 814 ha, dividida em lotes individuais de moradia e produção de 3,5 ha e áreas coletivas de produção em cada núcleo. Está em área de transição entre Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) e Cerradão (Cerrado), com predominância de solos de textura arenosa (Argissolo) e de textura argilosa (Latossolo) e relevo predominantemente levemente ondulado (RAMOS FILHO e PELLEGRINI (2006). Localiza-se sobre área de recarga direta do Aquífero Guarani, uma das maiores reservas de água potável do mundo, o que mostra sua vulnerabilidade ambiental quanto a contaminação da água por sedimentos e agrotóxicos e a necessidade fundamental de se implementarem práticas agroecológicas de manejo do solo e recomposição florestal.

Caracterização dos sistemas agroflorestais analisados

A tabela 1 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).

No geral, os SAFs estudados se constituem em sistemas diversificados, multi-estratificados sucessionais (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. Os manejos realizados incluem cultivo mínimo do solo; poda de condução com facão; capina seletiva com roçadeira costal ou enxada; adubação através de restos vegetais e adubação verde com leguminosas; controle de espontâneas através do plantio de adubos verdes e sombreamento das

Tabela 1: Caracterização física, estrutural e produtiva dos SAFs

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

árvores; e controle de outras pragas e doenças com métodos alternativos.

Atividades de pesquisa e desenvolvimento no assentamento Sepé Tiaraju e inserção do presente estudo

Visando apoio aos objetivos da modalidade Projeto de Des. Sus. (PDS) e à demanda dos agricultores, iniciou-se em 2005 o 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. Com o objetivo de construir o conhecimento agroecológico de forma integrada e participativa, as ações do projeto estiveram sempre apoiadas nas premissas da pesquisa-ação participativa (SEVILLA-GUZMÁN, 2001) e incluíram diagnósticos participativos, observação participativa em unidade experimental, oficinas, cursos, seminários, dias de campo, intercâmbios de experiências e implantações em mutirões, focadas na produção agroflorestal.

Com a consolidação dos SAFs em Unidades de Referência, o projeto entrou na fase de monitoramento participativo dos sistemas no ano de 2009, quando foram realizadas duas oficinas de sensibilização e discussão sobre o assunto. Nas oficinas foi possível elencar alguns anseios e

dificuldades dos agricultores, resultando em uma árvore de objetivos a curto, médio e longo prazo dentro do planejamento dos SAFs. Tais objetivos e as discussões dentro deste processo de consolidação dos SAFs nos anos 2008 e 2009 foram estímulos fundamentais para despertar perguntas que levaram a elencar os objetivos e a construção dos indicadores do presente estudo.

Construção do roteiro semi-estruturado

Foi construído um roteiro semi-estruturado com base no manual "Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica - a percepção do agricultor" (CASALINHO, 2004). 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.

Os conteúdos base para a construção das perguntas do roteiro foram os objetivos levantados pelos agricultores em oficinas de sensibilização e capacitação em monitoramento, realizadas dentro das atividades de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa, e os 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 2.

Os indicadores foram analisados comparando-se dois momentos; um anterior (Antes), caracterizado pelo momento em que os agricultores chegaram ao lote e nos primeiros anos em que começaram o plantio; e o momento atual (Depois), caracterizado pelo uso atual do solo na forma de sistemas agroflorestais.

Aplicação do roteiro a campo

O roteiro foi aplicado em entrevistas com 10 famílias de agricultores agroflorestais do assentamento Sepé-Tiarajú. O critério para a escolha dos agricultores foi a maior frequência de participação nos eventos de sensibilização, capacitação, troca de experiências e implantação, desenvolvidas dentro do projeto nos anos de 2008

e 2009. 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, época de estiagem na região. Cada entrevista teve duração de aproximadamente 4 horas.

A interação com o agricultor nas entrevistas se apoiou nas premissas da pesquisa-ação participativa e da Etnopedologia. Os conteúdos estruturais das perguntas tiveram a função apenas de nortear e organizar o diálogo com os agricultores e as entrevistas foram conduzidas na forma de conversa, à medida que se caminhava no lote. Objetivou-se conferir liberdade á conversa para emergência de percepções diversas do agricultor e evitar direcionamentos de respostas, além de se fazer observações sobre os indicadores juntamente com o agricultor durante a conversa.

Tabela 2: Indicadores da qualidade do solo e seus respectivos parâmetros qualitativos utilizados no roteiro semi-estruturado no assentamento Sepé-Tiarajú, Serra Azul - SP

Indicador	Critério de avaliação
Compactação	Solo fofo/solto ou duro/compactado; Facilidade/dificuldade de trabalhar a terra com implementos.
Erosão	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
Retenção de umidade	Depois de uma chuva a terra segura a umidade por mais ou menos tempo
Cor do solo	Solo mais claro/esbranquiçado/sem matéria orgânica ou mais escurecido/com boa quantidade matéria orgânica
Plantas indicadoras	Presença de plantas indicadoras de solo degradado/compactado/de má qualidade (guanxuma, carrapicho, tiriúca, etc.) ou de plantas indicadoras de solo de boa qualidade (caruru, beldroega, serralha, etc.)
Crescimento/desenvolvimento/aspecto dos cultivos	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
Produção dos cultivos	Houve aumento ou diminuição na produção dos cultivos
Minhocas	Maior ou menor quantidade de minhocas, quando trabalha o solo
Insetos e outros organismos do solo	Maior ou menor quantidade/diversidade de insetos e organismos do solo quando trabalha a terra/afasta a cobertura do solo.
Pragas e doenças	Menor ou maior ocorrência de pragas e/ou doenças

Resultados e discussão

Esta seção foi dividida em subtópicos de acordo com os resultados obtidos para cada um dos dez indicadores de qualidade de solo utilizados na pesquisa.

Compactação do solo

Todos os agricultores entrevistados relataram que o uso e manejo do solo na forma de sistema agroflorestal contribuiu para a descompactação em certo grau do solo ou deixou o solo mais fofo e cinco entre os dez entrevistados relataram um solo mais fácil de ser trabalhado atualmente. Apesar disso, cinco entre os dez relataram que observam que ainda existe uma camada subsuperficial compactada a 20 cm de profundidade (pé-de-grade) e dois relataram que para evitar o desenvolvimento deficiente das plantas, precisa-se fazer um berço de plantio das mudas mais profundo a fim de quebrar o pé-de-grade. A causa desta compactação pode ser facilmente atribuída ao histórico da área de uso e manejo do solo com monocultivo de cana-de-açúcar durante seis décadas, o qual submeteu o solo ao tráfego intenso de maquinaria pesada (RAMOS FILHO et al. (2007).

Como causa da descompactação, seis entre dez agricultores atribuíram à prática do plantio de árvores e arbustos, que atuam na quebra da camada compactada abaixo da superfície através de suas raízes, três deles atribuíram ao uso de adubos verdes, dois à proteção do solo pelo sombreamento das árvores, um ao menor uso de maquinaria no manejo, um ao manejo sem uso de insumos químicos e um total de oito agricultores à manutenção constante de restos culturais sobre o solo e a incorporação de matéria orgânica. O seguinte relato expressa as observações:

"Em alguns lugares era pesado... a terra tava fofo só por cima, porque por baixo tava

compactada e ainda tá. Agora a diferença é muito grande do que era antes. Onde tem o SAF já achei o solo fofo onde eu cavei, onde tem o SAF já desapareceu quase todo o pé de grade... aquelas árvores que tem aquele tipo de raiz mais profunda, que vai mais pra baixo ajudam muito a quebrar o pé de grade. 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." – Relato de agricultor.

Sistemas de produção que incorporam árvores em sua dinâmica promovem a melhoria da qualidade física do solo através da ação de um ambiente radicular mais profundo e diverso (NAIR, 2006). Além disso, as árvores potencializam a incorporação de matéria orgânica sobre o solo, a qual proporciona outros benefícios que influenciam diretamente na boa estrutura do solo, entre eles criação de agregados mais estáveis, manutenção de adequada macroporosidade e aumento da vida e atividade biológica que decompõe e transportam a matéria orgânica (PRIMAVESI, 2002; CADISCH et al., 2006).

Erosão do solo

Três dos entrevistados disseram nunca terem tido problemas com erosão. Por outro lado, um total de sete relataram que o uso do SAF proporcionou um controle da erosão do solo através do aumento da infiltração de água, do impedimento da formação de enxurradas e do impedimento do carreamento de sedimentos. Entre as causas relatadas para o controle da erosão, quatro entre os dez agricultores apontam o plantio de grande diversidade de plantas e o uso do componente arbóreo no sistema e cinco entre os dez apontam a manutenção constante de restos vegetais sobre o solo e o aporte de matéria orgânica. Dois agricultores relataram que as declividades do solo contribuem para reter a água

de chuva e a umidade no solo, o que evita a erosão. Um deles relatou que quando chegou ao lote, fez a opção de não passar a grade niveladora no terreno porque observou este potencial.

"A primeira vez que fiz a gradagem e deixei o solo exposto, a enxurrada carregou tudo para a estrada. Agora não tem, claro que não. A água fica onde bate, infiltra rapidamente e não lava o solo. A diversidade de plantas e a palhada no solo é uma barreira que impede a água de levar o solo." – Relato de agricultor.

Franco et al. (2002) e Cadisch et al. (2006) colocam a maior incorporação de matéria orgânica em SAFs como fator central do controle de escoamento superficial de água no solo, controle do carreamento de sedimentos e de processos erosivos, através do aumento da infiltração de água no solo, da redução do impacto desagregador da chuva e da formação de agregados de solo mais resistentes ao desprendimento. Além disso, a incorporação constante de resíduos culturais ao solo e o cultivo mínimo do solo apenas com roçadeira e enxada, aumenta a atividade biológica do solo, a qual tem papel fundamental também na promoção desta melhoria (CADISCH et al., 2006).

Retenção de umidade

A totalidade dos dez agricultores relatou que o SAF contribuiu para aumentar a capacidade do solo em reter a umidade dentro do sistema. Um dos agricultores disse que mesmo em períodos de seca as árvores contribuem para reter a umidade vinda do sereno noturno e outro agricultor observou tal fato quando fez o plantio de mudas de abacaxi sombreado pelas árvores em seu lote depois de uma chuva breve e estas mudas resistiram a um período de estiagem subsequente, enquanto que em outros lotes onde o abacaxi foi plantado a pleno

sol, houve mortalidade elevada de mudas.

A maioria dos agricultores (oito deles) relatou que o uso do componente arbóreo e o maior sombreamento do solo contribuíram para o aumento da retenção de umidade e a totalidade deles relatou como causa deste aumento, o manejo do solo com cobertura constante de restos culturais. O seguinte relato simboliza estes resultados:

"Antes segurava muito menos, não tem nem comparação. Porque não tinha planta cobrindo o solo. 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." – Relato de agricultor.

De acordo com Gliessman (2009), o componente arbóreo desempenha uma função importante de regulação microclimática e conservação da umidade no solo, através do sombreamento parcial em períodos de estiagem e MAY et al. (2008) diz que a cobertura morta do solo é um fator fundamental na diminuição da evapotranspiração do horizonte superior do solo e, portanto, no aumento de retenção de umidade.

Cor do solo

Com relação a este indicador, alguns agricultores relataram ter observado a mudança da cor do solo de um estado esbranquiçado para mais escurecido e outros relataram a mudança de um estado vermelho mais claro ou marrom mais claro para uma cor mais próxima do preto. Mas, de um modo geral, oito entre os dez agricultores entrevistados relataram ter observado que o solo apresentou um escurecimento, um deles relatou a mudança de um solo esbranquiçado para um solo mais vermelho e outro relatou não ter observado

mudança. A totalidade dos entrevistados atribuiu esta mudança à maior incorporação de matéria orgânica no solo, através da cobertura do solo com restos culturais. A fala seguinte expressa tal mudança:

"Agora ta um solo mais escuro, mais pra escurecido. 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." – Relato de agricultor.

Corroborando a observação dos agricultores, Botelho et al. (2006) e Gliessman (2009) afirmam que teores mais elevados de matéria orgânica conferem uma coloração mais escura nos horizontes superficiais dos solos. Considerando que todos os agricultores fazem a cobertura do solo com grande quantidade de restos vegetais, a mudança da cor pode ser atribuída ao aumento dos teores de matéria orgânica decorrente deste manejo.

Plantas espontâneas indicadoras

Com relação às plantas espontâneas, 60% das plantas citadas como ocorrentes nos lotes no momento "Antes" são classificadas como indicadoras de solo compactado, degradado ou ácido, sendo elas grama-seda (*Cynodon* sp.), guanxuma (*Sida* sp.), carrapicho (*Cenchrus* sp.), braquiária (*Brachiaria* sp.), capim rabo-de-burro (*Andropogon* sp.) e tiririca (*Cyperus* sp.).

Já no momento "Depois", indicadoras de solos degradados guanxuma, tiririca, grama-seda, avoadeira (*Conyza* sp.), maria-mole (*Senecio brasiliensis*), mamona (*Ricinus communis*) e assa-peixe (*Vernonia tweediana*) ocupam 41,17% das citações. Entretanto seis entre os dez agricultores relataram que o manejo do solo na forma de SAF proporcionou uma mudança na composição de espécies de plantas espontâneas, sendo que a

ocorrência de voadeira (*Conyza* spp.), trapoeraba (*Commelina erecta*), serralha (*Sonchus oleraceus*), caruru (*Amaranthus*), beldroega (*Portulaca oleracea*), ocupam 29,41% das citações. Ou seja, o SAF contribuiu de certa forma para criar condições desfavoráveis para o estabelecimento de plantas espontâneas adaptadas a condições de solos degradados e favoráveis à plantas adaptadas a solos mais bem estruturados e férteis. Os agricultores relataram como causas para tal mudança o aporte de matéria orgânica pelos restos culturais (cinco agricultores), o cultivo sem uso de herbicidas (dois agricultores), e o cultivo mínimo do solo sem uso de maquinaria (dois agricultores). O relato de um dos agricultores mostra a observação desta mudança:

"Tinha umas indicadoras que indicavam solo fraco, compactado, como a guanxuma e o carrapicho. Em algumas áreas que não tem SAF ainda tem. Agora já ta aparecendo picão preto, beldroega, serralha, caruru, trapoeraba, a mamona ta vindo espontânea também. 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." – Relato de agricultor.

As plantas herbáceas constituem as pioneiras na sucessão ecológica e desta forma, a sua explosão populacional tem a função de modificar propriedades físicas, químicas e biológicas e condicionar o solo para o estabelecimento de espécies mais exigentes (SILVA, 2009). Neste sentido, as plantas espontâneas não devem ser eliminadas sem propósito, mas sim utilizadas como indicadoras de condições específicas do solo, para direcionar estratégias de manejo (MACHADO, 2004 apud. SILVA, 2009).

Crescimento, desenvolvimento e aspecto dos cultivos

No momento "Antes", de seis agricultores respondentes, quatro relataram desenvolvimento deficiente ou demorado de plantas e frutos e três relataram a morte de mudas e perda de produção por ataque de pragas ou doenças. Ainda um dos agricultores, relatou que observou que ocorria a perda de mudas plantadas não somente pela falta de água, problema infra-estrutural importante no assentamento, mas também em grande parte pela exposição delas ao pleno sol durante todo o dia. Já no momento "Depois", de dez respondentes, sete relataram uma melhoria no crescimento e desenvolvimento das plantas, seis deles relataram que as plantas no SAF apresentam melhor resistência à seca e permanecem mais viçosas nesta época. Ainda houve relatos de aumento de resistência de plantas à pragas ou doenças, desenvolvimento deficiente de frutos por causa de sombreamento, aumento do ataque de pragas e doenças em cultivos e floração deficiente de plantas no período de estiagem, no momento "Depois".

Sete agricultores entre o total de dez apontaram como causa da melhoria deste indicador, a cobertura constante do solo pelos restos culturais, três deles atribuíram ao sombreamento das árvores e outros relataram a ação descompactadora das raízes das árvores e do feijão-guandu e a prática de cultivo sem uso de maquinaria pesado e agrotóxico.

"Já perdi manga, caqui porque tavam expostos ao sol, porque tava muito seco, não tinha água. E mesmo quando coloca água, se ficar exposta ao sol o dia inteiro não vai. Agora da 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." – Relato de agricultor.

De acordo com Peneireiro et al. (2002), a cobertura viva e morta do solo desempenha papéis fundamentais na promoção e manutenção da fertilidade do solo por impedir a lixiviação de nutrientes pelo impacto direto da chuva e aumentar e manter a atividade biológica do solo, além da matéria orgânica representar 90% da CTC (capacidade de troca catiônica) do solo, mecanismo fundamental da promoção da nutrição adequada das plantas.

Produção dos cultivos

Apesar da produção em termos quantitativos não ter sido identificada, obtiveram-se dados qualitativos importantes da produção. Seis entre os dez agricultores relataram ter observado um aumento na produção de plantas frutíferas no SAF, quatro deles relataram que as plantas no SAF estão mais viçosas, desenvolvidas e com melhor qualidade e quatro relataram que retiram produtos do SAF para o consumo da família e para ração de suas criações, produtos como inhame, cara-moela, feijão fava, feijão-guandu, hortaliças, café, maracujá, goiaba, limão, ponkan, acerola e outras frutas. Contabilizando e comparando as espécies cultivadas nos sistemas analisados entre os dois momentos ("Antes" e "Depois") pode-se ver que a diversificação da produção foi proeminente. Nos primeiros anos do assentamento cultivavam-se algumas dezenas de espécies, entre elas o milho, a mandioca, a banana, a abóbora, algumas olerícolas e algumas frutíferas. Já entre os anos de 2008 até a data das entrevistas, puderam ser contabilizadas aproximadamente 170 espécies cultivadas e manejadas.

É possível observar também que os agricultores que cultivam na forma de SAF e que tem a

produção mais diversificada, conseguem atingir a cota de venda da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento) em menos tempo se comparado a agricultores que não tem SAF e, portanto precisam buscar novos mercados para escoar sua produção.

Alguns agricultores relataram tais números de produção obtida dos SAFs: 17 caixas de banana em uma única entrega, aproximadamente 500 quilos de banana por mês proveniente de 10% de seus pés e 20 a 25 caixas de mamão em uma única entrega.

O seguinte relato pode expressar os resultados deste indicador:

"Agora estou vivendo do SAF, tiro meu sustento e renda para comer do SAF, enquanto outros agricultores tem que trabalhar para fora para comer e se sustentar. Eu não me lembro de ter trabalhado para outra pessoa enquanto tenho o SAF". – Relato de agricultor.

A melhoria da qualidade física e biológica do solo tem influência direta na fertilidade do solo, no crescimento, desenvolvimento e produção das plantas (GLIESSMAN, 2009). Além disso, a diversidade biológica, a diversidade de cultivos no mesmo tempo/espaco e o cultivo em diferentes estratos do sistema são pontos importantes de qualificação dos sistemas agroflorestais, proporcionando 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 (SANTOS, 2007).

Organismos do solo

Minhocas

Um total de sete agricultores entre os dez entrevistados relatou que o cultivo do solo na forma

de SAF contribuiu para o aparecimento de minhocas e os outros três relataram que o SAF contribuiu para um aumento na quantidade delas no solo, sendo que todos ressaltam que observam maior quantidade de minhocas no período das chuvas. Como causa deste aparecimento ou aumento, sete agricultores atribuíram a cobertura constante do solo com restos culturais que conservam mais umidade, dois atribuíram ao maior sombreamento que impede elevadas temperaturas na superfície do solo e um agricultor atribuiu ao cultivo sem uso de agrotóxicos. O seguinte relato expressa a observação da melhoria neste indicador:

"Antes claro que não tinha, sem chance de ver uma coisa dessas... agora já começou a aparecer minhocas, algumas centopeias. 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." – Relato de agricultor.

As minhocas desempenham um papel importante na promoção da qualidade química, física e biológica do solo, atuando na decomposição da matéria orgânica e potencialização da ciclagem de nutrientes, no aumento da drenagem de água e mudança do ciclo hidrológico e na mudança na dinâmica de populações de plantas. Realizam estas modificações através de suas atividades de escavação, construção de canais no solo, movimento e mistura de suas partículas com os coprólitos (JONES et al., 1994).

A população de minhocas no solo, além de ser função de fatores climáticos, edáficos e topográficos intrínsecos aos ecossistemas, é sensível a mudanças na cobertura vegetal e em práticas de manejo do solo introduzidas pela ação antrópica. 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 indicadores mais amplamente utilizados pelos agricultores para monitorarem seus solos (BROWN & DOMINGUEZ, 2010).

Insetos e outros organismos do solo

Com relação a este indicador, sete entre dez agricultores relataram ter observado um aumento na diversidade de insetos e outros organismos no solo do SAF se comparado ao solo antes, dois relataram não observar aumento ou diminuição na diversidade destes organismos e um dos agricultores disse não ter certeza sobre tal indicador. Ainda três entre os dez agricultores relataram ter observado o aparecimento de diversidade de outros organismos no SAF como insetos himenópteros, pássaros e mamíferos. Cinco entre dez agricultores atribuíram tal aumento na diversidade de organismos à prática da cobertura constante do solo com restos culturais e três atribuíram ao aumento da diversidade de plantas no sistema de produção. O foco da análise neste indicador foi insetos e organismos associados ao solo e o fato de alguns agricultores terem discorrido sobre organismos de outras classes não associadas ao solo aponta para o fato de que este indicador apresenta limitações para ser utilizado em análises baseadas na percepção e observação de agricultores, já que o conhecimento de tipos diferentes de insetos e organismos que se associam ao solo é muito técnico e pode ser de difícil compreensão para eles. Apesar destas limitações e da maior popularidade das minhocas, a diversidade e população de outros organismos associados e não associados ao solo pode ser utilizada como indicador de melhoria na qualidade do solo (JONES et al., 1994; CORDEIRO et al.,

2004; BROWN et al., 2006).

Pode-se ver através deste relato que o agricultor utiliza o aumento da diversidade de insetos e outros organismos como indicador de melhoria da qualidade do solo:

"... Já tá aumentando a diversidade de bichos, até por cima da cobertura, aranhas diferentes, gafanhotos, joaninhas, besouros, marimbondo da floresta está 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. É a cobertura em decomposição, a umidade da banana e de outras plantas que trazem mais insetos para o solo." – Relato de agricultor.

Brown et al. (2006) e Brown e Domínguez (2010) corroboram as observações feitas pelos agricultores sobre estes dois indicadores em SAFs afirmando que o aumento da diversidade e das populações, tanto de minhocas, quanto de outros organismos da macro, meso e microfauna do solo é favorecido por sistemas produtivos que incluem as árvores, principalmente pela maior proteção do solo, microclima mais favorável e maior incorporação de matéria orgânica.

Pragas e Doenças

A maioria dos dez agricultores entrevistados (sete deles) relatou ter observado uma melhoria ou diminuição no ataque de pragas e/ou doenças nas plantas cultivadas dentro do SAF, dois relataram não ter observado tal mudança e um dos agricultores relatou ter problemas com pragas, mas não ter prejuízo significativo na sua produção.

Um dos agricultores disse ter observado que a mandioca cultivada em consórcio simples com o milho apresentou ataque de uma broca, mas a mandioca cultivada dentro do SAF não apresentou

tal ataque. A incorporação de diversidade de plantas proporcionada pelo SAF, pelo consórcio incluindo o componente arbóreo, atraiu diversidade de organismos associada e contribuiu para um maior equilíbrio nas interações entre estes. O seguinte relato expressa a observação de um dos agricultores quanto a este indicador:

"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 tava 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." – Relato de agricultor.

Nicholls e Altieri (2008) discorrem sobre duas estratégias fundamentais para recobrar a resistência e resiliência de cultivos à pragas e doenças, e que vão de encontro as observações dos agricultores, as quais são: 1) aumentar a biodiversidade acima e abaixo do solo e 2) melhorar a saúde do solo. Os autores ressaltam que um agroecossistema mais biodiverso apresenta maior quantidade de habitats e recursos para uma comunidade mais diversa de inimigos naturais (predadores, parasitóides e agentes entomopatogênicos). Os mesmos autores dizem ainda que, a maior diversidade e atividade biológica do solo, contribuem para a danificação de sementes de ervas espontâneas e associações das raízes das plantas com fungos oferece proteção contra doenças. A saúde biológica do solo contribui, de forma determinante, para a boa nutrição do solo e das plantas, o que tem também papel fundamental no desenvolvimento de bons sistemas de defesa das plantas à pragas e doenças (NICHOLLS & ALTIERI, 2008).

Conclusões

A análise dos relatos dos agricultores entrevistados com relação aos indicadores de qualidade do solo permite afirmar que o redesenho do sistema produtivo e a incorporação do componente arbóreo aliada ao cultivo mínimo do solo sem uso de maquinaria pesada, com a incorporação constante de matéria orgânica através do manejo de cobertura constante do solo com resíduos vegetais e plantas leguminosas, refletiu em melhorias significativas na qualidade do solo.

As observações mostram que os SAFs promoveram os seguintes benefícios: descompactação do solo; aumento da infiltração de água no solo; diminuição do carreamento de sedimentos e controle de processos erosivos; criação de um microclima com temperaturas mais baixas e elevação da retenção de umidade no solo; aumento de resistência de cultivos a períodos de seca; aumento na população de minhocas e outros organismos edáficos e não edáficos; certo escurecimento das camadas superiores do solo, que pode estar relacionado a um aumento dos teores de matéria orgânica; mudança na composição de plantas espontâneas, com uma transição para espécies indicadoras de boas condições de solo; aumento da resistência de cultivos ao ataque de pragas e doenças; melhorias no crescimento e desenvolvimento de plantas, flores e frutos de alguns cultivos; aumento da produção de alguns cultivos, principalmente frutíferas e diversificação relativamente grande dos agroecossistemas.

Tais resultados permitem concluir que os sistemas agroflorestais constituem alternativa de produção agrícola fundamental na busca pela recuperação de passivos de degradação do solo aliada a produção diversificada de alimentos, utilizando práticas agroecológicas que dependem do mínimo de uso de insumos externos.

Referências Bibliográficas

- ARMANDO, M.S. **Agrofloresta para a agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 11p. (Circular Técnica, 16). Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/doc/agrofloresta.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 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>. Acesso em: 02 set. 2011.
- 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>. Acesso em: 10 ago. 2010.
- BRASIL. INCRA. **Portaria nº 477/99, de 4 de Novembro de 1999**. Trata da Criação da Modalidade de Projeto de Desenvolvimento Sustentável – PDS.
- BROWN, G. G.; ROMBKE, J.; HOFER, H. 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, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365 p.
- 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.
- CADISCH, G.; MUTUO, P.; MERCADO, A. 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.
- 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.
- 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, jul-dez. 2004.
- FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F. Quantificação da erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de Minas Gerais. Ver. **Árvore**, Viçosa: SIF, v.26, n.6, p.751-760, 2002.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2009. 654p.
- JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **OIKOS Journal**. Copenhagen, v. 69, n. 3, 1994. p. 373-386.
- MAY, P.H.; TROVATTO, C.M.M. **Manual agroflorestal para a mata atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008. 196 p. Disponível em: <http://www.pratigi.org/portal/index.php?option=com_jresearch&view=publication&task=show&id=42&lang=br>. Acesso em: 02 jun. 2010.
- MACHADO, L., C., P., **Pastoreio Racional Voisin: tecnologia agroecológica para 3º milênio**. Porto Alegre: Editora cinco continentes, 2004.
- 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, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. 365 p.
- 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.
- PENEIREIRO, F.M. et al. **Apostila do educador**

- agroflorestal: uma introdução aos sistemas agroflorestais.** Universidade Federal do Acre, 2002. 76p. Disponível em: <http://www.agrofloresta.net/static/mochila_do_educador_agroflorestal/apostila.htm>. Acesso em: 14 mar. 2009.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo.** São Paulo: Nobel, 2002.
- 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, 27., 2007, Montréal. **Anais...** Montréal: Latin American Studies Association, set. 2007.
- SANTOS, A.C. **A agroflorestal agroecológica: um momento de síntese da agroecologia, uma agricultura que cuida do meio ambiente.** Boletim Eletrônico. Curitiba: Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais, n.156, fev. 2007. Disponível em: <<http://www.deser.org.br/documentos/doc/Agrofloresta.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2009.
- SARANDÓN, S. J. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar La sustentabilidad 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/sarandonagroecologia-indicadores/>>. Acesso em: 26 mar. 2012.
- SEVILLA-GUZMÁN, E. S. Agroecologia y desarrollo rural sustentable: una propuesta desde Latino América. In: **Encuentro Internacional sobre Agroecología 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, 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.