

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE DO SOLO COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE DE
AGROECOSSISTEMAS**

HELVIO DEBLI CASALINHO

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**PELOTAS
Rio Grande do Sul - Brasil
Outubro de 2003**

HELVIO DEBLI CASALINHO

**QUALIDADE DO SOLO COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE DE
AGROECOSSISTEMAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor em Ciências

APROVADA:/...../.....

Prof. Dr. Flávio Luiz Foletto Eltz
CCR/UFSM

Dr. José Antônio Costabeber
EMATER, RS

Prof. Dr. José Geraldo Wizniewsky
DCSA/FAEM/UFPel

Prof.^a Dra. Tânia Beatriz G. A. Morselli
DS/FAEM/UFPel

Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins
DFT/FAEM/UFPel – UCPel
(Orientador)

Educar e educar-se, na prática da liberdade, não é estender algo desde a “sede do saber” até a “sede da ignorância” para “salvar”, com este saber, os que habitam nesta.

Ao contrário, educar e educar-se, na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem – por isto sabem que sabem algo e podem assim chegar a saber mais – em diálogo com aqueles que, quase sempre, pensam que nada sabem, para que estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais.

Paulo Freire

(do livro “Extensão ou Comunicação ?”)

Este trabalho é dedicado aos agricultores da ARPA-SUL que tiveram a coragem e a ousadia de romper com o paradigma agrícola dominante e que me mostraram, pelas suas histórias de vida e pelo cotidiano de seus trabalhos, como é possível desenvolver uma nova relação de convivência entre o homem a agricultura e a natureza e como essa relação pode e deve ser trabalhada entre o conhecimento acadêmico e o saber por eles localmente desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Sérgio Roberto Martins, orientador, incentivador e amigo inseparável desde os longínquos tempos de estudante de agronomia;

Ao professor Dr. Aldir Garcia Schlee pela amizade e valiosa colaboração como revisor desta tese;

Ao professor Dr. João Baptista da Silva pela atenção e orientação nas análises estatísticas;

Aos Professores Eloy Antônio Pauletto, Flávio Sacco dos Anjos, Ledemar Carlos Vahl, Luiz Fernando Spinelli Pinto e Mário Conil Gomes pelas sugestões recebidas;

Ao Eng^o Agr^o, M.Sc. Noel Gomes da Cunha e seu estagiário Roger Garcia Mendes, da EMBRAPA, pela atualização da classificação e pela elaboração da carta de solos do município de Pelotas;

À Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade que me concedeu para realização desse curso;

Aos funcionários dos laboratórios de Física, Química e Microbiologia do Departamento de Solos pela colaboração prestada na execução das análises;

Ao acadêmico de agronomia Ângelo da Silva Lopes, por sua colaboração nos trabalhos de campo;

À JU, minha esposa, que teve a paciência e a compreensão para agüentar todas as minhas inquietações durante o desenvolvimento deste trabalho.

ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE QUADROS.....	x
SUMÁRIO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1 O modelo agrícola convencional.....	07
2.2 Os novos estilos de agricultura	10
2.3 A transição para um sistema de produção de base ecológica.....	16
2.4 Agroecossistemas, sistemas de produção e sistemas de manejo.....	18
2.5 Motivações e percepções dos agricultores: a importância da pesquisa qualitativa.....	23
2.6 Qualidade do Solo e sustentabilidade.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1 Caracterização da ARPA-SUL	42
3.2 Seleção dos agricultores atores da pesquisa e caracterização dos sistemas de produção por eles utilizado.....	43
3.3 Caracterização das propriedades objeto do estudo da Qualidade do Solo.....	46

3.3.1 Localização.....	46
3.3.2 Clima	46
3.3.3 Solos.....	47
3.3.4 Vegetação	47
3.3.5 Formas do relevo	47
3.4 Identificação das motivações que levaram os agricultores a aderirem a um sistema de produção de base ecológica	49
3.5 Avaliação do comportamento da Qualidade do Solo	49
3.5.1 Seleção dos indicadores	49
3.5.2 Amostragem do solo para análise dos indicadores	51
3.5.3 Análise dos indicadores da Qualidade do Solo	52
3.5.4 Procedimentos para avaliação da Qualidade do Solo	54
3.6 Monitoramento da Qualidade do Solo a partir da percepção dos Agricultores.....	56
3.7 Comparação entre as características do sistema de produção adotado pelos agricultores e as características de um agroecossistema Sustentável	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 O sistema de produção utilizado pelos agricultores	60
4.2 As motivações dos agricultores para mudança do paradigma de produção.....	66
4.3 Qualidade ou Saúde do Solo: um modelo de monitoramento desenvolvido a partir do saber localmente construído	87
4.3.1 A percepção dos agricultores sobre um solo de boa qualidade.....	87
4.3.2 Critérios de avaliação, níveis de limitação dos indicadores e organização da estrutura para monitoramento da qualidade do solo.....	101
4.3.3 A compreensão do modelo por parte dos agricultores	111
4.4 Qualidade do Solo: apresentação, integração e avaliação resultados.....	113
4.5 Comparação entre o sistema de produção adotado pelos agricultores e um sistema de produção sustentável	128

LISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1 – Valores de menor e maior atratividade para os indicadores da Qualidade do Solo.....	114
TABELA 2 – Valores médios dos indicadores e respectivos índices ponderados para as quatro glebas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione.....	114
TABELA 3 - Valores médios dos indicadores e respectivos índices ponderados para as quatro glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon.....	115
TABELA 4 – Valores dos Índices de Qualidade do Solo (IQS) para diferentes glebas em relação ao tempo de cultivo com sistemas de manejo de bases ecológicas.....	119
TABELA 5 – Acréscimos e decréscimos relativos (%) na comparação dos IQS das glebas de referência com as glebas cultivadas.....	119
TABELA 6 - Percentuais correspondentes as performances de cada indicador da Qualidade do Solo, na área do agricultor Mauro Scaglione....	125
TABELA 7 - Percentuais correspondentes as performances de cada indicador da Qualidade do Solo, na área do agricultor Ênio Nilo Schiavon..	127

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1 – Carta de solos do município de Pelotas com localização das duas propriedades objeto do estudo da Qualidade do Solo.....	48
FIGURA 2 – Dendograma mostrando os agrupamentos formados entre as glebas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione.....	116
FIGURA 3 - Dendograma mostrando os agrupamentos formados entre as glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon	117
FIGURA 4 – Variação temporal do Índice de Qualidade do Solo, obtido pelo MIAQS, em duas propriedades com diferentes históricos de manejo (as linhas paralelas ao eixo das abcissas, correspondem aos valores dos IQS da áreas de referência).....	120
FIGURA 5 – Diagrama mostrando a integração dos resultados das performances dos indicadores da Qualidade do Solo na propriedade do agricultor Mauro Scaglione.....	126
FIGURA 6 - Diagrama mostrando a integração dos resultados das performances dos indicadores da Qualidade do Solo na propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon.....	127

LISTA DE QUADROS

	Páginas
QUADRO 1 – Adequação e uniformização de termos utilizados pelos agricultores para expressarem suas concepções sobre um solo de boa saúde ou qualidade.....	95
QUADRO 2 – Correlação e interdependência entre os indicadores da Qualidade do Solo: saber popular x saber científico.....	99
QUADRO 3 – Guia para avaliação do desempenho dos indicadores da Qualidade do Solo.....	106
QUADRO 4 – Comparação entre o sistema de produção utilizado pelos agricultores da ARPA-SUL e um sistema de produção com padrões de sustentabilidade.....	129

SUMÁRIO

CASALINHO, HELVIO DEBLI. Dr. Universidade Federal de Pelotas, outubro de 2003. **Qualidade do Solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas.** Orientador: Prof. Dr. Sérgio Roberto Martins. Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Sacco dos Anjos.

O presente trabalho aborda a realidade do sistema de produção adotado por um grupo de agricultores da Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul (ARPA –SUL), do estado do Rio Grande do Sul e teve como objetivos: identificar os motivos que levaram esses agricultores a mudar de paradigma de produção; caracterizar o sistema de produção por eles utilizado; avaliar o comportamento da Qualidade do Solo frente ao tempo de cultivo com manejo de bases ecológicas; comparar o sistema de produção adotado com os padrões de um agroecossistema sustentável e desenvolver uma estrutura de monitoramento da qualidade do solo a partir do conhecimento localmente desenvolvido. Constatou-se, através a aplicação de entrevistas e questionários, que os motivos que os conduziram à essa tomada de decisão foram de ordem econômica, social e ecológica, valorizando principalmente aspectos relacionados a saúde, ao respeito à natureza e à relação direta com o consumidor. A Qualidade do Solo, como indicador de sustentabilidade, foi avaliada através o Método Integrativo de Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS), proposto e aplicado na presente pesquisa. Sua base teórica está fundamentada na análise integrada de um conjunto mínimo de atributos físicos, químicos, biológicos e visuais do solo, indicadores de sua qualidade. Os resultados encontrados mostraram um efeito positivo do sistema de manejo utilizado pelos agricultores sobre a capacidade do solo para exercer suas funções no

agroecossistema, sugerindo tendências tanto de recuperação quanto de melhorias nas condições dos indicadores estudados. Foi possível inferir, face a essa influência e as características dos demais elementos que compõem o sistema de produção, que este está contribuindo para uma atividade agrícola sustentável. O conhecimento da percepção que os agricultores têm sobre um solo sadio ou de boa qualidade e da maneira com que essa condição é avaliada, foram fundamentais para a construção de um guia que lhes possibilite monitorar o comportamento da Qualidade do Solo, ao longo do tempo. Essa estrutura ao ser testada pelos agricultores, se mostrou compreensível e adequada às suas realidades, sendo um instrumento importante para o acompanhamento das variações de desempenho de diferentes atributos do solo e da planta com vistas à uma produção de alimentos que atenda as novas demandas da sociedade, que busca alimentos mais saudáveis, sem resíduos de agrotóxicos e produzidos com tecnologias desenvolvidas para uma agricultura ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável.

SUMMARY

CASALINHO, HELVIO DEBLI. Dr. Federal University of Pelotas. October of 2003. Soil Quality as Indicator of Agroecosystems Sustainability. Adviser: Prof. Dr. Sergio Roberto Martins. Co-adviser: Prof. Dr. Flávio Sacco dos Anjos.

This work deals with the reality of the production system adopted by a group of small farmers from Regional Association of Agroecologists Producers of the Southern Region (ARPA-SUL), Rio Grande do Sul State, and aimed to: identify the reasons that led this small farmers to change the paradigm of production; to characterize their system of production; to evaluate the Soil Quality along the cultivation period using an ecological management based system; to compare the production system adopted to a sustainable agroecosystem standard; and to develop a structure of soil quality monitoring based on the local knowledge. Through interviews and questionnaires it was verified that the reasons that led to this decision were from ecological, social and economical scope, giving importance mainly to health, respect to nature and consumers related issues. The Soil Quality, as sustainability indicator, was evaluated through the so-called Integrative Soil Quality Evaluation Method (ISQEM), proposed and applied in the present research. Its theoretical basis is founded in an integrated analysis of a minimum set of visual, biological, chemical and physical attributes used as soil quality indicators. The results showed a positive effect of the management system used by the small farmers on the soil capability to exert its functions in the agroecosystem, suggesting restoration as well as improvement trends in the conditions of the indicators. It was possible to infer, in face of this influence and from the other elements characteristics that compose the

production system, that this system is contributing to a sustainable agriculture activity. The awareness of the perception that the small farmers have about a healthy soil or a good quality soil and of the way how this condition is evaluated were fundamental to build a guide that make it possible to monitor the Soil Quality along the time. This structure, being tested by the small farmers, showed to be understandable and adequate to their realities, being an important instrument to monitor the variations of the performance of the different soil and plant attributes, aiming a food production that complies with the new society demands, which searches to healthier food, free from pesticides, and produced by technologies developed towards an ecologically balanced, socially fair and economically feasible agriculture.

1 - INTRODUÇÃO

A investigação científica desenvolvida na área da ciência do solo, em sua maioria, a exemplo das demais áreas da Agronomia, é feita sob a concepção positivista, utilizando metodologias quase que exclusivamente quantitativas e sem o envolvimento de agricultores. Porém, tem-se constatado um aumento gradativo no número de trabalhos que são desenvolvidos com abordagens que transcendem o campo da disciplinaridade e do saber exclusivamente acadêmico, passando o pesquisador a questionar o paradigma vigente e a considerar o agricultor como um ator e parceiro no processo decisório.

Ainda subsistem nos meios acadêmicos afirmativas de que a abordagem qualitativa dos fatos e o uso de instrumentos de captação de dados, como entrevistas, questionários, análises documentais ou estudos de casos, por exemplo, são de muita subjetividade e que se prestam, fundamentalmente, para estudos nas áreas da educação ou da sociologia.

Essas são algumas das razões para que no campo da Agronomia ainda predominem idéias de que pesquisa é uma “investigação científica” cujos resultados necessariamente são expressos de forma quantitativa (medidas de peso e de volume, por exemplo) e exclusivamente explicados através de complexas análises estatísticas para “assegurar” seu valor, rigor e credibilidade.

Essa idéia de rigor, porém, não impede que as pesquisas desenvolvidas dentro do paradigma racionalista, com abordagens oriundas exclusivamente do “saber

acadêmico”, excluindo o agricultor e sua experiência do processo de decisão, chegem, freqüentemente, a resultados que estão fora da sua realidade.

Por isso, é importante ter o agricultor como sujeito e não como simples objeto de estudo. Sua participação em processos decisórios que lhe afetam diretamente é importante no desenvolvimento, adaptação e adoção de tecnologias que possam atender suas reais e imediatas necessidades (Sinclair, 2001). Só assim, será capaz de contribuir na construção de um novo conhecimento e no processo de transformação da sociedade.

A Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul, ARPA-SUL congrega cerca de cinquenta agricultores e agricultoras que optaram, numa determinada fase de suas trajetórias de vida, por trabalhar num modelo agrícola que se contrapõe àquele embasado nos padrões dominantes da revolução verde.

Essa nova forma de produzir, baseada nos ideais de uma agricultura sustentável e tendo na Agroecologia as ferramentas indispensáveis à consecução de seus objetivos, utiliza sistemas de manejo fundamentados no saber localmente construído, no respeito à vida e à natureza.

Verificar os motivos pelos quais esses agricultores romperam com o paradigma dominante e buscaram, pela sua prática cotidiana, contribuir para uma agricultura mais saudável, solidária e conectada com princípios éticos e democráticos na sua relação com o consumidor, é uma condição básica para se compreender as relações solidárias estabelecidas entre o homem, a agricultura e a natureza.

O saber localmente construído pelo convívio de longos anos com a atividade agrícola tradicional e/ou convencional, o cotidiano de suas vidas e a experiência na geração de novas tecnologias, fazem com que a participação do agricultor seja um importante instrumento na construção da ciência agroecológica e no desenvolvimento de sistemas de manejo sustentáveis. Essa é uma prática oposta àquilo que aconteceu na difusão dos fechados pacotes tecnológicos que a agricultura fundamentada na Revolução Verde sempre apresentou.

As perspectivas de novas e boas demandas na área da produção de alimentos oriundos de sistemas de produção de base ecológica, com expectativas econômicas que superam qualquer outra atividade da agricultura convencional, têm feito com que muitos agricultores familiares tenham assumido essa nova forma de produzir, ainda que seu desenvolvimento ocorra com incipiente participação do conhecimento acadêmico.

Segundo levantamento recente da International Federation of the Organics Movements, aproximadamente 23 milhões de hectares são atualmente cultivados com

agricultura orgânica, abrangendo cerca de 400 000 estabelecimentos agrícolas. Entre os países com maiores áreas utilizadas encontram-se a Austrália, com 10,5 milhões de hectares; a Argentina com 3,2 milhões de hectares e a Itália com 1,2 milhões de hectares. Com relação ao Brasil, estimativas do Instituto Biodinâmico de São Paulo mostram que o mercado movimenta atualmente US\$ 200 milhões, recurso este injetado por mais de sete mil agricultores, produzindo em 270 mil hectares (Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, 2002; Yussefi & Willer, 2003).

Desenvolver uma atividade de pesquisa, de extensão ou de produção agrícola, dentro desse novo paradigma, implica a necessidade de melhor compreender o papel que o recurso solo desempenha no agroecossistema. As novas demandas da sociedade em busca de alimentos produzidos de forma mais saudável, através de um sistema de produção afinado com os ideais da sustentabilidade, influenciaram, positivamente, o desenvolvimento de novos conceitos na área da ciência do solo.

Qualidade ou Saúde do Solo são expressões que resultaram dessas preocupações e seus estudos implicam um processo de compreensão e de avaliação holística dos atributos físicos, químicos, biológicos do solo, para que se possa identificar se um sistema de manejo está ou não contribuindo para uma agricultura sustentável.

A participação de agricultores, como sujeitos da construção desse novo conhecimento, com suas percepções sobre o significado de um solo sadio ou de boa qualidade e a utilização de conhecimentos localmente desenvolvido em suas comunidades, foram peças fundamentais no desenvolvimento desta pesquisa, que se constituiu, ao mesmo tempo, num processo de investigação-ação e numa proposta pedagógica comprometida com um processo de transformação social, a partir de uma nova leitura de realidade.

Os objetivos, as peculiaridades dos temas tratados e o contexto em que se desenvolveu o presente trabalho foram fundamentados em três princípios básicos da pesquisa participante: a) a possibilidade lógica e política de indivíduos e grupos organizados serem sujeitos na construção de um novo conhecimento; b) a possibilidade de determinar o uso e o destino político desse conhecimento produzido pela pesquisa, tenha ela tido ou não a participação do agricultor em todas as suas etapas; c) a certeza de que é esse contato direto entre pesquisador e pesquisado, o instrumento gerador da necessidade da pesquisa, a qual gera a necessidade de participação do agricultor (Brandão, 1985 citado por Haguette, 1999).

A preservação, tanto quanto possível, da concepção de trabalho do agricultor, a partir da visão holística que este tenha de sua atividade agrícola, é uma condição básica em estudos que buscam compreender não só a sua percepção sobre o que é um solo sadio ou de boa qualidade, mas, também, para entender como atua e como toma suas decisões durante o processo de produção (Reijntjes, et al. 1995).

No presente trabalho, a abordagem dos temas tratados não se deu com o objetivo de responder previamente determinadas questões, mas sim, privilegiando, essencialmente, a compreensão do comportamento dos agricultores, implicando o conhecimento da percepção, que eles, os atores, atribuíram à suas condutas e perspectivas, como sujeitos da investigação (Bogdan & Biklen, 1994).

Esses aspectos foram trabalhados na temática relacionada as motivações que os agricultores tiveram para romper com o paradigma de produção agrícola convencional, nos estudos de suas percepções sobre o significado de um solo sadio ou de boa qualidade e no desenvolvimento do Método Integrativo de Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS), para o qual não se buscou respostas emanadas de um único atributo isoladamente, mas sim, procurou-se compreender como um conjunto de indicadores se comporta, integral e integradamente, ao longo do tempo, frente a um determinado sistema de manejo.

Na agricultura de base ecológica não se coloca hierarquia de importância nas ações, procedimentos ou nos atributos do solo que são analisados. O que importa são as relações que se estabelecem entre eles, como se dá a produção como um todo e a manutenção dos recursos naturais. Por isso, as tendências e os resultados de médio e longo prazos são mais importantes do que aqueles de cunho imediatista.

Essa foi uma diferença básica entre o trabalho desenvolvido e a maioria dos estudos que são realizados sobre Qualidade do Solo, nos quais o enfoque é normalmente centralizado na avaliação isolada de um ou mais de seus atributos, dificultando e reduzindo as possibilidades de compreender melhor as interações que entre eles ocorrem, quando são alterados pela ação de diferentes práticas agrícolas.

Para Alvarenga & Davide (1999), a única maneira de compreender as alterações que ocorrem no solo, submetido a um determinado sistema de manejo, é analisando-se integradamente um conjunto mínimo de atributos e isso é plenamente justificado pelo papel que o solo exerce num ecossistema agrícola.

Essa abordagem holística é, segundo Gliessman (2000), fundamental na Agroecologia, fazendo com que a pesquisa seja canalizada para sistemas de manejo e

não para problemas limitados ou para variáveis individualizadas; ou seja, é a compreensão do todo, superando a fragmentação do conhecimento, prática amplamente disseminada no paradigma cartesiano, balizador da pesquisa convencional.

O presente trabalho desenvolveu-se em condições que retratam a realidade dos agricultores, considerando o sistema de produção por eles utilizado, sem controle específico de variáveis.

Ao contrário de uma investigação por hipóteses, normalmente desenvolvida em campos experimentais, esse foi um trabalho exploratório, feito diretamente com o agricultor, cujos resultados, além de serem conclusivos nos limites da pesquisa, possibilitarão o uso, com as devidas adequações, de estruturas básicas para avaliação da Qualidade ou Saúde do Solo em outras condições, fornecendo elementos que poderão detalhar e aprofundar os temas aqui tratados.

A presente pesquisa teve como objetivos:

- a) identificar os motivos que levaram um grupo de agricultores de base familiar da região sul do Rio Grande do Sul a trabalhar com sistemas de produção de base ecológica;
- b) caracterizar o sistema de produção mais representativo utilizado por esses agricultores;
- c) avaliar o comportamento da Qualidade do Solo em áreas de duas propriedades agrícolas do município de Pelotas, RS, com históricos e tempos de cultivo diferentes;
- d) comparar as características do sistema de produção adotado por esses agricultores com as características de um sistema de produção sustentável;
- e) desenvolver com e para esses agricultores, a partir de suas percepções, uma estrutura para monitoramento da qualidade ou saúde do solo.

Considerando que o presente trabalho foi desenvolvido a partir de uma concepção construtivista¹, não se teve o intuito de representar uma verdade absoluta e definitiva, mas sim o de ensejar um processo investigatório, no qual o agricultor é um dos atores mais importantes no apoio à tomada de decisões e o pesquisador é o ator facilitador que, ao contrário da pesquisa convencional, não assume uma neutralidade científica (Bonilla,

¹ Aqui considerada no sentido *lato* como a idéia que sustenta que o *indivíduo-tanto nos aspectos cognitivos e sociais do comportamento como nos afetivos-não é um mero produto do ambiente, nem um simples resultado de suas disposições internas, mas sim, uma construção própria que vai se produzindo, dia a dia, como resultadoda interação entre esses dois fatores. Como consequência, o conhecimento não é uma cópia da realidade, mas, sim, uma construção do ser humano* (Carretero, 1997).

1992) e faz de seu juízo de valor um instrumento capaz de contribuir na busca das melhores alternativas para a resolução dos problemas dos agricultores (Ensslin et al., 2001).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O modelo agrícola convencional

Há mais ou menos 10 000 anos, no norte da África e no oeste asiático, o homem começou a cultivar a terra para produzir seus alimentos, dando início ao seu trabalho na atividade agrícola. Até então os recursos naturais solo, água, flora, fauna e ar estavam em equilíbrio na natureza.

Foi a partir dessa ação antropogênica que teve início um gradativo processo de degradação das terras, cuja intensidade foi - e continua sendo - influenciada tanto por condições de clima, relevo, vegetação e solo, quanto, e principalmente, pelo conjunto de práticas que o homem imprimiu à agricultura, ao longo de sua história.

Apesar de sua longa experiência na agricultura, o homem não conseguiu o domínio sobre técnicas agrícolas, a não ser entre o final do século XVIII e o início do século XIX. Até este período, a produção de alimentos era muito precária e milhões de pessoas foram dizimadas pela fome. Antigas civilizações da Mesopotâmia desapareceram em grande parte, pela degradação de suas terras, causada pelo processo de salinização. Gregos e romanos, por sua vez, passaram pelo declínio da fertilidade de suas terras e, conseqüentemente, o próprio declínio de seus impérios.

A partir da metade do século XIX, por grande influência das teorias do químico alemão Justus von Liebig, pelo melhoramento genético das plantas, pelo surgimento dos motores de combustão interna e por várias outras descobertas científicas, a produção

vegetal foi se distanciando da produção animal, surgindo um novo marco na história da agricultura.

O trabalho intensivo das máquinas, em substituição ao trabalho braçal e animal, na agricultura, fez expandir-se de forma rápida a fronteira agrícola, surgindo grandes lavouras de monoculturas, modificando a relação do homem com o ambiente e diminuindo o número de animais nas propriedades, reduzindo com isso a disponibilidade do esterco utilizado como fertilizante nas fazendas.

A partir de então, a produção agropecuária se estabelece centrada no crescente uso de insumos industrializados. Ao final da Segunda Grande Guerra mundial acentuou-se o consumo desses produtos que vai ter seu ápice na década de 70, com o emprego maciço dos chamados “insumos modernos”, seguindo a orientação técnica estabelecida nos pressupostos do programa conhecido como “*Revolução Verde*”. Paralelamente, começaram a se generalizar os impactos deste novo padrão de agricultura sobre a natureza (Brum, 1988; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1998; Vivan, 1998; Ehlers, 1999; Jackson, 2002).

Com esse programa, a agricultura passou a ter um padrão tecnológico caracterizado pelo excepcional emprego de máquinas, implementos, sementes, fertilizantes e agrotóxicos, necessitando de um volume maciço de crédito rural, geralmente subsidiado pelo Estado. Com isso, criou-se uma total dependência da agricultura às grandes empresas nacionais e multinacionais; e somente aqueles agricultores que puderam se organizar de forma empresarial foram, de alguma forma, beneficiados com os novos pacotes tecnológicos.

Para a imensa maioria, teve início um processo de marginalização, que culminou numa profunda crise sócioeconômica e de produção, com milhares de agricultores sendo expulsos da terra e/ou excluídos do chamado modelo de “modernização conservadora da agricultura”, cujas principais características são: concentrador de terras, de renda e de riqueza; elitista e a serviço do complexo agro-industrial; indutor de privilégios à produção para exportação; refém dos interesses das grandes corporações transnacionais; agressor da natureza e poluidor do ambiente; indutor do elevado uso de insumos, notadamente fertilizantes minerais e pesticidas; e responsável pelo gradativo processo de degradação das terras agrícolas, sobretudo com relação à erosão do solo.

Suas conseqüências puderam e ainda podem ser facilmente constatadas pelos enormes prejuízos causados aos agricultores, às suas comunidades e ao meio urbano, no que respeita principalmente aos seguintes aspectos: perdas de insumos utilizados nas

lavouras; degradação do solo e diminuição de sua produtividade; balanço energético altamente desfavorável na produção agrícola; poluição do solo, da água e do ambiente por pesticidas, fertilizantes minerais de alta solubilidade e por outros agentes contaminantes; assoreamento de rios, barragens, açudes e redução do potencial energético desses mananciais.

O aumento no custo da produção, a diminuição da renda do agricultor e a ociosidade da mão-de-obra no campo, marginalizaram grande parte da população rural e, como consequência, o êxodo rural tem sido um fato social marcante nessas últimas três décadas.

Os sistemas de manejo desenvolvidos com base nesse modelo, seja ele intensivo e de elevado uso de recursos externos ou praticado em pequena escala, em solos de baixa aptidão agrícola, atuam diretamente na degradação de diferentes atributos físicos, químicos, biológicos e morfológicos dos solos, ocasionando a ocorrência, muitas vezes simultânea dos processos de erosão, de redução do teor de matéria orgânica, de compactação superficial e subsuperficial, de lixiviação e escoamento superficial dos nutrientes, do esgotamento químico, caracterizado quando não há reposição dos elementos nutrientes, de acidificação, de salinização e de contaminação com nitratos, metais pesados e agrotóxicos.

À ocorrência desses processos, acrescenta-se o agravamento da erosão genética, tornando as culturas mais vulneráveis à ação de pragas e doenças, a destruição de matas nativas e florestas tropicais, os danos por queimadas, a substituição de áreas próprias para cultivos anuais por espécies florestais, a eutrofização de rios, açudes e outros mananciais de água, a sensível deterioração da qualidade do ar e um dos mais sérios reflexos da modernização da atividade agrícola que é o da contaminação do homem pelo uso dos agrotóxicos (Carson, 1962; Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Bonilla, 1992; Coscia, 1993; Montecinos & Altieri, 1993; Tisdale et al. 1993; Paschoal, 1994; Merten, 1995; Paschoal, 1995; Primavesi, 1997; Embrapa, 1998; Tilman, 1998; Brady & Weil, 1999; Colborn, Dumanoski & Myers, 1999; Ehlers, 1999; Jara, 1999; USDA, 1999; Gliessmann, 2000; Guzmán Casado et al., 2000; Altieri, 2002).

As considerações aqui apresentadas mostram a inoperância do modelo em referência no que diz respeito à manutenção ou preservação do ambiente e da vida, ainda que sejam inegáveis os avanços conquistados nestes últimos 30 anos, decorrentes do desenvolvimento de novas tecnologias, principalmente no melhoramento genético,

no aumento da produtividade das culturas, no desenvolvimento de novos sistemas de manejo e na adequação e sofisticação de máquinas e equipamentos agrícolas.

As investigações sobre as diferentes práticas agrícolas desenvolvidas para atender os pressupostos da Revolução Verde, ressaltando todos os seus prejuízos e seqüelas, foram importantes na evolução do pensamento ecológico. A investigação desses acontecimentos a partir de diferentes disciplinas, se caracterizou como uma importante contribuição para as primeiras análises holísticas na definição de estratégias de desenvolvimento rural sustentável (Hecht, 2002).

Esse pensamento é, de certa forma, compartilhado por Gliessmann (2000). Ao defender a necessidade de se desenvolver sistemas sustentáveis de produção de alimentos, é taxativo ao afirmar que foram as próprias inovações tecnológicas as responsáveis pelo ato de “*minar as bases de sustentação do sistema global de produção de alimentos, o solo, os recursos hídricos e a diversidade genética*”. Outro aspecto importante citado pelo autor, diz respeito à diminuição da taxa anual de crescimento agrícola, na década passada, naqueles países que adotaram em larga escala a tecnologia gerada pela Revolução Verde, os quais, inclusive, apresentaram redução a partir dos anos 80, na produção de grãos por habitante.

O fato do solo ser considerado um recurso natural renovável não implica dizer que suas perdas possam ser compensadas ou que a degradação de seus atributos pode ser rapidamente revertida. Seu processo de formação é extremamente lento e, dependendo de sua rocha matriz e da ação dos demais fatores de formação, centenas de anos poderão ser necessários para que um único centímetro seja formado, pois grande parte de suas características não pode ser modificada num curto espaço de tempo (Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Brady & Weil, 1999).

Considerar o limite aceitável de perdas de solo como aquele correspondente a sua taxa de formação e desenvolver um manejo que possa restaurar, preservar e/ou melhorar suas condições físicas, químicas e biológicas, são fatores importantes para uma nova perspectiva de agricultura.

2.2 Novos Estilos de Agricultura

Os limites sociais, econômicos e ambientais do modelo de modernização conservadora da agricultura e a preocupação com o futuro das próximas gerações, foram determinantes para que novos modelos agrícolas surgissem nesses últimos anos, tendo

como objetivo o desenvolvimento de uma produção ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável.

O debate sobre novos modelos de desenvolvimento apareceu mais precisamente nos anos 70, quando a dimensão ambiental foi inserida em discussões de eventos e na agenda de organismos nacionais e internacionais, a partir do enfoque da sustentabilidade.

A expressão e o conceito de Desenvolvimento Sustentável começaram a ser gestados em 1972, por ocasião da I Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, mas foi no documento “Estratégia Mundial para a Conservação da Natureza” que se cunhou a expressão. Posteriormente, em 1987, com o relatório “Nosso Futuro Comum”, divulgado pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento - Comissão Brundtland - o conceito de Desenvolvimento Sustentável foi apresentado como aquele *“que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer as possibilidades das futuras gerações em satisfazer suas próprias necessidades”*. Esse conceito seria referendado, posteriormente, na ECO-92, no Rio de Janeiro

Dificuldades em se estabelecer limites, interpretações dúbias, equivocadas ou utilizadas com fins meramente economicistas, fazem com que as expressões “desenvolvimento sustentável, desenvolvimento rural sustentável e agricultura sustentável” sejam utilizadas por diferentes segmentos, desde aqueles ligados a movimentos ambientalistas, até os vinculados à própria indústria dos agroquímicos, o que de certa forma expressa a própria contradição do assunto e da própria terminologia, gerando um questionamento muito freqüente sobre qual e para quem é sustentável o desenvolvimento que se deseja, e qual o real significado dessas necessidades (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991; Kitamura, 1994; Martins, 1995; Barbieri, 1997; Jara, 1999; Martins 1999).

Jara (1999) estabelece que o desenvolvimento é sustentável à medida que as dimensões ecológica, econômica e social sejam atingidas; por isso qualquer estratégia a ser utilizada visando um processo de desenvolvimento, seja ele local, regional ou nacional, deve, necessariamente, incorporar harmoniosamente essas três dimensões.

Com relação à sustentabilidade da agricultura, o autor faz referência ao uso dos recursos biofísicos e econômicos, *“de acordo com sua capacidade, operando dentro de espaços geográficos determinados, mediante tecnologias adequadas que permitam obter bens e serviços capazes de satisfazer as necessidades das comunidades”*.

E é justamente pela medida do maior ou menor grau de afastamento das tecnologias geradas pela pesquisa agrônômica, em relação às características da sustentabilidade, que se torna possível demonstrar se um sistema de produção é ou não sustentável. Como essa condição não pode ser comprovada no tempo presente, os princípios e métodos da ciência agroecológica se constituem no alicerce para comparar, no tempo futuro, se um dado sistema de produção é ou não sustentável, sendo ou não ecologicamente adequado, economicamente viável, socialmente justo, solidário e adaptável (Reijntjes et al., 1995; Gliessman, 1999; 2000).

De diferentes maneiras, esses princípios estão parcial ou integralmente presentes nas bases de desenvolvimento de diferentes correntes do pensamento ecológico, ao buscarem vias alternativas à produção agrícola convencional.

Isso se identificou no pioneirismo de Albert Howard, agrônomo inglês, que na década de 20 já procurava demonstrar a relação existente entre a saúde vegetal e animal com a fertilidade do solo, partindo do princípio que os alimentos produzidos em solos ricos em matéria orgânica teriam alto valor nutritivo, além de proporcionarem muita vitalidade e resistência às doenças.

Howard foi um dos primeiros pesquisadores a desenvolver um método de compostagem - Indore - a partir de restos vegetais e esterco animal e que ao publicar seu livro “An Agricultural Testament”, em 1940, dava início à chamada “Agricultura Orgânica”.

A agricultura “Biodinâmica”, desenvolvida pelo filósofo Rudolf Steiner, foi concebida sob dois aspectos fundamentais: a visão espiritual da agricultura, onde era ressaltada a influência da astronomia sobre as plantas e os animais, e o uso de “preparados biodinâmicos”, que tinham o objetivo de vitalizar as plantas e estimular seu crescimento.

Outra corrente desenvolvida foi a da “Agricultura Biológica”, criada pelo francês Claude Aubert, e tem sua base no princípio de que as plantas e os animais devem ser colocados em condições que lhes sejam favoráveis, proporcionando-lhes saúde e vitalidade normal, ou seja, devem ser considerados seres vivos e não máquinas de produzir alimentos.

No Japão, por volta de 1935, surgiu a “Agricultura Natural”, desenvolvida por Mokiti Okada, fundamentada na utilização do composto, principal fertilizante agrícola, preparado basicamente a partir de restos vegetais

Na França, nos anos 60, nasce uma outra corrente de agricultura ecológica conhecida como método “Lemaire-Boucher”, cujas características mais importantes são: o emprego de algas marinhas como fonte nutricional, compostadas com esterco e resíduos vegetais; o uso de essências vegetais como ativadoras do crescimento, desintoxicantes e parasitocidas, entre outros fins; o uso de adubação verde e associações de cultivos e o plantio sem revolvimento do solo.

Nos primórdios da década de 70, nos Estados Unidos da América do Norte, despontou a chamada “Agricultura Ecológica” e começaram a ser difundidos os conceitos de ecossistema agrícola, os métodos ecológicos de análise de sistemas, o uso de tecnologias mais limpas e o emprego de fontes não convencionais de energia para a produção agrícola.

A “Permacultura”, desenvolvida por Bill Molisson, em 1974, é um sistema desenvolvido para a criação de ambientes humanos sustentáveis que buscam o planejamento e a manutenção de agroecossistemas com características dos ecossistemas naturais, integrando de forma harmoniosa pessoas, animais e paisagem, provendo alimento, energia, abrigo e demais necessidades humanas e animais.

Já a expressão “Agricultura Alternativa” surgiu na Holanda, por volta de 1977, com a publicação do “Relatório Holandês”, o qual apresentava uma análise de todos os movimentos que defendiam modelos não convencionais de agricultura e que tinha como objetivo fazer com que essa expressão passasse a representar os demais modelos existentes.

A caracterização desses novos estilos de agricultura foi feita tomando como referência os trabalhos de Bonilla (1992), Mollison & Slay (1994) e Paschoal (1995).

Com base nos seus diferentes princípios, foi possível constatar a existência de um aspecto comum e fundamental entre elas: o objetivo de desenvolver uma agricultura ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável; e as bases de desenvolvimento de uma agricultura sustentável estão, pelo menos parcialmente, presentes nas ações e princípios que regem essas diferentes correntes do pensamento ecológico.

A sustentabilidade se identificaria num sistema de produção agrícola que apresentasse as seguintes características: existência de um balanço energético positivo ou pelo menos mais favorável; possibilidade de exploração dos recursos naturais e da produtividade a longo prazo; manutenção e/ou melhoria do ambiente com o mínimo de impactos negativos; otimização da produção com redução do uso de insumos externos;

garantia da equidade social pela melhor distribuição dos recursos gerados; satisfação das necessidades humanas de alimentos e de renda e atendimento das necessidades sociais dos agricultores, suas famílias e comunidades rurais envolvidas (Ehlers, 1999; Masera et al., 1999).

Gliessman (2000), mesmo admitindo a existência de diferentes entendimentos no conceito de sustentabilidade, identifica, na base ecológica, o ponto de convergência de diferentes pontos de vista sobre o presente tema e conceitua uma produção sustentável como *"a condição de ser capaz de perpetuamente colher biomassa de um sistema, porque sua capacidade de se renovar ou ser renovado não é comprometida"*.

O autor sugere que uma agricultura é sustentável à medida que proporcione efeitos negativos mínimos ao ambiente; reconstitua, preserve ou melhore a qualidade do recurso solo; use racionalmente os recursos hídricos; trabalhe com o uso de insumos internos; preserve a diversidade biológica e garanta a equidade de acesso ao conhecimento científico e tecnológico, valorizando o conhecimento localmente desenvolvido.

Mesmo expressando o pensamento de diferentes autores, um modelo agrícola sustentável não se esgotaria nestes requisitos. Gameiro e Bezerra (1996) comprovam isso pelo estudo que desenvolveram a partir de distintas visões que pesquisadores e instituições têm sobre a construção de um novo paradigma para a agricultura com base na sustentabilidade.

Se as modificações nas características originais de um ecossistema, ocorrem a partir da intervenção da atividade humana, pode-se afirmar que, num sistema de produção agrícola, a degradação do solo e dos demais recursos naturais têm como origem o manejo inadequado desses recursos e que dois são os modelos agrícolas onde esses problemas são mais acentuados: um é identificado como de agricultura intensiva de baixo uso de capital e insumos externos mas de uso intensivo do solo; o outro, possivelmente mais esgotante, caracteriza-se também pela utilização intensiva do solo, mas é totalmente dependente de recursos gerados fora da propriedade e da matriz energética do petróleo. Ambos, portanto, são considerados modelos convencionais de produção agrícola.

A partir desse pressuposto e considerando as dificuldades que a grande maioria dos agricultores têm para usufruir das tecnologias geradas pela Revolução Verde, os reflexos ambientais e sociais da aplicação dessas tecnologias, os riscos de basear a atividade agrícola em fontes energéticas não renováveis e a dificuldade de se produzir

alimentos, nos níveis atuais, sem o uso da atual tecnologia, Reijntjes et al. (1995), questionam o papel do modelo agrícola convencional no desenvolvimento agrícola e sugerem, como alternativa, a chamada “Agricultura Sustentável de Baixo Uso de Insumos Externos” (ASBIE).

Esse modelo se constitui numa alternativa para o segmento da agricultura familiar, seja como substitutivo ou como forma complementar de agricultura, utilizando técnicas que poderiam reduzir ou mesmo eliminar níveis de poluição, de degradação do solo e do ambiente, além de reduzir os custos de produção. Tem como objetivo um nível de produção estável e adequado de longo prazo, procurando manter e/ou melhorar os recursos disponíveis, utilizando processos naturais.

Refere-se, assim, a sistemas agrícolas que buscam a melhor eficiência no uso dos insumos disponíveis na propriedade e o uso de insumos externos somente como complementação, ou em substituição àqueles que não podem ser produzidos internamente, reduzindo impactos negativos e buscando melhorar os recursos biológicos, físicos e humanos disponíveis.

Portanto, se a sustentabilidade é um fim a ser alcançado a Agroecologia, como ciência, definida como a aplicação de conceitos e princípios ecológicos no desenho e manejo de ecossistemas agrícolas, fornecerá as bases e os subsídios para que um agroecossistema possa ser manejado de forma sustentável, ao longo do tempo, contribuindo, assim, para um modelo de desenvolvimento rural no qual as dimensões social e ambiental passam, também, a ter fundamental significado em sua concepção.

Sua base científica é a estrutura fundamental para o processo de transição ao desenvolvimento de uma atividade agrícola sustentável, a qual está presente, em maior ou menor intensidade, nos diferentes sistemas de produção desenvolvidos em base ecológica (Altieri, 1998; Gliessman, 2000; Caporal & Costabeber, 2002).

O Osservatório Agroambientale Agricoltura Sostenibile (2000), ao conceituar Agroecologia como “*a ecologia dos campos cultivados, que tem como objetivo o estudo das relações existentes no agroecossistema, considerando forma, dinâmica e funções*”, ressalta a origem antrópica desse e as três diferenças fundamentais ao compará-lo com um ecossistema natural: a simplificação da diversidade ambiental, o aporte de energia externa e a exportação da biomassa.

Ao se trabalhar com uma nova abordagem que integra a Agronomia, a Ecologia, a Sociologia e a Economia, num quadro de interação, torna-se possível compreender e avaliar os efeitos de diferentes tecnologias em sistemas agrícolas e suas comunidades;

deixa-se de lado a visão puramente tecnicista e cartesiana da agricultura e passa-se a incorporar a dimensão holística do sistema de produção, em que o homem e natureza são elementos fundamentais nessa complexa relação.

Para Altieri (1998), a concepção agroecológica, que caracteriza esse novo paradigma interdisciplinar de produção, incentiva os pesquisadores não só a conhecer profundamente o “modo de agir dos agricultores”, a partir de seus conhecimentos empíricos e do saber localmente desenvolvido, como também os estimulam a investigar novas formas de produção menos dependentes dos insumos externos, muitos dos quais com disponibilidade finita e pouco acessível à maioria dos agricultores.

Na visão agroecológica existe a concepção de que os sistemas de produção agrícolas são ecossistemas nos quais diferentes processos ecológicos, comuns em ecossistemas naturais, também são reproduzidos. A compreensão holística dos elementos que compõem esses processos e de suas relações, significa dar um novo enfoque ao manejo de ecossistemas agrícolas, buscando sua estabilidade, produtividade de longo prazo, com preservação dos recursos naturais. A agricultura de bases ecológicas é o caminho para uma atividade agrícola que possa efetivamente contribuir para um desenvolvimento rural sustentável (Reijntjes et al., 1995, Altieri, 2002).

2.3 A transição para um sistema de produção de base ecológica

A transição ou processo de conversão de um sistema de produção agrícola convencional para outro de base ecológica se constitui na aplicação de um conjunto de procedimentos que visam a substituir práticas desenvolvidas para atender os objetivos da Revolução Verde - normalmente impactantes do ambiente e dependentes de capital - por outras preferencialmente desenvolvidas pelo próprio agricultor e não dependentes de elevados investimentos, que possam contribuir para a manutenção de uma produção agrícola estável, duradoura e saudável (Guzmán Casado & Alonso Mielgo, 2000).

Esse processo de conversão não pode, entretanto, ser adotado indefinidamente como um sistema de produção que pretende ter como balizadores princípios estabelecidos para uma agricultura efetivamente de base ecológica. Com essa perspectiva, o agricultor corre o risco de simplesmente praticar uma agricultura de substituição, ainda que essa possa trazer riscos bem menores ao ambiente do que o modelo convencionalmente utilizado.

A transição de um sistema de produção convencional para outro de base ecológica, resulta, em última instância, na transformação da ecologia dos sistemas e,

nesse sentido, a redução ou a substituição dos agroquímicos, a reciclagem de nutrientes e da biomassa fazem com que tanto a estrutura quanto a função do ecossistema agrícola também sejam alterados. Essas modificações têm início na estrutura, no conteúdo de matéria orgânica e na biota do solo, tanto no que diz respeito a sua diversidade, quanto a sua atividade. Num segundo momento as alterações são percebidas nas relações entre plantas espontâneas, insetos e populações de pragas para, finalmente ocorrerem mudanças na dinâmica e na ciclagem de nutrientes, na eficiência do uso da energia e, como consequência, na produtividade do sistema (Gliessman, 2000; Altieri, 2002).

Fatos como esses fazem com que a observação e a medida constante do nível dessas alterações sejam muito importantes pois através desse acompanhamento o agricultor além de poder avaliar a eficiência do processo de transição, terá referências e elementos para avaliar a sustentabilidade do sistema de manejo que se está utilizando.

Considerando a complexidade do processo de transição, o qual envolve muitas mudanças na condução do sistema de manejo utilizado pelo agricultor, algumas regras podem ser utilizadas para balizar todo o processo de mudança.

Incluem-se entre outras, a reciclagem de nutrientes, a utilização de fontes renováveis de energia, a eliminação do uso de insumos externos sintéticos, o manejo (e não o controle) de pragas, doenças e ervas espontâneas, o restabelecimento das relações, combinações e adaptações biológicas passíveis de ocorrer e de realizar na própria unidade de produção, a valorização da saúde do ecossistema como um todo, a valorização e a manutenção dos recursos naturais renováveis.

Em resumo, incorpora-se o ideal da sustentabilidade a longo prazo tanto no desenho quanto no manejo do ecossistema agrícola. A integração desses princípios gera uma ação sinérgica no sistema de produção e um conjunto de relações na unidade de produção capaz, posteriormente, de desenvolver propriedades emergentes dos ecossistemas agrícolas, tais como diversidade, resiliência e autonomia, entre outras (Gliessman, 2000).

Segundo Altieri (2002), é a Agroecologia que fornece uma abordagem e diretrizes para o desenvolvimento de um sistema de produção agrícola diversificado, produtivo e adequado não só do ponto de vista ambiental, como também do ponto de vista da preservação das estruturas sociais de diferentes comunidades rurais.

Para isso é preciso que o sistema de produção, ao superar os difíceis caminhos da transição, se materialize em práticas que reduzam o uso de insumos oriundos da matriz energética do petróleo, que reduzam ou minimizem as perdas de água e nutrientes, que

estimulem a produção local de alimentos, mantenham a produção com a preservação dos recursos naturais e que melhorem as relações custo/benefício de modo a viabilizar economicamente a agricultura familiar.

A transição precisa ser compreendida, embora resgate todo um acervo cultural da agricultura tradicional, como um processo de construção do conhecimento fortemente alicerçado na ciência, mas com uma nova leitura de realidade, com respeito e aceitação do conhecimento localmente desenvolvido pelo agricultor, e não pela desconsideração, tal como ocorre no paradigma produtivista.

Essa é a base para um novo conjunto de relações que se estabelece para o agricultor no processo de transição, contemplando as etapas de conscientização, avaliação, experimentação e adoção (Costabeber, 1999; Gliessmann, 2000; Morgan & Murdoch, 2000).

Costabeber & Moyano (2000) consideram a atividade agrícola desenvolvida em base ecológica, como fundamental para que o Desenvolvimento Rural possa ser sustentável, e essa tem se constituído num importante instrumento de luta para que o segmento da agricultura familiar possa se contrapor a exclusão econômica e social e a degradação ambiental geradas pelo atual modelo de desenvolvimento.

Investigar as novas formas de produzir dos agricultores que romperam com o paradigma dominante do atual modelo agrícola brasileiro implica procurar compreender não apenas o significado da mudança de comportamento, mas, também, o difícil processo de transição por que passam esses agricultores.

2.4 Agroecossistemas, sistemas de produção e sistemas de manejo

No método científico convencional, a atividade agrícola tem sido, invariavelmente, considerada dentro de uma visão fragmentada do conhecimento, existindo diferentes pontos de vista por parte de agrônomos, veterinários, zootecnistas, engenheiros florestais e economistas; e uma visão compartimentalizada em cada uma das áreas de atuação desses profissionais das ciências agrárias.

A pesquisa agrônômica foi, por longos anos, desenvolvida, em sua totalidade, em base monodisciplinar, em campos como nutrição mineral e fisiologia das plantas, controle de pragas, doenças e invasoras pelo uso de pesticidas e com um eixo central voltado para a produtividade, costumeiramente avaliada a partir do controle dessas variáveis.

Esse pensamento atomístico da atividade agrícola, ainda hoje é dominante no mundo acadêmico vinculado às ciências agrárias.

Trabalhos mais recentes têm demonstrado que a eficiência desses fatores, isoladamente controlados, é fortemente influenciada por outras variáveis, quando são integradamente analisados. Por isso, a ênfase na pesquisa com enfoque sistêmico tem sido incrementada, com o propósito de melhor compreender o agroecossistema como um conjunto indissociável e indivisível (homem - animal - recursos naturais) e suas inter-relações (internas e externas), procurando identificar os fatores restritivos ao seu desenvolvimento. Análises interdisciplinares são, portanto, fundamentais para essa compreensão; e a abordagem sistêmica tem sido desenvolvida para dar suporte a esses estudos (IAPAR, 1997).

O agricultor, ao contrário, não é um especialista; e a visão que tem de seu sistema de produção é integral e integrada, tendo esse todo uma concepção que ultrapassa a simples soma das partes. Para compreender-se como atuam os agricultores e de que maneira tomam suas decisões, é preciso conhecer o significado da atividade agrícola de forma holística e para isso é fundamental que uma nova abordagem, integrando conhecimentos, seja aplicada para compreender e avaliar os efeitos de diferentes tecnologias em sistemas agrícolas e suas comunidades, deixando-se de lado a visão puramente tecnicista e cartesiana da agricultura (Reijntjes, et al., 1995; Guzman Casado et al., 2000; Kropff et al., 2001).

Esse é um dos fundamentos pelos quais têm-se procurado inserir os princípios do pensamento sistêmico em investigações que buscam compreender o conjunto de procedimentos e práticas utilizadas pelos agricultores, em sua atividade de produção.

Um sistema pode ser definido como um conjunto de elementos, ligados entre si por determinadas relações, que operam juntos com um propósito comum, formando um todo organizado. Pode ser aberto, quando existem trocas de matéria, energia e informações com seu meio ambiente; e nesse caso os organismos podem atingir um estado de equilíbrio, que depende em geral dos contínuos processos de troca, havendo alto grau de ordem no sistema. Mas pode também ser fechado, ocorrendo alta entropia (Hart, 1979; Santos, 1995).

O estudo do pensamento sistêmico surgiu na década de 20, ocorrendo simultaneamente em vários campos do conhecimento. Enfatizava-se a concepção de organismos vivos como totalidades integradas e a mudança do paradigma mecanicista para o ecológico ocorre em diferentes formas e velocidades. A difusão das idéias

desenvolvidas pelos biólogos organicistas, durante esse período, contribuíram sobremaneira para esse novo modo de pensar. De acordo com essa visão, as propriedades essenciais de um organismo ou sistema vivo são propriedades de um “todo”, que nenhuma das partes têm, sendo denominadas “propriedades emergentes” ou “não redutíveis” pois aparecem à medida que os componentes de um sistema combinam-se para produzir outro maior, e de mais complexidade, não estando presentes no nível inferior de organização, só podem ser observadas a partir de uma nova função (Santos, 1995; Capra, 1996).

Segundo Hart (1979), todo sistema apresenta em sua composição os componentes, que são os seus elementos básicos, a estrutura, produto das interações desses componentes, os fluxos, representados pelas entradas e as saídas e os seus limites, os quais, muitas vezes são de difícil definição.

Foi com o biólogo organísmico Ludwig von Bertalanffy que teve início a formulação dos princípios de organização dos sistemas vivos. Seu primeiro trabalho data de 1940 e é intitulado “Organismo Considerado Como Sistema Físico”. No entanto, duas décadas antes, Alexander Bogdanov desenvolveu uma teoria, chamada “Tectologia” (ciência das estruturas), que tinha como principal objetivo “*esclarecer e generalizar os princípios de organização de todos os seres vivos e não-vivos*”. Foi a primeira tentativa da ciência na formulação sistemática dos princípios de organização que operam em sistemas biológicos e não biológicos.

Bertalanffy, estudando a substituição dos fundamentos mecanicistas da ciência pela visão holística, impulsiona a teoria geral sobre sistemas, anunciando uma nova visão de mundo, partindo da premissa que os sistemas biológicos compreendem uma ampla gama de fenômenos, envolvendo organismos (individualizados e suas partes), sistemas sociais e ecossistemas. Acreditava que uma teoria geral dos sistemas daria a base conceitual que permitiria unificar as disciplinas científicas que foram fragmentadas no mecanicismo (Capra, 1996).

Já o conceito de produção - ato ou efeito de produzir- está relacionado ao conjunto de procedimentos que o homem utiliza, associado ao capital e à técnica, resultando num processo que permite a transformação de recursos (insumos) em bens e serviços (Ferreira, 1988; Palomino, 1995).

Um sistema de produção pode ser definido como “*um processo planejado pelo qual os elementos são transformados em produtos úteis, isto é, um procedimento organizado para se conseguir a conversão de entradas (insumos) em saídas*”

(produtos)” , podendo essas, dependendo da natureza do sistema, serem consideradas novamente “entradas”(Riggs, 1993 citado por Palomino, 1995).

Um agroecossistema pode ser considerado como um subsistema dos sistemas ecológicos pois apresenta um componente vivo, além de ser constituído de pelo menos uma população com utilidade agrícola. Corresponde a uma parcela de terra utilizada com um determinado sistema de produção, constituído por um conjunto ordenado de atividades, manejadas de tal forma que propiciem respostas ao entorno físico, biológico e socioeconômico, de acordo com os objetivos, preferências e recursos dos agricultores. Suas principais características são a produtividade, a estabilidade, a sustentabilidade e a equanimidade (Conway, 1993).

Os agroecossistemas são ecossistemas de características intermediárias entre aqueles de mínimo impacto - os naturais - e os de máxima ação antropológica - aglomerados humanos urbanizados. Suas peculiaridades estão relacionadas ao uso de energia humana, animal e gerada por combustíveis, a sua pequena biodiversidade, ao processo de seleção, que é artificial, e pela presença de um sistema de controle externo. Essas características os diferenciam fortemente dos ecossistemas naturais (Hart, 1979; Odum, 1988; Reijntjes, et al., 1995; Altieri, 2002).

Os ecossistemas agrícolas que são considerados sustentáveis, embora tendam a imitar a alta diversidade de espécies, a resiliência e a autonomia dos ecossistemas naturais, apresentam, contudo, rendimentos ainda considerados inferiores aos de sistemas agrícolas convencionais (Gliessman, 2000). Para o autor, essa situação é decorrente de variações que ocorrem, anualmente, na natureza; mas que é compensada pelo fato de existir uma menor dependência externa e pela minimização dos impactos ao ambiente quando um sistema agrícola é desenvolvido com o objetivo da sustentabilidade. Enfatiza, ainda, que quanto maior a similaridade estrutural e funcional de um ecossistema agrícola, com um natural, existente na mesma região biogeográfica, maior a possibilidade de este ser sustentável e sendo esse princípio verdadeiro, valores que podem ser mensurados e observados nos ecossistemas naturais, podem ser utilizados como valores limites ou valores referência na descrição ou delineamento do potencial ecológico existente para o manejo e desenho dos sistemas agrícolas, numa determinada área. Portanto, é tarefa da pesquisa agrícola definir o quanto desses valores é significativo para que o sistema possa ser considerado sustentável.

A pesquisa agropecuária com o enfoque sistêmico, identifica e analisa não só os componentes mas também o agroecossistema como um todo (solo, homem, planta e

animal), reconhece as interações de seus componentes, dentro e fora do sistema, no processo de transformação dos insumos em produtos, procurando identificar os fatores restritivos ao desenvolvimento do mesmo e assume a hierarquia dos sistemas, mediante a qual cada sistema pode ser um subsistema de um outro maior, de maior complexidade (FAO, 1991; IAPAR, 1997).

Spedding (1975), citado por Saravia (1983), afirma que são muitos os critérios que podem ser utilizados para classificar os sistemas agrícolas, mas que seu propósito talvez seja um dos mais importantes, como por exemplo, sistemas de produção de carne, de leite, de frutas, de olerícolas, entre outros. Todos eles, no entanto, deveriam incluir um objetivo, um limite físico, um contexto, seus componentes, as interações, os recursos, os insumos, os produtos e o subprodutos.

Em termos mais sucintos, um sistema de produção agrícola é um processo mediante ao qual os insumos (tais como sementes e fertilizantes), a terra, a mão-de-obra, os bens de capital, os recursos financeiros e os procedimentos administrativos são convertidos em produtos, como milho, feijão, verduras, carne e leite, o qual está condicionado pela quantidade dos recursos existentes, pela habilidade e conhecimento do agricultor, pelo ambiente físico, pelo ambiente sócio-político-institucional (FAO, 1991).

Já a expressão sistema de manejo, muitas vezes empregada como sinônimo de sistema de produção agrícola, tem um significado mais restrito; e é empregada para caracterizar, fundamentalmente, o conjunto de práticas agrícolas relacionadas ao manuseio do solo, da cobertura vegetal e da água, desenvolvidas pelo agricultor e empregadas para a obtenção de produtos vegetais e/ou animais, sendo, portanto, um componente do sistema de produção (Reijntjes, et al., 1995).

Para Masera et al. (1999), os ecossistemas naturais ao serem modificados pelo homem, se tornam artificializados. Os vários processos envolvidos nessa transformação, são conduzidos no sentido da obtenção de produtos agrícolas. Esses ecossistemas que sofrem esse tipo de ação antropogênica são denominados de “Sistemas de Manejo ou Agroecossistemas”.

A luz da presente revisão, constata-se uma certa desuniformidade entre os conceitos de agroecossistemas, sistemas de produção e sistemas de manejo, havendo, no entanto, uma convergência entre diferentes autores quando são apresentadas as características das diferentes práticas e procedimentos que são empregadas em modelos

agrícolas desenvolvidos com bases ecológicas (Reijntjes et al., 1995; Altieri, 1998; Gliessman, 2000; Guzman Casado et al., 2000; Altieri, 2002).

Considerando a necessidade de uniformizar a terminologia e considerando que a adoção de uma ou outra expressão não acarretará prejuízos à presente pesquisa, assumir-se-á doravante, neste trabalho, a expressão “Sistemas de Manejo” para designar o conjunto de práticas e procedimentos que os agricultores utilizam, dentro de um determinado espaço físico, com entradas e saídas de energia, para produzirem produtos de origem vegetal e animal. Um sistema de manejo, assim entendido, é um componente de um sistema de produção desenvolvido nos limites de um agroecossistema.

O estabelecimento de relações para identificar coerências, identidades, convergências, contradições e limites entre diferentes sistemas de produção e/ou destes com princípios e características de sistemas de produção de base ecológica, tem sido desenvolvido através do método comparativo (Altieri, 1998; Rigby & Cáceres, 2001; Morgan & Murdoch, 2000).

Tanto a caracterização de um sistema de manejo como a de um dado sistema de produção agrícola são procedimentos fundamentais para que se possa avaliar a Qualidade do Solo como indicador de sustentabilidade e para estabelecer relações e comparações destes com as características de agroecossistemas sustentáveis.

2.5 Motivações e percepções dos agricultores: a importância da pesquisa qualitativa

A identificação das motivações que os agricultores da ARPA-SUL tiveram para produzir com modelos de bases ecológicas e o conhecimento de suas percepções sobre um solo sadio ou de boa qualidade se revestem da mais alta importância para atender aos objetivos do presente trabalho.

Para Chauí (2002), a percepção “*é o conhecimento sensorial de configurações ou de totalidades organizadas e dotadas de sentido e não uma soma de sensações elementares, é sempre uma experiência dotada de significação, isto é, o percebido é dotado de sentido e tem sentido em nossa história de vida, fazendo parte de nosso mundo e de nossas vivências*”.

A investigação qualitativa desses fatos, utilizando métodos que enfatizem a descrição, a indução e o estudo das percepções pessoais, possibilita a qualificação de determinados fenômenos ou objetos que se está estudando, sendo possível definir-se a concepção teórica da realidade, podendo-se, nessa fase, construir modelos, definir

variáveis que são mais relevantes, coletar, analisar e interpretar dados, definir leis e teorias (Bogdan & Biklen, 1994).

As técnicas qualitativas de pesquisa se orientam no sentido de captar, concreta e compreensivamente, as experiências e informações advindas dos pesquisados, a fim de que se possa analisar e interpretar os aspectos que de modo significativo diferenciem a conduta e as representações dos sujeitos que estão sendo investigados (Canuto, 1998).

Segundo Lüdke & André (1986) e Bogdan & Biklen (1994), a pesquisa qualitativa apresenta cinco características que são consideradas básicas para o delineamento nesse tipo de estudo: o ambiente natural como fonte direta dos dados, sendo o investigador seu principal instrumento, o tipo de informação coletada, predominantemente descritiva, o maior interesse no processo do que no produto, por parte do pesquisador, a tendência por seguir um processo indutivo na análise das informações e a maior valorização ao significado que os agricultores atribuíram às suas experiências e às suas vidas.

Entrevistas e questionários são considerados como técnicas de observação direta pelo fato de estabelecerem um contato efetivo com as pessoas envolvidas no problema investigado e são importantes instrumentos para a verificação de fatos e de crenças quanto aos fatos, para a verificação de sentimentos, para a descoberta de padrões de ação, para estudo de comportamento presente ou passado, das razões conscientes frente a crenças e sentimentos (Thiollent, 1985).

Um ponto importante na pesquisa com abordagem qualitativa está relacionado à ética da investigação, fundamental na relação pesquisador-sujeito. Nesse sentido, Bogdan & Biklen (1994) ressaltam dois aspectos que devem acompanhar esse tipo de trabalho: o consentimento informado e a proteção dos sujeitos contra qualquer tipo de dano. Essas pré condições assegurariam uma participação consciente dos sujeitos que estariam devidamente esclarecidos sobre a natureza do estudo, os riscos e obrigações nele contidos.

A entrevista, como instrumento de captação de dados e informações para um determinado projeto de pesquisa, deve contemplar um diálogo interessado, sob orientação do entrevistador. Através dela, objetiva-se colher informações sobre o comportamento e a consciência dos sujeitos que estão sendo investigados, detentores de informações importantes que não estão disponíveis em registros ou outras fontes documentais e que, ao serem repassadas ao pesquisador, podem encaminhar questões fundamentais sobre o tema tratado. Por isso, ouvir atentamente aquilo que as pessoas dizem, como se cada palavra fosse desvendar o mistério que é o modo de cada sujeito

olhar para o mundo, não hesitando nunca de pedir uma outra explicação, sempre que a que for dada, em primeiro lugar, não lhe for compreensível, é fator primordial para o êxito da entrevista (Cervo & Bervian, 1983 ; Bogdan & Biklen, 1994; Colognese & Mélo, 1998).

Segundo Alonso (1994), a entrevista aberta, como técnica de pesquisa social, “*é útil no sentido da obtenção de informações de caráter pragmático, isto é, em saber como os sujeitos atuam e reconstituem o sistema de representações sociais em suas práticas individuais*”. Ela não se localiza simplesmente no “*campo da conduta ou da lingüística,*” mas num espaço intermediário no qual encontra seu pleno rendimento metodológico ou seja o “*dizer do fazer*”, baseado fundamentalmente no fato de que o “*falar com os interlocutores a respeito do que fazem e do que são é o primeiro passo de todo estudo etnográfico*”.

Para o referido autor, a utilização da entrevista pressupõe que o tema a ser tratado será analisado através da experiência que um certo grupo de indivíduos possui, na condição de sujeito e produtos da ação estudada.

Essa experiência, segundo Canuto (1998), é fundamental para que a questão da subjetividade das opiniões, decorrentes de interpretações individuais de cada entrevistado ou de concepções que estão relacionadas à sua realidade, não se tornem obstáculos ao estudo em desenvolvimento.

As motivações dos agricultores para trabalharem num novo paradigma de produção e suas percepções sobre o significado de um solo sadio ou de boa qualidade, podem ser identificadas e conhecidas pela aplicação de entrevistas, questionários e formulários, técnicas que se constituem em instrumentais valiosos para captação dessas informações.

O emprego dessas técnicas para identificar e caracterizar sistemas de produção e de manejo, para conhecer os motivos pelos quais agricultores familiares têm aderido à produção agroecológica de alimentos e para o desenvolvimento de pesquisas que visam à construção de métodos de avaliação da qualidade do solo, através da participação dos agricultores, pode ser constatado nos trabalhos de Harris & Bezdicek (1994), Zimmerer (1994), Romig et al. (1995), Ramírez & Martínez (1995), Grossmann (1996), Romig et al. (1996), Lima et al. (1999), Huffman et al. (2000), Lefroy et al. (2000), Murage et al. (2000), Malagodi & Quirino (2000), Zonin et al. (2000) e Pereira (2001).

2.6 Qualidade do Solo e sustentabilidade.

Diferentes metodologias e indicadores têm sido utilizados para a medida da sustentabilidade em ecossistemas agrícolas, incluindo parâmetros ecológicos (Gliessman, 2000), medidas de produtividade, envolvendo a relação custo benefício (Lal, 1999), ou mesmo através de um sistema de classificação interpretativa de uso do solo (D'Agostini & Schlindwein, 1998).

Um dos trabalhos mais abrangentes sobre metodologias de avaliação da sustentabilidade é El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), o qual utiliza uma estratégia de análise integral dos sistemas de manejo, incluindo aspectos ambientais, econômicos e sociais (Maser et al., 1999).

No método Indicadores de Durabilidade de Explorações Agrícolas (IDEA), desenvolvido pelo Ministério da Agricultura e da Pesca da França, a concepção de agricultura durável, que tem o mesmo significado de agricultura sustentável, está alicerçada em três funções indissociáveis: a econômica, com o objetivo de produzir bens e serviços; a ecológica, destinada à gestão do meio ambiente; e a social, relacionada à sua condição de ator do mundo rural (Vilain, 1999).

A avaliação das condições do solo, de forma sistematizada e como elemento que dá sustentação a atividade do homem na agricultura, data de longo tempo.

Klingbiel & Montgomery (1961) desenvolveram uma das primeiras e mais importantes classificações com base na avaliação da capacidade de uso das terras, ainda hoje utilizada, seja na sua estrutura original ou adequada, quando se deseja conhecer o potencial das terras para fins agrícolas ou para planejamentos que visam o desenvolvimento rural.

Esse sistema de avaliação tem como objetivo central definir qual a capacidade máxima de uso da terra, sem que ocorram riscos de degradação, notadamente em relação à erosão do solo, razão pela qual, foi largamente utilizado em planejamentos com fins conservacionistas.

Para avaliar essa capacidade um conjunto de características do solo, entre os quais textura, drenagem interna, profundidade efetiva, fertilidade e alguns atributos da terra, como erosão e declividade, são geralmente mensurados a campo e a partir da interpretação conjunta dos resultados dessas avaliações, é possível indicar, pela classificação das terras, que tipo de uso agrícola é mais racional à uma determinada

gleba. Esse procedimento é caracterizado pelo enquadramento das performances dos atributos avaliados numa das sete classes de capacidade de uso que compõe o sistema.

Mesmo que não trabalhassem à época com o conceito de sustentabilidade, a idéia os referidos autores já sinalizava para a necessidade de se considerar integralmente o recurso solo e inserir seus estudos num contexto da preservação e manutenção desse recurso natural para as gerações futuras.

Estruturas semelhantes, desenvolvidas a partir dos fundamentos básicos do Sistema de Avaliação da Capacidade de Uso da Terra, foram, posteriormente, apresentadas por autores como Sombroek (1969), FAO (1976), D'Agostini & Schlindwein (1998).

Trabalhos realizados mais recentemente, com vistas a fornecer subsídios ao planejamento do uso da terra, trazem em seu bojo muitos dos princípios até então considerados e incorporam novos conceitos que atendem melhor as demandas de um novo padrão de agricultura.

Essas nova idéias, articuladas em torno de um ideal de agricultura sustentável, foram sistematizadas em estruturas e procedimentos que visam acompanhar a variação da qualidade e da degradação das terras agrícolas como subsídio à tomada de decisões em planejamentos agrícolas, avaliações da sustentabilidade de sistemas de manejo e para monitoramento ambiental.

Ressalta-se nessa perspectiva o uso do conceito “terra” para dar um sentido muito mais amplo a investigação, pois além de contemplar o conceito de solo, abriga, também, as condições da paisagem, do clima, dos aspectos hidrológicos, de vegetação, da fauna, integradamente, além de benfeitorias, práticas de controle à erosão, obras de drenagem, entre outras.

Trabalhos com essa abordagem, utilizando os mais variados tipos de indicadores, como disponibilidade de nutrientes, matéria orgânica, salinidade, erosão, cor do solo, diversidade de cultivos, crescimento das culturas, aparência da planta, produtividade precipitação pluviométrica anual, resíduos de cultivos, disponibilidade de mão-de-obra, viabilidade econômica, relação produtividade atual/produtividade potencial foram desenvolvidos por Bockstaller et al. (1997), Bouma & Droogers (1998), Bindraban et al. (2000), Dumanski & Pieri (2000), Huffman et al. (2000), Lefroy (2000), Mandal et al. (2001) e Bouma (2002).

A Ciência do Solo, principalmente a partir de meados da década de 90, tem subsidiado o desenvolvimento de novos conceitos e de novas compreensões sobre as

funções que o recurso solo desempenha em ecossistemas agrícolas, notadamente naqueles em que são desenvolvidos modelos de agricultura que têm como objetivo uma produção ecologicamente equilibrada, socialmente justa e economicamente viável, para que sua avaliação possa ser feita de maneira integrada e integral.

Seu estado geral, avaliado em função de um conjunto de atributos, pode evidenciar tanto sua capacidade presente quanto futura para sustentar uma produção agrícola submetida a diferentes sistemas de manejo.

As demandas de uma sociedade que busca um novo modelo de desenvolvimento rural e de uma agricultura fundada em princípios de sustentabilidade, fizeram com que as concepções tradicionais da função do solo fossem repensadas e a visão de que o solo era apenas um meio importante para o crescimento das plantas ou de que sua condição de fertilidade era dada, principalmente, pela produtividade das culturas, passaram a ser consideradas inadequadas (Romig et al. 1995; Beare et al., 2000; Doran, 2002).

Os conceitos de Qualidade e Saúde do Solo foram desenvolvidos como resposta à demanda de uma parcela significativa da comunidade científica, que reconheceu a necessidade de uma nova forma de pensar o ecossistema agrícola, atendendo, assim, a um novo enfoque da pesquisa agrônoma, que passa a ter a sustentabilidade da agricultura como um fim a ser alcançado.

Essas duas expressões têm sido com frequência utilizadas como sinônimos, de forma conjunta ou com significados diferentes, em vários tipos de publicações, desde aquelas de cunho eminentemente científico, até as destinadas a divulgar informações técnicas a profissionais que trabalham nos mais variados campos da agronomia ou mesmo em manuais práticos para uso de agricultores.

O uso independente dos referidos termos tem demarcado algumas posições diferenciadas. De modo geral, enquanto na academia há a preferência pela expressão “Qualidade do Solo”, agricultores utilizam, de modo geral, “Saúde do Solo” ao fazerem referências à capacidade desse recurso para desempenhar suas funções no agroecossistema em que está inserido.

Alguns pesquisadores, no entanto, têm a preferência pela terminologia “saúde”, em substituição a “qualidade”, justificada pelo fato daquela expressão representar mais claramente o solo como um organismo vivo e dinâmico e não como um corpo inanimado, depositário de sementes e adubos (Harris & Bezdicek, 1994; Acton & Gregorich, 1995; Doran et al., 1996; Bowman, 2000; Herrick et al., 2002).

Essa concepção pode ser representada pelo conceito que Doran et al. (1996)

desenvolveram sobre Saúde do Solo, a qual significa a contínua capacidade do solo para atuar como um vital sistema vivo, em diferentes ecossistemas, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade da água e do ar e promovendo a saúde da planta, do animal e do homem. Os autores acreditam, embora utilizem em muitos trabalhos, simultaneamente essa expressão como sinônimo de Qualidade do Solo, que aquela retrata, com mais clareza, a idéia de solo como elemento vivo, com interações entre suas características e atuando de forma holística no ecossistema.

O fato é que a caracterização da Qualidade do Solo, a partir de trabalhos desenvolvidos exclusivamente a partir do saber acadêmico tem um foco direcionado, fundamentalmente para atributos quantitativos e são, invariavelmente, interpretados analiticamente.

Já o desenvolvimento de trabalhos com a participação efetiva de agricultores, tem seu eixo voltado para atributos descritivos analisados com ênfase em aspectos qualitativos, fundados em juízos de valor e, sobretudo, levando em consideração não só aspectos do solo, mas também condições das plantas, da água e do ambiente, numa avaliação integral e integrada de um conjunto de atributos relacionados entre si, reproduzindo, de certa forma, a própria visão que o agricultor tem do agroecossistema (USDA, 2001).

Os termos saúde e qualidade têm sido, também, utilizados juntos como uma única expressão, caracterizando a condição do solo dentro de determinados limites de uso da terra, de paisagem e de condições climáticas, para proteger a qualidade da água e do ar, sustentar a produtividade e a qualidade vegetal e animal e promover a saúde humana (Harris et al., 1996).

Assim, independentemente de como as expressões são utilizadas, há praticamente um consenso entre os cientistas que as adotaram nas concepções de suas pesquisas, sobre o que elas significam e sobre a importância de suas avaliações no contexto de uma atividade agrícola, como um indicador de sustentabilidade, capaz de fornecer importantes subsídios ao desenvolvimento de sistemas de manejo que contribuam para um modelo agrícola estável, duradouro e produtivo, intimamente relacionado à natureza.

Isso pode ser comprovado nos trabalhos apresentadas por Doran & Parkin (1994), USDA (1996), Karlen et al. (1997) e Brady & Weil (1999), os quais conceituam Qualidade do Solo como a capacidade que um determinado tipo de solo apresenta, em ecossistemas naturais ou em agroecossistemas, para desempenhar uma ou mais funções

relacionadas à sustentação da atividade, da produtividade e da diversidade biológica, a manutenção da qualidade do ambiente, a promoção da saúde das plantas e dos animais e a sustentação de estruturas sócio-econômicas e de habitação humana.

Há, no entanto, ainda que com pouca representatividade, alguns questionamentos sobre a utilização da Qualidade do Solo como indicador de sustentabilidade, os quais podem ser sintetizados pelas posições de Herrick (2000). Manifesta o autor sua inquietação pelo fato de serem poucas as situações em que a avaliação desse atributo é conduzida com essa finalidade e apresenta cinco questões que poderiam incrementar as pesquisas e motivar um maior número de cientistas que trabalham na ciência do solo a direcionarem suas pesquisas para esse campo: a identificação das relações do solo com o ecossistema do qual faz parte, a utilização de indicadores que possam mais fortemente apresentar respostas aos freqüentes distúrbios que o solo é submetido, o incremento do monitoramento dos sistemas de manejo, a integração da qualidade do solo com outros indicadores biofísicos e socioeconômicos e, finalmente, ao estudo do solo no contexto da paisagem onde está inserido. Conclui seu trabalho afirmando que estudos da qualidade do solo precisam ser desenvolvidos com essa perspectiva, pois, isoladamente, ainda que necessário, não são suficientes para indicar a sustentabilidade de um sistema de manejo.

Avaliar a Qualidade do Solo, no tempo presente, é medir seu desempenho para a função que está exercendo, não podendo ser determinada apenas pelo que as culturas produzem ou por qualquer outro resultado isoladamente. Dinamicamente, é avaliada verificando-se como essa capacidade poderá ser preservada ou melhorada, pensando na sua utilização pelas próximas gerações.

Esse monitoramento deve ser capaz de prover subsídios para que seja possível redesenhar o sistema de manejo, a partir de pontos críticos que possam estar existindo. Isso é fundamental quando se tem a sustentabilidade como um fim a ser atingido. Nesse sentido, é importante trabalhar com referências, fundamentadas em dados, observações e trabalhos de pesquisa que possam retratar a realidade do espaço físico estudado, quando do acompanhamento das variações das performances dos indicadores, para verificar com mais segurança, que tipo de tendência está ocorrendo com a Qualidade ou Saúde do Solo (Doran et al., 1996; USDA, 1996).

Mesmo que alguns posicionamentos evidenciem uma certa cautela sobre a presente temática, há uma idéia bastante consolidada e disseminada de que a medida da variação temporal da Qualidade ou Saúde do Solo, realizada de uma forma holística e

dinâmica, a partir de um conjunto de atributos, é um importante e poderoso indicador da sustentabilidade da agricultura, podendo ser utilizada para verificar os efeitos de sistemas alternativos de manejo em comparação com sistemas convencionais ou comparar sistemas de manejo com ecossistemas naturais, entre outras aplicações.

Para Doran & Parkin (1994), o manejo das terras só é sustentável quando pelo menos mantém a qualidade dos recursos naturais e o monitoramento das condições gerais do solo proporciona subsídios importantes para a avaliação da sustentabilidade de um sistema de produção e isso é possível de se verificar, detectando-se as mudanças nos componentes ou indicadores dinâmicos da Qualidade ou Saúde do Solo.

Além disso, permite identificar problemas em áreas de produção, realizar estimativas realísticas da produção de alimentos, monitorar alterações na qualidade ambiental e subsidiar a formulação de políticas públicas para o desenvolvimento de modelos agrícolas sustentáveis (Doran & Zeiss, 2000).

A compreensão do significado de “Qualidade do Solo” implica em manejar esse recurso corretamente, dentro de sua capacidade, e não deixá-lo degradado para as gerações futuras, o que vai ao encontro dos princípios da sustentabilidade.

O acompanhamento das possíveis variações da capacidade do solo em exercer determinadas funções no agroecossistema, frente a diferentes sistemas de manejo e escalas temporais, pode ser feito de três maneiras: medindo-a periodicamente, ao longo do tempo, comparando o desempenho dos indicadores escolhidos com valores de referência ou, preferentemente, comparando o desempenho desses indicadores com suas performances em ecossistemas naturais, localizados nas mesmas condições do solo avaliado.

Essa última alternativa seria a melhor maneira de verificar qual a tendência de evolução da Qualidade ou Saúde do Solo e quais as suas perspectivas no sentido de evoluir para uma condição de estabilidade no ecossistema. E isso é possível quando se avalia um conjunto de indicadores, integradamente, que são suscetíveis às modificações que diferentes práticas de manejo podem causar ao recurso solo. Por isso, ao selecionar-se os indicadores é fundamental que sejam descritores dinâmicos evitando-se, assim, aqueles de comportamento estático ou que sejam mutáveis apenas a longo prazo. Esse tipo de comparação possibilita a investigação se um sistema de manejo está mantendo, melhorando ou reduzindo a capacidade original do solo estudado (Doran & Parkin, 1994; Larson & Pierce, 1994; Harris et al., 1996; Karlen et al., 1997; USDA, 1998b; Pinzari et al., 1999; USDA, 2001; Doran, 2002; Santana, 2002).

Do ponto de vista agrícola e de sustentação da vida animal, a Qualidade do Solo é avaliada a partir da análise de um conjunto de indicadores que podem ser visuais, físicos, químicos e/ou biológicos, que exercem maior influência no crescimento e desenvolvimento de uma dada cultura e que sejam mais sensivelmente afetados pelas práticas de manejo.

É importante, também, que os indicadores apresentem características como facilidade de mensuração, aplicabilidade em diferentes escalas, capacidade de integração, adequação ao nível de análise da pesquisa, condição de ser utilizado no maior número possível de situações, sensibilidade às variações de manejo e clima e medidos por métodos quantitativos e/ou qualitativos, dando-se preferência a esses últimos, quando se trabalha diretamente com os agricultores. Além disso, questões como tempo disponível para o trabalho que será desenvolvido, disponibilidade de recursos financeiros, materiais e humanos, a existência de dados em séries históricas, o conhecimento prévio das condições do solo, são também importantes ao se definir os indicadores (Doran & Parkin, 1994; Karlen & Stott, 1994; Doran et al., 1996; Karlen et al., 1997; Lal, 1999; Maser et al., 1999; Guzmán Casado, 2000; Schoenholtz et al., 2000; USDA, 2001; Nortcliff, 2002).

A seleção dos indicadores, sejam eles avaliados qualitativa ou quantitativamente, deve ser feita fazendo-se uma rigorosa avaliação de suas relações, não apenas com a Qualidade ou Saúde do Solo, mas, também, identificando que relevância cada um deles apresenta para o ecossistema no qual o solo avaliado está inserido. Essa é uma questão ecológica que precisa ser permanentemente avaliada, no mais amplo contexto possível (Doran et al., 1996).

A avaliação plena de todos atributos e processos que ocorrem no solo não é viável e nem se justifica. Ao definir-se, no entanto, quais os atributos que deverão ser utilizados como indicadores da Qualidade do Solo, trabalhando no contexto da agricultura sustentável, é fundamental que se proceda dentro de uma visão não reducionista e de forma a escolhê-los a partir de critérios que possibilitem um maior número possível de pessoas acessá-los e compreendê-los.

Previamente a escolha do conjunto básico dos indicadores é importante ter uma idéia clara para qual ou quais funções o solo terá sua capacidade avaliada. Além disso, em trabalhos que envolvem diretamente os agricultores é imprescindível que se conheça qual a percepção que eles têm não só sobre o significado de Qualidade ou Saúde do

Solo, como também sobre quais indicadores utilizam para sua avaliação, para que, posteriormente, sejam definidos quais e quantos serão utilizados.

Para Lal (1999), a escala temporal para avaliação de características e processos do solo é muito importante na avaliação de sua qualidade, pois enquanto alguns atributos sofrem forte variação num curto espaço de tempo (compactação, por exemplo, que pode ocorrer durante um único ano agrícola), outras têm sua performance modificada após vários anos de utilização do solo (erosão e declínio da fertilidade, por exemplo que, salvo em situações especiais, precisam de espaços superiores a cinco anos para se exteriorizar no solo).

Por tudo isso, a definição dos atributos do solo que serão utilizados como indicadores é uma das etapas mais importantes do processo de avaliação da Qualidade ou Saúde do Solo e uma escolha criteriosa e afinada com as funções do solo no ecossistema agrícola, representa um passo decisivo para o êxito do trabalho a ser desenvolvido.

Uma das primeiras e principais referências sobre indicadores é apresentada no trabalho desenvolvido por Larson & Pierce (1991), citados por Doran & Parkin (1994), onde o processo de avaliação da Qualidade ou Saúde do Solo é comparado com um exame médico em seres humanos, no qual determinados procedimentos básicos como medida da pressão arterial, temperatura do corpo, pulsação e alguns outros exames específicos de sangue, devem, necessariamente, ser tomados indicando minimamente, como está funcionando o sistema vital de quem está sendo avaliado.

Na avaliação da Saúde ou Qualidade do Solo, de maneira análoga, os autores afirmam que um mínimo de atributos deve ser analisado, para que indique como está a capacidade do solo para exercer uma dada função no ecossistema em que está inserido. Com essa premissa, propuseram como conjunto mínimo de indicadores os seguintes processos e atributos do solo: disponibilidade de nutrientes, carbono orgânico total, carbono orgânico lábil, tamanho de partículas, água disponível para as plantas, estrutura, compactação, profundidade máxima de raízes, pH e condutividade elétrica.

De modo muito semelhante, Doran & Parkin (1996) e Doran et al. (1996) propuseram as seguintes características físicas, química e biológicas como indicadores da Qualidade do Solo: textura, profundidade do solo, da camada arável e de raízes, densidade e infiltração, capacidade de retenção de água, matéria orgânica do solo, pH, condutividade elétrica, nitrogênio, fósforo e potássio extraíveis, carbono e nitrogênio

microbiano, nitrogênio potencialmente mineralizável, respiração, conteúdo de água e temperatura do solo.

Ao propor métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos, Lal (1999), sugere três conjuntos mínimos de indicadores da qualidade do solo, conforme a localização da área estudada seja em trópico úmido, semi-úmido/semi-árido e árido. Para trópico semi-úmido, por exemplo, sugere a avaliação dos seguintes atributos e processos: estrutura, densidade, compactação, pH, matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, erosão hídrica, salinidade e temperatura do solo.

Em estudos realizados no sentido de avaliar o efeito do uso da terra na qualidade do solo, comparando diferentes sistemas de manejo com ecossistemas florestais, Islam & Weil (2000) utilizaram como indicadores três tipos de atributos: a) físicos, incluindo densidade, porosidade total, capacidade de retenção, distribuição do tamanho de partículas e estabilidade de agregados; b) químicos, como pH, carbono total e orgânico, nitrogênio total e c) microbiológicos, ressaltando biomassa microbiana, respiração basal e diferentes quocientes metabólicos. Esse último tipo de atributos, segundo Chaer et al. (2000) são os indicadores que se mostram mais sensíveis para avaliar as mudanças na Qualidade do Solo decorrentes da aplicação de diferentes sistemas de manejo.

Arshad & Martin (2002), revisando trabalhos realizados na última década sobre indicadores da qualidade do solo e propondo linhas básicas para estabelecimento de limites críticos para indicadores chaves em agroecossistemas, sugerem a utilização dos seguintes atributos do solo, pela sua suscetibilidade as ações de manejo: profundidade, matéria orgânica, respiração, agregação, textura, densidade, infiltração e disponibilidade de nutrientes.

A possibilidade de padronização dos atributos do solo para fins de avaliação de sua qualidade, foi também objeto de investigação de Nortcliff (2002). No referido trabalho, o autor resalta a necessidade de se ter com clareza a definição de para que funções o solo terá sua capacidade avaliada, pois essa decisão é fundamental na seleção dos indicadores. Sugere ainda, o uso dos atributos físicos, distribuição de tamanho de poros, textura, densidade, tamanho e estabilidade de agregados, encrostamento superficial, compactação e profundidade, dos atributos químicos pH, salinidade, conteúdo de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, disponibilidade de nutrientes, concentração de elementos tóxicos e poder tampão, dos atributos biológicos população de micro, meso e macroorganismos, taxa de respiração e detalhamentos da matéria orgânica do solo e, finalmente, dos atributos visuais relacionados a erosão, na

forma de sulcos, superfícies escorridas, presença de escoamento superficial de água e crescimento deficiente das plantas, para avaliar-se a Qualidade do Solo.

Mesmo nos trabalhos de pesquisas mais ortodoxos, em que a avaliação da Qualidade do Solo como indicador de sustentabilidade, é proposta a partir de uma análise isolada de atributos (Nunes & Dias, 2002), não há muita discrepância na seleção dos indicadores utilizados. Invariavelmente estão relacionados às condições físicas, químicas, biológicas e visuais do solo sendo que os métodos de avaliação desses atributos, normalmente, são realizados em laboratórios, salvo em condições especiais determinadas pelos objetivos dos trabalhos.

A diferença está, substancialmente, na forma de avaliação da Qualidade do Solo e na presença ou não do agricultor no processo decisório. Enquanto nos trabalhos cujo enfoque da pesquisa é sistêmico, holístico, essa se dá de forma integral e integradora; naqueles que são desenvolvidos dentro de uma perspectiva reducionista, a concepção ainda é pela avaliação isolada dos indicadores.

Por outro lado, em metodologias com uma estreita relação entre pesquisador-agricultor, como por exemplo na pesquisa-participante, o conhecimento gerado pelo saber localmente desenvolvido é tão importante quanto o conhecimento acadêmico. Na perspectiva agroecológica esse é o momento em que a investigação científica se aproxima da realidade, fazendo com que o agricultor, ao emitir seu juízo de valor, participe ativamente na construção do conhecimento.

Para isso, deverá necessariamente haver uma mudança de enfoque tanto na seleção dos indicadores quanto no desenvolvimento de ferramentas para sua avaliação, para que possam ser acessíveis aos agricultores, embora permaneçam os cuidados de manter, tanto quanto possível, as características que os atributos e processos do solo devem apresentar para serem utilizados como indicadores.

Os agricultores não só apresentam grande interesse pela Qualidade ou Saúde do Solo, como desenvolvem um vasto conhecimento no sentido de compreender seu significado e de avaliar as modificações ocorrentes no solo frente ao sistema de manejo que utilizam. Essa postura é mais facilmente identificada entre aqueles agricultores que praticam uma agricultura tradicional ou que aderiram à prática de modelos agrícolas alternativos, e é dentro dessa sua realidade que ele procura compreender e repassar seu conhecimento sobre a capacidade que o solo de sua propriedade tem para exercer suas funções dentro do agroecossistema (Romig et al., 1995; Doran et al., 1996; Sarrantonio et al., 1996; Lefroy et al., 2000).

Um dos primeiros condicionantes na escolha dos indicadores é que eles sejam capazes de responder, num tempo relativamente curto, às variações impostas pelas práticas de manejo do solo, razão pela qual a Qualidade ou Saúde do Solo nessas condições é avaliada sempre do ponto de vista dinâmico, constituindo-se numa eficaz ferramenta para o estabelecimento das relações entre os sistemas de produção e as questões ambientais (USDA, 2001).

Abordagens dessa natureza são normalmente utilizadas por técnicos que atuam em cooperativas agrícolas, em extensão rural e por pesquisadores que desenvolvem investigações exploratórias, realizadas diretamente com os agricultores e que fornecem elementos para pesquisas que aprofundarão determinados temas trabalhados e utilizadas dentro das mesmas condições sociais, de clima, paisagem e solo inicialmente investigadas e possuem um valor inestimável, com múltiplos benefícios e aplicações, podendo seus resultados serem aplicados no monitoramento de modelos agrícolas, de questões ambientais, em planejamentos de uso da terra e na avaliação de sistemas de manejo.

E é por isso que a avaliação da Saúde do Solo deve ser feita de maneira integral e integrada, procurando respeitar, sempre que possível, o conhecimento gerado localmente pela experiência do agricultor, podendo os indicadores selecionados serem mensurados tanto quantitativa quanto qualitativamente. Nesse caso, pela presença da condição de subjetividade, é preferível que sejam avaliados pela mesma pessoa, ao longo do tempo, sendo simples e rapidamente executadas pelos agricultores sem a necessidade da presença do técnico (USDA, 1999; USDA, 2001).

Tal qual nas avaliações fundamentadas no “saber acadêmico”, há necessidade de se definir o conjunto mínimo de indicadores que darão a sustentação necessária à avaliação da Saúde ou Qualidade do Solo por parte dos agricultores, detentores de um saber “não acadêmico”. Nesse sentido, indicadores como presença de minhocas, atividade de organismos, cheiro e cor do solo, presença de resíduos orgânicos na superfície, presença de raízes, compactação, estrutura, agregação, porosidade, encrostamento superficial, infiltração, drenagem, erosão, retenção de água, profundidade e espessura de camada arável, facilidade de cultivo e desenvolvimento da planta são preferidos pela facilidade de mensuração e de compreensão por parte dos agricultores, que usando esses ou termos construídos pelas suas experiências, retratam o conhecimento que adquiriram, ao longo do tempo, sobre o solo e sua aptidão à produção agrícola. Avaliações dessa natureza precisam partir de um pressuposto que o método,

por mais que se dê um cunho científico à sua organização e elaboração, deve ser desenvolvido a partir do saber popular, e por isso, é construído basicamente por e para os agricultores (Garlynd et al., 1994; Romig et al., 1995; Romig et al., 1996).

A partir do reconhecimento de que a Qualidade ou Saúde do Solo é um indicador confiável da sustentabilidade de um sistema de produção, vários procedimentos têm sido desenvolvidos no sentido de poder mensurá-la numa determinada escala temporal e para as funções para as quais está sendo avaliada.

São três os principais enfoques utilizados para integrar indicadores: um quantitativo, outro qualitativo e um terceiro que combina os dois primeiros, ambos com vantagens e desvantagens. Testes estatísticos multivariados e índices agregados são usuais em técnicas quantitativas, enquanto que diagramas são utilizados em métodos qualitativos. A escolha de um deles vai depender dos propósitos da pesquisa e deve ser embasada no fato de proporcionarem resultados que possam subsidiar o agricultor no momento em que precisa tomar suas decisões sobre as alterações que se fazem necessárias no sistema de manejo que utiliza (Alvarenga & Davide, 1999; Masera et al. 1999; Sena et al., 2002).

Integrações quantitativas e mistas foram utilizadas no presente trabalho para avaliar os indicadores de forma conjunta, ambas fundamentadas em avaliações multicritérios de apoio à decisão (Masera et al. 1999; Ensslin et al., 2001). A existência de similaridades entre as diferentes glebas analisadas foram verificadas pela aplicação da Análise dos Componentes Principais e da Análise Hierárquica de Agrupamentos (Moreira et al., 1994).

Andrews et al. (2002) avaliando a performance de diferentes técnicas para integrar atributos do solo, em diferentes sistemas de produção, sugerem o uso de um pequeno número de indicadores, escolhidos de forma a atender cuidadosamente os objetivos da avaliação e a utilização de escores não linearizados para a construção de Índices de Qualidade do Solo. Esses procedimentos podem, segundo os autores, fornecer, adequadamente, informações para a seleção das melhores práticas de manejo dentro de um sistema de produção.

Um dos primeiros trabalhos desenvolvidos com essa abordagem foi o de Doran & Parkin (1994), que propuseram um índice de Qualidade do Solo que pudesse ser utilizado para verificar as potencialidades e limitações do solo no agroecossistema, considerando a produção sustentável, a qualidade ambiental e a saúde humana e animal.

A proposta dos autores partiu de um pressuposto que a Qualidade do Solo era função da produção de alimentos e fibra, da erosividade, da qualidade da água, tanto de superfície quanto do solo, da qualidade do ar e da qualidade dos alimentos, os quais seriam avaliados a partir de critérios específicos de verificação de suas performances dentro do ecossistema, com ponderações diferentes estabelecidas pela importância de cada elemento dentro da região onde o estudo se desenvolveria.

Larson & Pierce (1994) propuseram uma avaliação ou uma medida mais dinâmica da Qualidade ou Saúde do Solo relacionada com a sustentabilidade de um dado sistema de manejo através o monitoramento de indicadores, suscetíveis a variações temporais por ação de diferentes práticas agrícolas. Para isso propuseram o uso de Funções Pedotransfer, que são funções matemáticas que relacionam, entre si, indicadores para estimar as variações da Qualidade do Solo em relação ao tempo.

Estruturas com abordagens interpretativas também têm sido utilizadas na avaliação da qualidade do solo. Garlynd et al. (1994), a partir de uma caracterização descritiva e analítica da Saúde ou Qualidade do Solo, propuseram uma metodologia que pode ser utilizada em diferentes sistemas de manejo, em que os elementos descritivos são agrupados em categorias sensoriais ou perceptivas como sensação ao tato, cheiro, visão e sabor, enquanto os componentes analíticos são incluídos entre propriedades físicas, química, e biológicas do solo. A avaliação é feita comparativamente com solos que não fazem parte do ecossistema agrícola e as observações são apresentadas em questionários especificamente construídos para esse objetivo.

Um modelo para avaliação quantitativa da Qualidade do Solo fundamentado na abordagem da engenharia de sistemas, e usando como exemplo o processo de erosão hídrica e suas relações com a degradação do solo, foi proposto por Karlen & Stott (1994), partindo do pressuposto de que um solo de alta qualidade com relação a resistência à erosão deve apresentar características que promovam uma boa entrada de água, facilite a transferência e a absorção, resistência física à degradação e que sustente o crescimento das plantas.

O desempenho de cada indicador selecionado foi medido em diferentes níveis e em relação a cada uma dessas funções e ponderada a partir da importância que representa, para cada função e nível, através da abordagem de multi-objetivos, baseada em princípios de engenharia de sistemas. Os escores individuais, variando de 0 a 1, são multiplicados pelos respectivos pesos e os resultados são somados proporcionando um

índice geral de Qualidade do Solo, fundamentado num conjunto de indicadores físicos e químicos do solo.

A combinação de indicadores, ponderados pela sua relevância no estudo da Qualidade do Solo, num único índice cumulativo, também foi a base do trabalho desenvolvido por Lal (1999). O autor propõe, utilizando dez indicadores mais relevantes para o solo em estudo ou determinado tipo de uso da terra, um índice cumulativo compreendido entre 10 e 50 pontos para expressar o grau de sustentabilidade do solo ou do uso da terra. Cada indicador seria avaliado pela interpretação dos resultados das análises correspondentes (física, química, microbiológica ou visual), ponderando-os com valores de 1 a 5, conforme apresentassem, respectivamente: nenhuma, leve, moderada, severa e extrema limitação. Nesse sentido, o autor propõe para avaliar o grau de sustentabilidade do sistema de manejo ou do solo, a seguinte classificação: altamente sustentável, índice cumulativo menor do que 20; sustentável, entre 20 e 25; sustentável com alta taxa de insumos, entre 25 e 30; sustentável com outro uso da terra, entre 30 e 40; e não sustentável, com mais de 40 pontos.

Trabalhos mais recentes, utilizando combinação e integração de vários indicadores físicos e químicos, estabelecendo escores e ponderando performances, com o objetivo de construir ou adequar índices para serem utilizados na comparação de diferentes sistemas de manejo, para medir o desempenho de uma dada cultura ou para verificar a variação temporal da Qualidade do Solo, foram desenvolvidos por Hussain et al. (1999), Glover et al. (2000), Mandal et al. (2001), Andrews et al. (2002 a) e Sena et al. (2002).

Técnicas que misturam procedimentos quantitativos e qualitativos (gráficas ou mistas) para apresentar e avaliar integradamente indicadores têm sido utilizadas para o monitoramento da sustentabilidade de sistemas de manejo, para a avaliação da Qualidade do Solo ou mesmo para verificar o desempenho de atributos do solo isoladamente. Entre essas técnicas, destaca-se o emprego do gráfico tipo radial ou radar, que origina uma figura semelhante à do protozoário *Amoeba proteus* (Gomez et al., 1996; Masera et al., 1999; Girardin et al., 2000; Wander et al., 2002).

A avaliação integral e integrada de diferentes atributos do solo foi destacada por Hussain et al. (1999), ao desenvolver estudos para adaptar diferentes índices de Qualidade do Solo para aplicação em três sistemas de cultivo no sul de Illinois. Segundo os autores, a reunião de diferentes indicadores, através de um índice global de Qualidade do Solo, permite uma melhor compreensão de sua avaliação e a identificação

de problemas no sistema de manejo do solo, tão importante para a manutenção dos recursos naturais.

Enquanto um número mínimo de atributos analíticos tem sido proposto por pesquisadores para medir a Qualidade do Solo, o diagnóstico feito por agricultores é fundamentado em métodos qualitativos e sensoriais, que, muitas vezes, àqueles são agregados.

Abordagens integrativas e descritivas aplicadas na construção de estruturas de avaliação da Qualidade ou Saúde do Solo para os agricultores se constituem em mecanismo capaz de monitorar as condições do solo a campo, podendo ser utilizada também por técnicos e pesquisadores diretamente envolvidos com a atividade agrícola.

Com esse enfoque vários trabalhos têm sido conduzidos, principalmente nos Estados Unidos da América do Norte e Canadá, objetivando criar ferramentas para que agricultores, extensionistas e pesquisadores possam desenvolver métodos de avaliação da Saúde ou Qualidade do Solo. Essas ferramentas, desenvolvidas com a participação direta dos agricultores, devem se constituir em instrumentos que auxiliem e melhorem sua compreensão sobre a Saúde ou Qualidade do Solo e sua utilização só tem sentido dentro de suas rotinas de trabalho, podendo seu uso ser tanto para comparar sistemas de manejo ao longo do tempo, quanto para compará-los com ecossistemas naturais ou áreas não perturbadas, desde que estejam localizadas próximas das áreas estudadas, com iguais condições de solo e paisagem (Sarrantonio et al., 1996).

Uma das formas encontradas para obtenção de um índice prático que possa ser utilizado pelos agricultores para avaliar a Qualidade do Solo, é o desenvolvimento de estruturas que utilizam escores para quantificar o desempenho dos indicadores considerados. Um outro procedimento é basicamente qualitativo e o agricultor, através seu juízo de valor, utiliza adjetivos como bom, alto, médio, baixo, etc., para identificar o desempenho dos indicadores. Essas estruturas, chamadas de guias, cartões de escore, quadro de avaliação, entre outras denominações, devem ser criadas com a efetiva participação dos agricultores, a fim de que se possa utilizar o conhecimento localmente desenvolvido. Embora não medindo com exatidão a magnitude da Qualidade do Solo, fornecem uma medida subjetiva da tendência dessas condições, para a função que o solo está exercendo no agroecossistema. Além disso, retrata com muita realidade o conhecimento dos agricultores adquirido ao longo de sua trajetória de trabalho e a percepção que ele tem sobre as condições de solo onde desenvolve sua atividade

agrícola (Garlynd et al., 1994; Doran & Parkin, 1995; Romig et al., 1995; Doran et al., 1996; Romig et al., 1996; USDA, 1999; USDA, 2001).

O desenvolvimento de metodologias com a participação direta dos agricultores, de forma a possibilitar-lhes, como atores do processo, a oportunidade de avaliar, temporalmente, a variação da Qualidade do Solo, é de grande relevância na avaliação da sustentabilidade de sistemas de manejo aplicados nos agroecossistemas. Experiências metodológicas com esses objetivos são fundamentais para para que tais objetivos possam ser alcançados (Doran et al. 1996; USDA, 1999; USDA, 2001).

Para o desenvolvimento do presente trabalho, as expressões Qualidade do Solo ou Saúde do Solo, foram utilizadas com o mesmo significado. O uso mais frequente da primeira foi uma opção do autor e reflete a verbalização dos agricultores que participaram da pesquisa ao exteriorizarem suas concepções a respeito das condições desejáveis para os solos de suas propriedades.

Considerando que o estudo da Qualidade do Solo, como indicador de sustentabilidade e numa perspectiva agroecológica, implica a compreensão desse recurso como um sistema vivo e dinâmico, ou seja como um ecossistema (Gliessman, 2000), sua avaliação foi feita não no sentido de verificar sua capacidade para atender uma única ou específica função, mas sim para sustentar, de forma estável e duradoura, a atividade, a produtividade e a diversidade biológica dentro de um sistema de produção.

Esse entendimento é compatível com a concepção que o agricultor tem sobre o papel do solo no agroecossistema e com sua percepção sobre um solo sadio ou de boa qualidade.

Com base na revisão bibliográfica sobre o presente tema e no conhecimento localmente desenvolvido pelos atores dessa pesquisa, selecionou-se um conjunto mínimo de atributos físicos, químicos, biológicos e visuais do solo que, pela sua representatividade, significância e interdependência, são capazes de indicar as condições para o atendimento dessas funções.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da ARPA-SUL

A Associação Regional de Produtores Agroecologistas da Região Sul (ARPA-SUL) é uma entidade civil sem fins lucrativos, fundada em 15 de setembro de 1995, com duração indeterminada, atuando na região sul do Rio Grande do Sul.

Os associados estão organizados em grupos, segundo a localização geográfica de suas propriedades, os quais são constituídos no mínimo por três e no máximo por quinze agricultores, podendo haver mais de um grupo na mesma localidade ou distritos municipais.

A ARPA-SUL tem como objetivo geral viabilizar a propriedade rural através da agricultura ecológica, bem como a integração entre seus associados, visando a superação em conjunto dos problemas comuns.

Seus objetivos específicos são assim discriminados:

- a) Organizar a comercialização da produção agropecuária de seus associados que tenham seguido as recomendações do regimento interno;
- b) Organizar comunitariamente a aquisição e transporte de insumos para os associados;
- c) Promover a troca de experiências entre os associados e destes com técnicos ligados a ARPA-SUL;
- d) Fazer o planejamento da produção dos associados;
- e) Buscar alternativas que visem a transformação caseira dos produtos “in natura” de seus associados;

- f) Incentivar as tecnologias ecológicas não só entre os membros da associação, mas também para que os agricultores não associados as apliquem;
- g) Atuar na transformação do ambiente sociocultural através da prática e da divulgação da agricultura ecológica;
- h) Promover palestras, cursos e outros eventos que divulguem a agricultura ecológica.

O termo agricultura ecológica utilizado pelos agricultores da ARPA-SUL, definido em seus estatutos, refere-se a atividade caracterizada pelo conjunto das seguintes práticas: 1) produção agrícola sem o uso de agrotóxicos e adubos químicos de alta solubilidade; 2) geração de tecnologias apropriadas a agricultura ecológica; 3) organização da comercialização dos produtos ecológicos produzidos pelos associados; e 4) socialização dos conhecimentos.

A organização da entidade se deu com o apoio e o assessoramento técnico de Engenheiros Agrônomos vinculados à Pastoral da Terra e ao Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA), os quais desenvolveram vários procedimentos, incluindo palestras, cursos, reuniões e excursões que tinham como objetivo esclarecer os agricultores sobre questões básicas da produção de base ecológica e mostrar, experiências que outros grupos de agricultores, de diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul, já vinham desenvolvendo.

Essa relação da ARPA-SUL com os técnicos das referidas organizações tem sido fundamental para um diálogo de saberes que procura dar sustentação, a partir da construção de novos conhecimentos, à essa nova forma de produzir.

O quadro social tem crescido de forma gradativa e com expressividade ao longo desses oito anos desde a sua fundação.

3.2 Seleção dos agricultores atores da pesquisa e caracterização dos sistemas de produção por eles utilizados

O presente trabalho foi realizado com a participação de dez agricultores da ARPA-SUL, selecionados entre os vinte e oito dos cinquenta associados da entidade que responderam o questionário que foi utilizado para coleta de informações que pudessem caracterizar o agricultor e o sistema de produção por ele utilizado (apêndice A, questionário 1). Esses instrumentos, organizados segundo procedimentos e recomendações estabelecidas por Thiollent (1985), Gil (1991), Haguette (1999) e Marconi & Lakatos (1999), foram entregues pessoalmente ou via associação, a cada um dos pesquisados, com um índice de retorno de 56 %.

As perguntas apresentadas no referido instrumento foram relacionadas às seguintes questões: tipo de uso da terra, forma de produção - a campo ou em estufa, tipo de tração utilizada no cultivo da terra e práticas de manejo do solo, da água e da cobertura vegetal utilizadas.

Considerando a necessidade de se trabalhar com um grupo mais homogêneo possível quanto ao sistema de produção utilizado, selecionou-se, após a sistematização e análise das informações, dezesseis agricultores com elevada similaridade em relação ao conjunto de procedimentos e práticas agrícolas utilizadas, constituídas pelo cultivo a campo de olerícolas, de culturas produtoras de grãos e de frutíferas, pelo uso de tração animal e manual no preparo do solo e plantio, pela utilização de pousio e de rodízio de áreas, pelo uso de plantio intercalado e consorciado e pela utilização de adubos verdes, orgânicos, biofertilizantes, calcário e fosfatos naturais.

Facilidade de acesso, posição na paisagem, a localização geográfica da propriedade, representatividade dos diferentes grupos da ARPA-SUL, disponibilidades do agricultor para reuniões e entrevistas e tempo de trabalho com agricultura de bases ecológicas, foram questões utilizadas para a definição do grupo participante da pesquisa. Esse procedimento foi feito em conjunto com os três coordenadores da entidade.

Com base nesses critérios foram escolhidos dez agricultores, os quais estão abaixo relacionados, com seus respectivos grupos organizativos e municípios de localização das propriedades.

Alvamar Camargo - Glória - Canguçu

Alzir Bruscatto - Terra Viva - Pelotas

Carlos Scaglione - Nova Terra - Pelotas

Claudino ferreira Jung - Vila Nova - Pelotas

Cláudio Passos de Ávila - Terra Viva - Pelotas

Ênio Nilo L. Schiavon - Vila Nova - Pelotas

Ilvanei Nogueira Chaves - Nova Terra - Pelotas

Jurema Portelinha Schiller - Caneleira - Morro Redondo

Márcia Rodrigues Scheer - Amegril - Morro Redondo

Mauro Scaglione - Nova Terra - Pelotas

A esses dez agricultores foram aplicados os formulários 1 e 2 (apêndice A), organizados e aplicados segundo as recomendações propostas por Thiollent (1985), Gil (1991), Haguette (1999) e Marconi & Lakatos (1999), buscando, respectivamente,

informações gerais do agricultor e de sua família e para caracterizar mais detalhadamente o sistema de produção por eles utilizado e informações quanto o histórico dos agricultores e das áreas que estavam sendo trabalhadas com agricultura ecológica, no momento do levantamento das informações.

Dos agricultores selecionados, dois possuíam áreas com até 10 hectares; seis com áreas entre 11 a 20 hectares; e dois entre 21 e 30 hectares. Com relação à idade, cinco agricultores estavam na faixa dos 25 aos 35 anos, dois entre 35 e 40 anos e três possuíam mais de 50 anos.

Com relação ao tempo de trabalho com produção de base ecológica, utilizou-se os níveis de conversão estabelecidos por Gliessman (2000), para identificar os agricultores. Assim, seis deles se encontravam no nível 2, que se caracteriza pela substituição de insumos e de práticas convencionais por outras, consideradas alternativas. Neste nível, a estrutura básica do agroecossistema não sofre grandes modificações, podendo recorrer alguns dos problemas ocorrentes no manejo convencional podem ainda persistirem.

Os demais quatro agricultores se encontravam no nível 3, ou seja aquele em já está ocorrendo um processo de redesenho do agroecossistema, para que este possa, efetivamente funcionar fundamentado em um novo conjunto de processos ecológicos.

Neste nível, segundo Gliessman (2000), *“o desenho geral do agroecossistema elimina as causas fundamentais de muitos problemas que ainda existem nos níveis 1 e 2, fazendo com que se evite os problemas em vez de tentar resolvê-los com maneiras mais consistentes”*.

Este nível de conversão não significa, no entanto, que os agricultores estejam totalmente incluídos num processo acabado de produção de base ecológica, mas sim que pertencem a um grupo que já ultrapassou o período mais crítico de mudança, visto que a ciência Agroecológica está em permanentemente em processo de construção.

Quanto ao grau de escolaridade, quatro agricultores possuem o primeiro grau incompleto, cinco o primeiro grau completo e um o curso de Técnico Agrícola.

Nove dos agricultores são casados e apenas um é solteiro; e todos eles participam das feiras ecológicas, pelo menos uma vez por semana.

Para o desenvolvimento dos estudos sobre avaliação da Qualidade do Solo como indicador de sustentabilidade, optou-se por desenvolver o trabalho em duas propriedades, selecionadas a partir de dois critérios básicos: a origem das áreas no momento de suas incorporações à agricultura de bases ecológicas e o tempo de uso dessas áreas dentro desse novo sistema de produção.

A representatividade em termos de situação na paisagem e tipo de solo foi também agregada como critério para seleção.

As áreas escolhidas foram as do agricultor Mauro Scaglione, representando aqueles produtores que iniciaram suas atividades a partir de áreas sem qualquer tipo de ação antropogênica e em cuja propriedade existiam glebas com dois, três e quatro anos de uso e as do agricultor Ênio Nilo Schiavon, representando aqueles agricultores que iniciaram suas atividades em áreas que já haviam sofrido um intenso processo de degradação, face ao longo período em que foram utilizadas com manejo convencional, possuindo essa propriedade glebas com três, cinco e sete anos com manejo de base ecológica. Ambas as propriedades possuíam glebas com solo sob vegetação nativa e serviram de referência nas comparações dos resultados.

3.3 Caracterização das propriedades objeto do estudo da Qualidade do solo

As áreas das duas propriedades que foram objeto dos estudos sobre Qualidade do Solo, como indicador de sustentabilidade, apresentam as seguintes características gerais:

3.3.1 Localização

A propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon, com área de 9,8 hectares, está localizada na Colônia Maciel, distante 60 km da malha urbana do município de Pelotas, RS, com acesso pela BR 392 (Pelotas - Canguçu).

A propriedade do agricultor Mauro Scaglione, com área de 15 hectares, está localizada no distrito de Vila Nova, distante aproximadamente 30 km da malha urbana do município de Pelotas, RS, também com acesso principal pela BR 392 (Pelotas - Canguçu).

3.3.2 Clima

Pela classificação de Köppen o clima da região onde estão localizadas as propriedades estudadas é considerado Subtropical ou temperado (Cfa), com médias térmicas entre 17°C e 19°C e com pluviosidade média de 1500 mm/ano, com chuvas bem distribuídas (ONU, 2002).

3.3.3 Solos

Estudo dos solos do município de Pelotas, desenvolvido por Cunha & Silveira (1996), mostra, na região onde estão localizadas as duas propriedades, a ocorrência

predominante da associação Podzólico Bruno Acinzentado, Regossolo e Afloramentos rochosos, derivados de granitos e migmatitos., correspondendo na atual classificação brasileira de solos à associação , Argissolo Amarelo Distrófico típico, Neossolo Litólico distrófico típico e Afloramentos rochosos. A figura 1 mostra a carta de solos do município de Pelotas e a localização das propriedades onde se desenvolveram os estudos sobre a Qualidade do Solo.

3.3.4 Vegetação

A vegetação original dessas áreas era composta de matas latifolias e campos nativos. Atualmente, estão agregadas espécies florestais exóticas, cultivos perenes (pomares de pêssego, laranja) cultivos anuais (milho, feijão e olerícolas diversas) e pastagens cultivadas (gramíneas e leguminosas).

3.3.5 Formas do relevo

Pela caracterização de Lemos (1996), as formas do relevo das áreas estudadas, variam de Suave Ondulado (superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros – elevações de altitudes relativas da ordem de 50 a 100 m respectivamente- apresentando declives suaves de 3 a 8 %) a Forte Ondulado (superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros – elevações de 100 a 200 m de altitude relativa – com declives fortes de 20 a 45%).

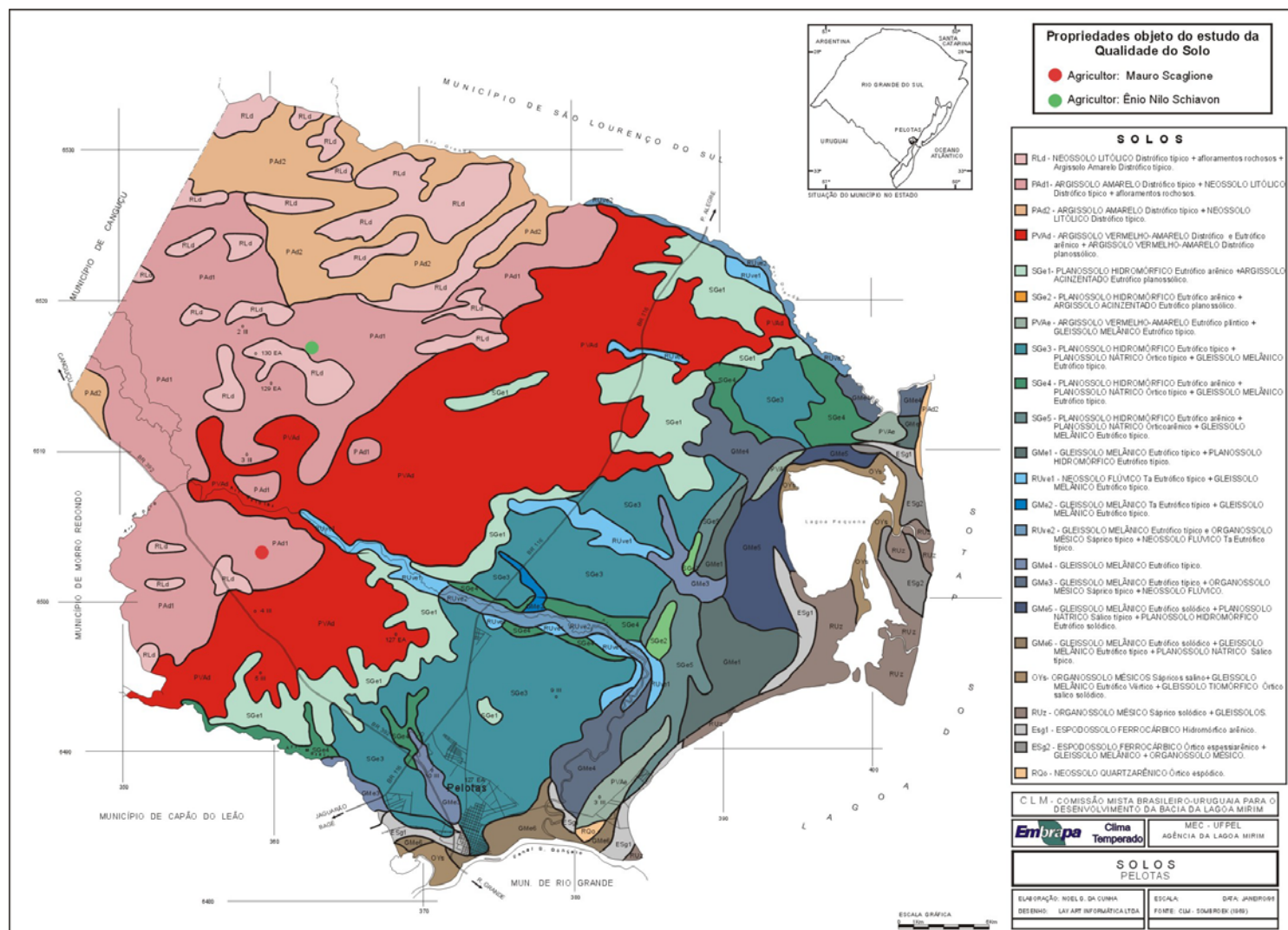


FIGURA 1. Carta de solos do município de Pelotas, com a localização das duas propriedades objeto de estudo da Qualidade do Solo.

3.4 Identificação das motivações que levaram os agricultores a aderirem a um sistema de produção de base ecológica

Para identificar as motivações que tiveram os agricultores para produzir a partir de modelos não convencionais de agricultura, foram aplicadas entrevistas do tipo Não-Diretivas ou Aprofundadas (apêndice A, entrevista 1), apresentando aos entrevistados a seguinte questão: **“Que motivos o levaram a abandonar a agricultura convencional e ingressar na produção de base ecológica” ?**

Os procedimentos de organização e de técnicas de aplicação das entrevistas foram estabelecidas segundo Thiollent (1985); Gil (1991); Haguette (1999) e Marconi & Lakatos (1999), as quais foram previamente marcadas com os agricultores, ocasião em que foi formulado o convite para que os demais membros da família, dela também participassem.

Antes do início de cada entrevista, foram apresentados aos agricultores, por escrito, os objetivos do encontro, como seria seu desenvolvimento e o tema que seria tratado. De comum acordo com os entrevistados, não se estabeleceu limites de tempo para o desenvolvimento das entrevistas.

Ao final de cada encontro com os agricultores, uma reprodução parcial do conteúdo das entrevistas e uma discussão sobre os assuntos tratados foram sempre realizados e fatos novos apresentados pelos entrevistados foram registrados, com a devida ressalva, para subsidiar as análises realizadas.

A transcrição das entrevistas foi feita no menor espaço de tempo possível de seu encerramento, de modo que o pesquisador pudesse recuperar detalhes que não são captados no processo de gravação, enriquecendo, assim, o diálogo acontecido.

Na maioria das entrevistas houve participação de outros familiares, com nível de envolvimento variável, até em função da postura do principal entrevistado, mas sempre com atitudes relevantes em relação aos assuntos discutidos.

3.5 Avaliação do comportamento da Qualidade do Solo

3.5.1 Seleção dos indicadores

A definição dos atributos do solo que foram utilizados como indicadores, na avaliação de sua qualidade, foi feita adotando-se os seguintes procedimentos:

a) Revisão bibliográfica sobre o tema e pré-seleção de diferentes atributos físicos, químicos, biológicos e visuais do solo quando da apresentação do projeto da pesquisa;

b) Reavaliação dos atributos escolhidos, com base no aprofundamento da revisão bibliográfica e considerando, principalmente, os objetivos da pesquisa, as funções do solo no ecossistema agrícola, para as quais teria avaliada a sua qualidade e as características que devem ter os indicadores ;

c) Seleção preliminar de vinte e quatro atributos físicos, químicos, biológicos, morfológicos e visuais do solo;

d) Ponderação desses atributos, por juízo de valor, numa escala de 1 a 5, conforme o grau de atendimento de cada um deles aos requisitos: capacidade de avaliar a performance do solo para o exercício das suas funções no agroecossistema, capacidade de integração, grau de relevância e adequação em relação ao estudo desenvolvido, facilidade de mensuração, capacidade de captar as mudanças do solo, sensibilidade as variações de clima e manejo, facilidade de interpretação e possibilidade de sofrer avaliações qualitativas e quantitativas (Doran et al., 1994; Masera et al., 2000);

e) Aplicação de entrevistas aos agricultores para captar suas percepções sobre Saúde ou Qualidade do Solo e para identificar que atributos utilizam para sua avaliação (apêndice A, entrevista 2);

f) Estabelecimento de relações entre os atributos apontadas pelos agricultores (saber popular) e os atributos preliminarmente identificados com base no conhecimento científico, definindo-se um conjunto mínimo de indicadores, considerando aspectos de similaridade e complementaridade;

Atendidos esses pressupostos, foram definidos os seguintes indicadores para avaliar a Qualidade do Solo:

- a) carbono microbiano
- b) carbono orgânico
- c) densidade
- d) diâmetro médio ponderado (DMP)
- e) espessura do horizonte A
- f) fósforo disponível
- g) macroagregados
- h) população de minhocas

- i) porosidade total
- j) relação micro/macroporosidade
- k) resistência a penetração
- l) saturação de bases

3.5.2 Amostragem de solo para análise dos indicadores

As amostragens de solo, para fins de análise e avaliação dos indicadores foram feitas considerando os seguintes procedimentos:

1. Divisão das áreas das propriedades em glebas, conforme seus diferentes tempos de utilização com o sistema de manejo adotado;
2. Divisão imaginária de cada gleba da propriedade em três sub-glebas, com o máximo de similaridade, correspondendo a três pontos objetos da amostragem;
3. Identificação entre os pontos escolhidos daquele que melhor representa a gleba como um todo para a abertura de uma trincheira;
4. Utilização de tradagens nos demais pontos da gleba para complementar a amostragem.

Considerando as especificidades de cada atributo, adotou-se a sub-amostra e a repetição para maior representatividade e confiabilidade dos dados, as quais foram coletadas tendo como referência o respectivo ponto de amostragem. Ao final, porém, todos os indicadores foram analisados considerando um valor médio para cada um dos três pontos escolhidos dentro de cada gleba.

Os procedimentos específicos de amostragens para os diferentes indicadores foram os seguintes:

1. Espessura do horizonte A: medição tomada em trincheira, aberta no ponto mais representativo de cada uma das glebas e complementada com outras cinco aferições feitas com trado;
2. Contagem do número de minhocas: coleta de duas amostras (torrões) em cada um dos pontos de cada gleba, com pá-de-corte, na profundidade de 0 a 25 cm e com 20 cm de largura, colocadas posteriormente numa bandeja de alumínio para a contagem no próprio local da amostragem;

3. Densidade do solo, porosidade total, macro e micro porosidade: coleta de amostras indeformadas, com anéis de volume conhecido, nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, com uma repetição, em cada um dos pontos previamente definidos;
4. Análise de agregados, Diâmetro Médio Ponderado e Granulometria: coleta, com pá – de - corte, de amostras deformadas, com cerca de 3 quilogramas de solo, nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm;
5. Carbono orgânico e carbono microbiano: coleta de seis sub- amostras deformadas, por ponto, com aproximadamente 200 gramas de solo, utilizando-se pá de corte, nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm. Essas sub-amostras se constituíram, posteriormente em uma amostra composta, por profundidade, por ponto.
6. Amostras para análises químicas de fertilidade do solo: coleta de seis sub- amostras deformadas, por ponto, com aproximadamente 200 gramas de solo, utilizando-se trado de rosca, nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 cm, constituindo-se, posteriormente, em uma amostra composta, por profundidade, por ponto;
7. Umidade do solo: coleta de amostras de aproximadamente 100 gramas de solo, com trado de rosca, nas profundidades de 0 a 10; 10 a 20 e 20 a 30 cm, para determinação da umidade correspondente ao momento da determinação da resistência mecânica do solo à penetração, com o uso do penetrômetro.

3.5.3 Análise dos indicadores da Qualidade do Solo

As análises químicas, físicas e microbiológicas dos indicadores foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, de acordo com seus procedimentos de rotina e utilizando os seguintes métodos:

a) Densidade do solo (Mg m^{-3})

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, segundo procedimentos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 1997).

b) Porosidade total, macroporosidade, microporosidade (m^3m^{-3}) e relação micro/macroporos.

A porosidade total, a macroporosidade e a microporosidade foram determinadas pelo método da mesa de tensão, conforme procedimentos estabelecidos no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 1997).

O coeficiente Micro/Macroporosidade foi obtido pela divisão entre o valor da microporosidade e o da macroporosidade.

c) Macroagregados (%) e Diâmetro Médio Ponderado (mm)

A obtenção do percentual de macroagregados do solo (ou agregados maiores que 0,25 mm) e do Diâmetro Médio Ponderado, foi feita através da determinação da distribuição do tamanho de agregados estáveis em água, baseado no peneiramento úmido, segundo método desenvolvida por Kemper & Chepil (1965), que utiliza o aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936) e descrita por Pauletto (1997).

Na separação dos agregados foram utilizadas peneiras com as seguintes aberturas de malha: 4,76 mm; 2,00 mm; 1,00 mm; 0,50 mm e 0,25 mm.

O Diâmetro Médio Ponderado foi calculado dividindo-se o somatório da massa de agregados retida em cada classe, excetuando-se o material inerte, multiplicado pelo diâmetro médio dos agregados da referida classe, pelo somatório da massa de agregados retida em cada classe, menos o material inerte de cada classe.

Os agregados com diâmetro superior a 0,25 mm, considerados os macroagregados do solo, foram obtidos pela diferença entre o percentual total dos agregados e aqueles superiores a referida classe.

d) Resistência mecânica do solo à penetração

Este atributo foi determinado a campo através o uso do Penetrômetro de Impacto, modelo IAA/ Planalsucar/Stolf em seis pontos de cada gleba, até a profundidade de 60 cm, pelo método proposto por Stolf (1991).

Paralelamente a medida da resistência a penetração, foram retiradas amostras de solo deformadas, em dois dos seis pontos trabalhados, nas profundidades de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 30 e de 30 a 40 centímetros para determinação do teor de umidade do solo, pelo método gravimétrico (Pauletto, 1997).

Os dados obtidos nas determinações de campo foram transformados em unidade de resistência (kgf cm^{-2}) valendo-se da equação $R = 5,6 + 6,89 \times N$, onde N é o número de impactos por decímetro e R = resistência do solo em kgf cm^{-2} .

Os resultados foram transformados em Mpa (Mega Pascal), considerando que 1 kgf cm^{-2} corresponde a 0,098 Mpa para que pudessem ser comparados aos limites de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação ao crescimento de raízes, adaptados e apresentados por Camargo & Alleoni (1997), de Canarache (1990).

Esses valores serviram de referência para a escala de ponderação de valores que foi utilizada para o indicador resistência à penetração.

e) Saturação de Bases e Fósforo disponível no solo

O fósforo disponível e os demais elementos necessários à avaliação da saturação de bases foram calculados a partir de procedimentos utilizados pela Comissão de Fertilidade do Solo (1995). Os valores da Saturação de Bases foram obtidos, matematicamente, dividindo-se o valor correspondente ao da Soma das Bases pelo valor da Capacidade de Troca de Cátions, multiplicando-se o quociente encontrado por 100.

f) Carbono Orgânico

O carbono orgânico do solo foi determinado pelo método de combustão de Walkley-Black modificado, descrito por Tedesco et al. (1995), sem o uso de calor externo.

g) Carbono Microbiano

O carbono microbiano foi determinado pelo método descrito por Vance et al. (1987), eliminando-se os microorganismos pelo uso do forno de microondas (2450 Mhz), por um período de três minutos, em substituição ao clorofórmio.

h) População de minhocas.

A contagem do número de minhocas foi feita em uma amostra de solo, em dois períodos do ano (verão e final do outono), com volume aproximado de 10 000 cm³ ou correspondendo a uma área aproximada de 500 cm². Esse procedimento foi embasado em trabalhos desenvolvidos por Meinicke (1983), Blair et al. (1996) e USDA (1998b).

i) Espessura do Horizonte A

A espessura da camada correspondente ao horizonte A foi estimada abrindo-se uma trincheira com aproximadamente 0,80 metros de profundidade, 0,80m de largura e 1,0 metro de comprimento em cada uma das glebas demarcadas da propriedade, incluindo-se as de mata nativa e com observações feitas com tradagens em seis pontos representativos de cada uma das glebas objeto de estudo.

3.5.4 Procedimentos para avaliação da Qualidade do Solo

Para avaliar o comportamento da Qualidade do Solo, utilizou-se o Método Integrativo para Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS), desenvolvido para este

trabalho a partir dos procedimentos estabelecidos nas seguintes experiências correlatas a temática aqui apresentada:

1. Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), Masera et al.(1999);
2. Apoio à Decisão: Metodologias para Estruturação de Problemas e Avaliação Multicritério de Alternativas, Ensslin et al. (2001);
3. A Quantitative Method for Description & Assessment of Ecosystems: the AMOEBA – approach, Brink Tem et al. (1991);
4. On-Farm Assessment of Soil Quality in California's Central Valley, Andrews et al. (2002);
5. Defining and Assessing Soil Quality, Doran & Parkin (1994);
6. The Dynamics of Soil Quality as a Measure of Sustainable Management, Larson & Pierce (1994);
7. Métodos para Avaliação do Uso Sustentável dos Recursos Solo e Água nos Trópicos, Lal (1999);
8. A Conceptual Framework for Assessment and Management of Soil Quality and Health, Harris et al. (1996);
9. Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evaluation, Karlen et al (1997).

O Método Integrativo para Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS), utilizado na presente pesquisa, é constituído dos seguintes procedimentos ou etapas:

- a) Definição das funções do solo no agroecossistema estudado, em razão das quais terá sua qualidade avaliada;
- b) Eleição de um conjunto mínimo de indicadores da Qualidade do Solo capazes de atender essas funções, considerando tanto o saber científico quanto o saber popular;
- c) Avaliação dos indicadores;
- d) Definição de coeficientes técnicos para cada indicador, que possam indicar seu nível de limitação à produção agrícola, fundamentado em resultados de pesquisa, na literatura especializada e na experiência do pesquisador;
- e) Identificação, entre os resultados obtidos para cada propriedade, dos valores que expressam os melhores desempenhos dos indicadores ;
- f) Construção de descritores quantitativos contínuos para cada indicador, definidos como o conjunto de cinco níveis de impacto que descrevem suas performances e

cujos valores extremos correspondem, respectivamente, ao de menor atratividade ou limitante, e ao de melhor desempenho ou atratividade;²

- g) Definição dos três níveis de impacto intermediários dos descritores, dividindo-se a diferença entre os valores de melhor e pior atratividade, por quatro;
- h) Atribuição, por juízo de valor, de índices ponderados à cada um dos três níveis de impactos intermediários dos descritores, considerando o grau de importância de cada indicador frente as funções que foram estabelecidas para o solo no agroecossistema e o quanto poderia melhorar seu desempenho, ao passar de um nível de impacto para outro, levando-se em conta a experiência do pesquisador e dados referenciais existentes sobre sua performance;
- i) Determinação, por interpolação matemática, dos índices ponderados correspondentes à performance de cada indicador, a partir dos valores obtidos em suas análises;
- j) Integração dos índices ponderados utilizando técnicas quantitativas e gráficas;
- k) Análise e interpretação dos resultados.

Quantitativamente, os valores ponderados foram integrados através o uso de testes estatísticos multivariados (Análise dos Componentes Principais e Análise Hierárquica de Agrupamentos) e de Índices Agregados de Qualidade do Solo (IQS), os quais foram submetidos ao cálculo dos acréscimos e dos decréscimos relativos e ao teste de Regressão Linear Simples.

Para integrar os resultados utilizando procedimentos que mesclam apresentação gráfica com informações numéricas, utilizou-se o método da Ameba (Brink Ten et al., 1999), comparando-se, em cada propriedade, o desempenho das glebas analisadas, representado pelos respectivos padrões de figura formada, com o padrão de máximo desempenho fornecido pelos níveis de melhor atratividade dos descritores construídos, que se constitui na figura básica do dodecaedro.

3.6 Monitoramento da Qualidade do Solo a partir da percepção dos agricultores

Para trabalhar a temática da Qualidade ou Saúde do Solo, com os agricultores, utilizaram-se três entrevistas como técnica de coleta de informações, elaboradas e

² Para o indicador “Saturação de Bases” foram construídos dois descritores, tendo em vista que a partir do valor de melhor atratividade, há uma variação crescente e outra decrescente dos níveis de impactos.

conduzidas segundo procedimentos descritos por Thiollent (1985), Gil (1991), Haguette (1999) e Marconi & Lakatos (1999).

Na entrevista semi-estruturada (apêndice A, entrevista 2), caracterizada por ter um pequeno número de perguntas abertas, tendo o entrevistado liberdade para descrever sua experiência individual relacionada com o tema que está sendo trabalhado, procurou-se captar qual a percepção que os agricultores tinham sobre a Qualidade ou a Saúde do Solo, utilizando-se três perguntas básicas:

- a) O que você considera um solo sadio ou de boa qualidade?
- b) Que aspectos, condições ou características do solo você associa com essa percepção?
- c) Que relações você estabelece entre essas características e a produtividade das culturas?

A entrevista Estruturada (apêndice A, entrevista 3), caracterizada por apresentar um número determinado de perguntas fechadas, semelhantes ao questionário, foi organizada a partir da sistematização e análise dos conteúdos da primeira entrevista e aplicada com o objetivo de colher informações a respeito de como os agricultores avaliavam os indicadores de um solo sadio ou de boa qualidade.

Da mesma forma que ocorreu nas visitas anteriores, apresentaram-se aos agricultores, o tema, os objetivos e as linhas básicas para o seu desenvolvimento, não se estabelecendo limites de tempo para a sua duração. Ao final de cada entrevista foram feitas uma reprodução parcial do conteúdo e uma discussão sobre os assuntos tratados.

Fatos novos surgidos durante a discussão final do assunto, apresentados pelos entrevistados, que pudessem enriquecer o conteúdo do tema tratado, foram devidamente registrados com a ressalva do momento em que esses foram feitos.

Os procedimentos adotados na construção da estrutura para monitoramento da Qualidade ou Saúde do Solo, a partir da percepção dos agricultores, foram desenvolvidos tendo como base os trabalhos apresentados por Romig et al. (1995); Romig et al. (1996); USDA (1999); USDA (2001). Outros documentos sobre a referida temática apresentados por Garlynd et al. (1994); Doran et al. (1996); Lefroy (2000); Tugel et al. (2001); Torjusen (2001); Ditzler (2002), também serviram de referência para o desenvolvimento da estrutura proposta, que compreendeu as seguintes etapas:

- a) aplicação de entrevista Semi-estruturada com o propósito de captar a percepção dos agricultores sobre o que é um solo de boa saúde ou qualidade e sobre que características utilizaram para sua compreensão;

- b) análise e sistematização dos conteúdos das entrevistas identificando termos e significados comuns à percepção dos agricultores entrevistados;
- c) uniformização mínima da terminologia empregada pelos agricultores para melhor compreensão do significado daquilo que consideram um solo de boa Qualidade ou de boa Saúde;
- d) seleção dos dez indicadores mais relevantes, considerando a ordem cronológica e a frequência de citação;
- e) aplicação de entrevista Dirigida ou Estruturada a fim de verificar como os agricultores avaliam os indicadores selecionados;
- f) sistematização das informações prestadas pelos agricultores para organização e uniformização dos procedimentos de avaliação dos indicadores;
- g) definição dos critérios para o monitoramento da Qualidade ou Saúde do solo;
- h) organização da estrutura de avaliação;
- i) apresentação da proposta aos agricultores;
- j) verificação do nível de compreensão do agricultor sobre o modelo proposto, através da aplicação de entrevista Dirigida ou Estruturada (entrevista 4, apêndice A);
- k) revisão e reorganização da estrutura a partir das sugestões dos agricultores;
- l) elaboração da proposta final do trabalho;

3.7 Comparação entre as características do sistema de produção adotado pelos agricultores e as características de um agroecossistema sustentável.

A partir da caracterização do sistema de produção utilizado pelos agricultores, dos resultados obtidos na avaliação da Qualidade do Solo e na percepção geral que os agricultores têm sobre o tema tratado, incluindo suas próprias motivações para produzirem dentro de um novo paradigma, foram estabelecidas uma série de relações com os princípios básicos de um modelo agrícola sustentável.

Esse processo de avaliação foi feito utilizando-se o método Comparativo (Barros, 1994; Bogdan & Biklen, 1994; Schneider & Schmitt, 1998) e as relações foram estabelecidas a partir dos trabalhos desenvolvidos por Reijntjes et al. (1995), Ehlers (1999), Altieri (1999), Guzmán Casado et al. (2000), Gliessman (2000) e Altieri (2002), considerando os seguintes procedimentos:

- a) Identificação, a partir da revisão de literatura, das características que fundamentam um sistema de produção sustentável;

- b) Revisitação das motivações que os agricultores tiveram para trabalhar num novo paradigma de produção, das características do sistema de produção adotado pelos agricultores, dos resultados obtidos na avaliação da Qualidade do Solo e das manifestações que os agricultores fizeram ao mostrar suas percepções sobre um solo sadio ou de boa qualidade;
- c) Elaboração, a partir de quesitos pertinentes ao objetivo, de um quadro comparativo e qualitativamente, comparar as características do sistema de produção adotado pelos agricultores da ARPA-SUL e aquelas estabelecidas para um modelo agrícola sustentável;
- d) Análise desses elementos a partir das dimensões econômica, social e ambiental, e considerando aspectos de coerência, identidade, convergência, limites e contradições.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O sistema de produção utilizado pelos agricultores da ARPA-SUL

Constatou-se, analisando os conteúdos das entrevistas, a existência de uma alta similaridade entre os elementos constituintes do sistema de produção adotado pelos agricultores, caracterizado pelo uso das seguintes práticas e/ou procedimentos:

- preservação da vegetação nativa e plantio de espécies florestais exóticas;
- policultivos;
- tração animal e/ou manual no preparo do solo e plantio;
- aração, gradagem e cultivo mínimo, como práticas de preparo do solo;
- calagem;
- plantio intercalado de duas ou mais culturas;
- pousio, rodízio de áreas e rotação de culturas;
- adubação verde;
- adubação com composto, preparado com esterco bovino e restos culturas;
- adubação com esterco bovino, na forma sólida e/ou líquida;
- adubação com biofertilizantes;
- adubação com vermicomposto
- manejo de insetos, doenças e plantas espontâneas através de inimigos naturais, alelopatia, defensivos orgânicos, produtos e plantas repelentes, caldas sulfocálcica e

bordalesa, soro de leite, extrato de fumo e capinas, manuais ou com capinadeiras tracionadas por animais;

- controle do processo erosivo através a proteção da superfície do solo e do controle do escoamento superficial com terraços de base estreita, sem dimensionamento técnico;
- uso de irrigação por aspersão ou com canhão hidráulico;
- emprego de mão-de-obra familiar, com contratos temporários de trabalho em períodos de safras, principalmente na colheita do pêssego;
- aquisição dos insumos que não são produzidos no próprio estabelecimento, preferencialmente, de forma coletiva, através da associação, que realiza tomada de preços com o objetivo de reduzir os custos da produção;
- comercialização direta com os consumidores, através de feiras livres organizadas pela própria associação, de estabelecimentos comerciais especializados e através de convênio com a Prefeitura Municipal de Pelotas, cujos produtos são empregados na merenda escolar da rede de ensino;
- inexistência de registro contábil por parte dos agricultores;
- organização administrativa com a concepção associativista, estando os agricultores reunidos em grupos, considerando a localização geográfica de suas propriedades;
- a assistência técnica prestada por Engenheiro Agrônomo da Pastoral da Terra.

Com relação às condições econômicas, os agricultores informaram que, após um intenso processo de descapitalização, iniciado ainda quando produziam no convencional e agravado pelas dificuldades dos dois primeiros anos como produtores agroecológicos, há sinais evidentes de um processo de recuperação econômica.

Embora não utilizem qualquer tipo de mecanismo contábil, para controlar receitas e despesas, informaram que estão conseguindo obter um melhor equilíbrio financeiro havendo, inclusive, um razoável superávit mensal com a comercialização dos produtos ofertados ao mercado.

Segurança alimentar³ e o bem estar da família são as prioridades básicas da atividade agrícola, embora tenha ficado claro, nas suas manifestações, a necessidade de produzirem excedentes para que possam, ao se inserir no mercado, buscar um rendimento econômico que possibilite um melhor nível de vida da família.

³ Aqui entendida não como uma questão estratégica vinculada ao Estado, mas sim no sentido de assegurar condições básicas e permanentes de alimentação à família.

A comercialização nas feiras ecológicas e casas especializadas na venda de produtos orgânicos é um caminho fundamental para o desenvolvimento social e econômico dos agricultores como cidadãos; mas a escala de produção ainda é considerada pequena e tem sido apontada como um dos grandes entraves na produção agroecológica. Isso, no entanto, não é um problema específico da produção de base ecológica, mas sim da produção agropecuária como um todo.

As dificuldades geradas por uma nova forma de produzir, as adversidades climáticas, a falta de tecnologias apropriadas e o mercado ainda considerado pequeno, são questões que segundo os agricultores, continuam inibindo o processo de expansão da produção.

Para os dois agricultores em cujas áreas foram realizados os estudos sobre Qualidade do Solo buscou-se um detalhamento do sistema de produção que utilizavam, o qual é constituído dos seguintes elementos:

Agricultor: Ênio Nilo Ludwig Schiavon

Tipo de uso da terra: A área é cultivada com culturas anuais de grãos (milho e feijão), com olerícolas (cenoura, brócolis, batata, tomate, repolho, couve-de-folhas, agrião, beterraba, espinafre, salsa, couve-flor, acelga e outras de menor expressão econômica), com frutíferas (pêssego, uva e laranja), com espécies florestais (eucalipto e acácia) e com pastagens cultivadas (azevém, aveia e feijão miúdo).

Forma de utilização da terra: O agricultor desenvolve suas atividades integralmente com produção a campo, deixando frações de glebas em pousio por períodos de até doze meses.

Preparo do solo e plantio: O preparo do solo, constituído pela aração e pela gradagem, é feito utilizando tração animal e/ou manual. A escarificação foi uma prática eventualmente realizada nos primeiros anos da produção agroecológica.

O plantio, também utilizando tração animal e/ou manual, é realizado de forma tradicional ou em cultivo mínimo, o qual consiste em trabalhar o solo apenas na faixa em que é plantada a cultura principal. O restante da superfície permanece com a vegetação espontânea ou com as plantas de cobertura que são cultivadas para proteger o solo ou para utilização como adubo verde.

Freqüentemente utiliza a prática de plantio intercalado, utilizando espécies diferentes, com o objetivo de obter ações de sinergismo e complementaridade.

Calagem e adubação: A prática da calagem foi realizada havia quatro anos, com calcário dolomítico, em dose única de 2 Mg ha⁻¹. Utiliza adubação verde de duas maneiras: no

pomar, os resíduos permanecem na superfície e nas áreas de cultivos anuais, incluindo-se aquelas com olerícolas, a massa verde é incorporada geralmente na floração, quando utiliza espécies leguminosas ou no enchimento do grão quando espécies gramíneas.

O fertilizante organo-mineral foi utilizado durante os anos de transição. Utiliza também fosfatos naturais, vermicomposto, composto preparado a base de restos vegetais e/ou água-pé, existente nos açudes da propriedade, misturado com esterco bovino, cinza de casca de arroz carbonizada, esterco bovino curtido e/ou fresco, biofertilizantes (principalmente o Supermagro, cujos ingredientes são estabelecidos por uma fórmula padrão) e preparados biodinâmicos, como esterco de galinha com urina de vaca. Não tem, contudo, um controle definido sobre as doses dos diferentes fertilizantes que utiliza.

Manejo de plantas espontâneas: O manejo de plantas espontâneas, quando necessário, é feito por capinas manuais ou com capinadeira de tração animal. Normalmente são erradicadas plantas que estão presentes na linha da semeadura, pois são aquelas que realizam uma competição mais forte com as culturas principais.

Sistema de irrigação: Utiliza a prática da irrigação naqueles cultivos explorados economicamente através de dois sistemas básicos, um por aspersão e outro com canhão hidráulico. Não se vale, no entanto, de cálculos de dotação da rega nem de consumo de água pelas culturas. O início e a frequência do processo de irrigação se dão a partir de sua experiência relacionada as condições de clima, de solo e pela aparência da planta.

Controle de erosão: Atualmente só utiliza práticas de proteção da superfície do solo. Não adota mais terraços como prática de controle de escoamento superficial, os quais foram empregados nos primeiros anos de cultivo não convencional.

Utilização de sementes: O agricultor produz suas próprias sementes para cultivo de milho e feijão. Com relação as sementes de olerícolas, uma parcela ainda considerada pequena é produzida localmente. O restante é adquirida, preferencialmente, de outros agricultores agroecológicos através de um processo de compras envolvendo a própria associação.

Agricultor: Mauro Scaglione

Tipo de uso da terra: O agricultor utiliza sua área produzindo anualmente feijão, olerícolas (cenoura, couve-brócolis, batata, beterraba, alface, couve-de-folhas, repolho, couve-flor e ervilha, entre outras de menor valor comercial para o agricultor) e frutíferas (morango e amora preta).

Forma de utilização da terra: O agricultor desenvolve sua produção integralmente a campo, fazendo pousio de pequenas áreas normalmente pelo período de seis meses.

Preparo do solo e plantio: O agricultor utiliza tração animal e manual para preparo do solo, que é feito através de aração e gradagem. O plantio é realizado de forma convencional ou em cultivo mínimo, consistindo no revolvimento de uma pequena faixa de terra na linha em que é plantada a cultura principal. Essa técnica é utilizada preferencialmente pelo agricultor

O restante da superfície permanece com a cobertura vegetal espontânea ou com espécies que foram cultivadas especificamente para fins de proteção e de adubação verde.

Freqüentemente utiliza a prática de plantio intercalado com espécies que possuem características botânicas diferentes, obtendo com isso ações de sinergismo e complementaridade.

Calagem e adubação: O uso do calcário como corretivo da acidez do solo foi feito quando da incorporação de cada uma das glebas, que estavam sob vegetação nativa, ao processo de produção agroecológica, com aplicação de cerca de duas toneladas por hectare.

O agricultor cultiva aveia preta e feijão miúdo para adubação verde, as quais são incorporadas ao solo ou permanecem até completar o ciclo vegetativo. O fertilizante organo-mineral ainda estava sendo utilizado nas glebas de dois e três anos com produção agroecológica, em dose aproximada de 100 Kg há⁻¹, pois o agricultor se encontrava no último ano do período considerado como de transição. Segundo o agricultor, essa é uma prática permitida até o terceiro ano de produção em produtos como milho e feijão.

Também produz e utiliza vermicomposto, composto a base de restos vegetais e esterco bovino, esterco bovino curtido e/ou fresco e biofertilizante Supermagro, cujos ingredientes são aqueles estabelecidos pela fórmula padronizada. Não há controle de doses que são aplicadas. Normalmente a adubação com diferentes tipos de composto ou com o fertilizante organo-mineral é feita para repor nutrientes ao solo, enquanto o emprego de biofertilizantes têm duplo propósito: proteger a planta contra ataques de insetos e doenças e para reposição de nutrientes ao solo.

Sistema de irrigação: O agricultor utiliza a prática da irrigação basicamente na produção de olerícolas, através do sistema por aspersão, sem contudo calcular o volume de água aplicado. Tanto a decisão de quando iniciar a irrigação quanto a da quantidade de água a

aplicar são tomadas a partir da experiência desenvolvida com essa prática, a qual já utilizava quando trabalhava com a agricultura convencional.

Controle de erosão: Atualmente, além de práticas de proteção de superfície com plantas espontâneas e plantas de cobertura, o agricultor também utiliza práticas de controle do escoamento superficial pelo uso de terraços de base estreita. Essas estruturas, porém, não são tecnicamente dimensionadas mas, pelo observado e pelas informações do agricultor, atuam de forma bastante eficiente.

Utilização de sementes: O agricultor produz suas próprias sementes para produção de feijão. Para o cultivo de olerícolas, as sementes são adquiridas, sempre que possível, de outros produtores que trabalham com sistemas de produção de base ecológica.

O histórico das áreas desses produtores é bem diferente. A do Sr. Ênio Nilo Schiavon foi utilizada intensivamente com cultivos anuais e fruticultura, pelo menos durante 40 anos, empregando aração e gradagem com tração animal, normalmente executadas no sentido do declive, com utilização de fertilizantes minerais de alta solubilidade, notadamente nitrogenados, sem correção da acidez do solo, sem emprego de adubação verde ou orgânica, sem controle de escoamento superficial ou proteção de superfície e sem irrigação e com controle de insetos e doenças pelo uso de agrotóxicos.

As áreas agora trabalhadas com produção agroecológica foram, gradativamente, incorporadas ao novo sistema de produção.

Já a área do Sr. Mauro Scaglione, atualmente utilizada para produção de base ecológica, nunca foi trabalhada com agricultura convencional, apresentando originalmente cobertura com vegetação nativa. O produtor foi gradualmente fazendo sua incorporação ao novo sistema de produção, possuindo, atualmente, glebas com dois, três e quatro anos de uso. Anteriormente trabalhava com a família, produzindo principalmente milho, feijão, batata e algumas olerícolas, no sistema de produção convencional.

A avaliação do comportamento da Qualidade do Solo se deu considerando o sistema de manejo, entendido aqui como o conjunto de práticas e procedimentos que os agricultores utilizam, dentro de um determinado espaço físico, com entradas e saídas de energia, para produzirem produtos de origem vegetal e animal.

A análise comparativa das características do sistema de produção utilizado pelos agricultores com os princípios e características que sustentam uma agricultura de bases ecológicas, será apresentada no item final de Resultados e Discussão.

4.2 As motivações dos agricultores para a mudança do paradigma de produção.

Uma vez caracterizado o sistema de produção utilizado pelos agricultores da ARPA-SUL, procedeu-se uma outra etapa da pesquisa, relacionada a identificação das motivações que levaram esses agricultores a romperem com o paradigma da agricultura convencional.

O resgate da memória dos agricultores, de modo que suas próprias histórias fossem trazidas para o contexto da pesquisa, fez com que as relações pesquisador-agricultor se fundassem em vínculos mais responsáveis e espontâneos, favorecendo a construção da identidade de serem sujeitos da primeira produção do conhecimento no trabalho – a história do próprio grupo (Casalinho e Fernandes, 1998).

Para captar essas motivações, dentro da abordagem qualitativa dos fatos, utilizou-se entrevistas Não-Diretivas ou Aprofundadas, procurando, pelo consentimento prévio e pela preservação dos entrevistados, assegurar uma participação consciente dos agricultores, atores fundamentais no desenvolvimento e no êxito do presente trabalho.

Foi apresentada ao entrevistado, no início de cada entrevista, uma pergunta específica sobre as motivações que o levaram à mudança de paradigma de produção, ou seja, o que despertou o interesse, nele agricultor, protagonista experiente de um sistema de produção convencional, à produzir, atualmente, sob base ecológica.

No desenrolar das entrevistas, algumas intervenções foram feitas pelo pesquisador com o objetivo de fazer com que o agricultor complementasse suas respostas, procurando dar uma dinâmica maior a conversação que se desenvolveu, estando, todas elas, no entanto, intimamente relacionadas ao tema central trabalhado e feitas com o cuidado de não induzir as respostas apresentadas pelos entrevistados.

Para uma melhor apresentação e organização dos conteúdos das entrevistas, e para facilitar seu processo de análise, procurou-se agrupar os comentários a partir das similaridades encontradas, preservando-se a identidade dos agricultores. Pequenos ajustes nas expressões utilizadas pelos agricultores foram feitos, sem contudo alterar seu significado ou o conteúdo de suas manifestações.

A análise dos conteúdos das entrevistas permitiu observar uma afinidade de propósitos, de idéias e de princípios muito significativa entre os agricultores, independentemente do tempo em que estavam inseridos na agricultura de base ecológica, tempo esse que ainda não eliminou as inquietações geradas pelo processo de mudança de paradigma, ainda muito presente mesmo naqueles que já estavam havia quase oito anos trabalhando nessa nova perspectiva de produção.

Verificou-se que os agricultores entrevistados colocaram, de forma muito objetiva e num primeiro plano, as questões vinculadas a saúde – dele próprio, da família e do consumidor, como o motivo fundamental na sua decisão de desenvolver seu trabalho numa outra forma de produzir.

Muito provavelmente, pela maneira como foi explicitada, essa tenha sido a motivação apresentada com maior convicção pelos agricultores, mesmo por aqueles que não vivenciaram problemas de intoxicação pelo uso de agrotóxicos.

O agricultor (A), um dos que já haviam convivido com problemas de saúde pelo uso de pesticidas, fez uma colocação que mostrou, claramente, seu nível de conscientização com relação ao assunto:

“A doença que eu tive, foi quando meus filhos nasceram. Depois, quando a gente veio para a terra que estamos agora, eu soube, numa conversa na igreja, que tinha um trabalho de agroecologia através do técnico Marcelo Souza e me interessei e fui procurar por ele. Outro motivo foram as crianças, pois eu botava veneno no pessegueiro e tinha que dizer para elas que não podiam comer um fruto, produzido por mim. Isso me fez ver a coisa por um outro ângulo. E como a gente pensava em comercializar esse produto, a gente pensou também na saúde do consumidor, levando até ele um produto de melhor qualidade”.

Para o agricultor (C), um dos motivos principais de ter abandonado a produção convencional, foi pelo fato de querer um *“meio de vida melhor, produzindo um produto natural, sem falar que evitando os agrotóxicos, está-se vendendo um produto que não prejudica os outros, que é saudável. O mais importante nisso tudo é a saúde das pessoas que, hoje em dia, está em primeiro lugar”.*

O agricultor (D) igualmente enfatizou a questão do uso de agrotóxicos, ressaltando que sua iniciativa de produzir em bases ecológicas se deu *“pela saúde da família, pois acabamos comendo muita porcaria e assim é tudo natural e também a maneira de trabalhar, porque só não tendo que usar o veneno a gente se protege e protege as crianças.”*

Essa posição foi também compartilhada pelo agricultor (E), que tendo sofrido problemas de intoxicação pelo uso de agrotóxicos, ressaltou a questão da saúde familiar e de todas as pessoas que precisam manusear esses produtos, como uma das principais motivações para produzir sob base ecológica.

O agricultor (I) também não hesitou em argumentar, ao responder que a saúde foi o motivo mais importante para sua tomada de posição, mostrando preocupação também com os consumidores e fazendo inclusive uma relação entre o custo dos produtos ofertados e despesas financeiras realizadas com tratamento de possíveis doenças advindas do uso de agrotóxicos.

“Olha, tu tens que pensar na tua saúde e na saúde do consumidor. Tem gente que até hoje na feira diz que a nossa mercadoria está mais cara do que no mercado. Até concordo, mas tem muita coisa mais barata. Agora pensa bem, comprando o nosso produto tu vais pagar cinco centavos a mais, mas eu sei que não vai te acontecer nada. Agora, quanto tu vais economizar com doutor, com remédios? Então uma coisa mais linda para nós foi entrar para a produção ecológica, para manter nossa saúde e a saúde do próximo”.

Alterações no comportamento afetivo, aqui representadas pelas relações familiares ou entre agricultor-consumidor, tanto quanto às mudanças no comportamento cognitivo, manifestadas quando o conhecimento de uma pessoa é modificado-ação dos agrotóxicos sobre o homem- são elementos importantes para que ocorram mudanças de atitude nos indivíduos (Rodrigues, 1979).

A justificativa do agricultor (F) foi, também, muito semelhante: *“A gente se preocupou com a saúde, porque se usava muito veneno no fumo, plantado por oito anos e também com a terra, que estava ficando fraca. A gente via que nos primeiros anos a plantação dava melhor, depois foi diminuindo e a qualidade do fumo também. Ai começamos a saber que além do fumo estragar a terra, as pessoas acabavam se envenenando, o que não valia a pena”.*

Fez uma pausa e prosseguiu: *“A gente sabe que não se está com problemas de saúde, porque não estamos usando mais o veneno, mas quantas pessoas que a gente sabe que estão com problemas de câncer de estômago, fígado, rim, sistema nervoso, isso é muito dos agrotóxicos, e a gente tem conversado com médicos e eles me dão razão para isso. Antigamente não se tinha esses problemas.”*

“Nos vídeos que o pessoal da Pastoral mostrou, a gente viu as crianças que estão nascendo deformadas, por causa dos venenos da soja, é um horror! Eles tiraram isso aí lá de Passo Fundo, do hospital da Faculdade onde fizeram as pesquisas.

Higashi, (2002) estudando as relações dos agrotóxicos e a saúde humana, afirma que *“o efeito de alguns tipos de agrotóxicos que possuem em sua molécula compostos clorados, é similar ao da dioxina, apresentando uma multiplicidade de agressões ao nosso organismo”*. Essas substâncias, segundo o autor, *“são agentes cancerígenos que afetam o sistema imunológico e a reprodução e têm efeito sobre o feto, intestinos, pele e provoca disfunção tiroideana”*.

Ao analisar os efeitos negativos dos agrotóxicos, Ehlers (1999) relata que seqüelas do emprego do DDT na agricultura, por exemplo, ainda podem ser constatadas no sangue humano em quase todo o planeta e que muitas substâncias utilizadas na produção agrícola têm efeitos carcinogênico, mutagênico e teratogênico no homem e nos animais.

A questão do uso e das intoxicações causadas pelos agrotóxicos não se concentra só nas pessoas diretamente atingidas. Estudos realizados no Centro de Assistência Toxicológica do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), mostraram a possibilidade da transferência de inseticidas piretróides através do leite em cabras, e que esses resultados podem ser extrapolados para bovinos e o homem. Essa passagem é tanto mais possível quanto maior for a solubilidade dos pesticidas em gorduras (Godinho, 2002).

As ponderações do agricultor (H) foram também muito enfáticas quanto às suas motivações, fazendo questão de ressaltar que os aspectos relacionados a saúde da família, foram aqueles que mais pesaram na hora de decidir entre continuar com a produção convencional ou investir em sistemas de bases ecológicas.

“No convencional é preciso usar muito agrotóxico e isso é muito prejudicial a saúde” afirmou ele.

O filho, participante ativo da entrevista endossou, de forma entusiástica, as palavras do pai, afirmando: *“Eu mesmo sempre tive medo de trabalhar com veneno e a gente sabe que faz mal e conhece várias pessoas que se intoxicaram. Também se plantava muito com adubo químico e se gastava muito dinheiro. Aí conhecemos o padre Valmor que nos apresentou um agrônomo que trabalhava na agricultura orgânica que passou a vir aqui nos dar orientação e assim, começamos nosso trabalho. De lá para cá, fomos nos aperfeiçoando, tivemos bons resultados. Hoje estamos conseguindo viver*

até melhor do que quando estávamos na agricultura convencional, botando veneno. E não achamos mais difícil produzir, a medida que a terra vai melhorando”.

O agricultor (J) lembrou que nos últimos anos vivenciou experiências com o plantio direto usando muito produto químico e que após uma safra frustrante e pelo fato de *“viver sempre com a maquininha nas costas botando herbicida e se intoxicando bastante”* resolveu plantar fumo pelo fato da cultura estar com boa cotação no mercado. Mas essa decisão, segundo ele, não alterou a rotina do uso de agrotóxicos, que são muito utilizados nessa cultura. Prosseguiu fazendo o seguinte comentário: *“Vi que além de agredir a mim eu agredia aos outros, e então tomei uma decisão de entrar para a produção agroecológica”.*

O agricultor (G) faz referência ao incentivo de outros colegas para manifestar os motivos de sua decisão. *“Eu comecei a notar que conseguia produzir produtos sadios, bonitos, sem ter a necessidade de usar veneno. Aí começaram a me incentivar para que eu trocasse e me convidaram para visitar a feira (ecológica). Então eu fui lá, passei a manhã com outros agricultores e gostei da maneira com que eles trabalhavam e de como atendiam as pessoas e como são retribuídos. As pessoas não vão lá só para comprar, é uma troca, desenvolve-se uma relação muito interessante e daí, então, voltei de lá muito entusiasmado, e comecei a produzir”.*

Segundo Schmidt (2001), a influência de outros agricultores que já desenvolveram experiências com sistemas de produção de bases ecológicas é um elemento muito importante no processo de motivação de outros agricultores para iniciarem a conversão de sistemas de produção.

Continuando sua manifestação o agricultor (G) pondera, ainda, que no seu entendimento *“o surgimento de muitas doenças está relacionado com a alimentação, pois antigamente as pessoas viviam anos e tinham uma vida mais saudável, mas hoje se come muito alimento com veneno, não se sente mais o sabor, o gosto que foi perdido”.*

Guzmán Casado & Alonso Mielgo (2000), enfatizam que o receio com a degradação da saúde humana, a busca de uma melhor qualidade de vida para os agricultores, para suas famílias e para a saúde animal, bem como a necessidade de preservar o recurso solo, são preocupações que advêm de experiências negativas com o uso de produtos químicos e pesticidas, as quais motivam os agricultores à iniciarem um processo de conversão da agricultura convencional para um outro sistema de produção de bases ecológicas.

Observações quanto aos problemas com o uso de agrotóxicos não são recentes. Em sua notável obra “Primavera Silenciosa”, Carson (1962) já alertava o mundo sobre os problemas com o uso dos agrotóxicos. Quase quatro décadas depois, Colborn, Dumanoski & Myers (1997), apresentaram “*O futuro roubado*”, uma descrição muito realista das maneiras pelas quais uma enorme variedade de agentes químicos, incluindo os agrotóxicos, podem alterar sistemas hormonais responsáveis pelo desenvolvimento sexual animal e humano, seus comportamentos e seus sistemas imunológicos.

Os chamados países em desenvolvimento são aqueles mais atingidos pelo uso de pesticidas, causando milhões de vítimas por envenenamento e milhares de mortes por ano, refletindo a existência de um enorme desconhecimento sobre os riscos de uso desses produtos sobre a saúde humana. A poluição de mananciais provocando eutrofização das águas, trazendo sérios prejuízos à vida aquática e a contaminação da água de consumo por nitratos, em quantidades muito acima do permitido, causando sérias doenças ao homem, são conseqüências do uso intensivo e indiscriminado desses produtos (Pimentel, 1996; Bouman et al., 2002; Margni et al., 2002).

A relevância do assunto é de tal envergadura que tem extrapolado o âmbito acadêmico, conforme pode ser constatado nas investigações e trabalhos desenvolvidos por Pinheiro (1993), Blecher (1998), Murakava (1998) e Glock (1999), os quais mostraram, de forma muito realista, todas as seqüelas advindas do uso de agrotóxicos.

Outro fato motivador, também muito considerado pelos agricultores entrevistados, foi a possibilidade de uma relação direta com os consumidores, proporcionada pela atividade da feira ecológica, realizada por três dias na semana, em pontos diferentes da cidade.

As manifestações mostraram uma preocupação muito clara com o processo de socialização, tanto do conhecimento, quanto das experiências por eles desenvolvidas, em mostrar o que e como produzem, no desenvolvimento de uma confiança recíproca, de cultivar amizade e do sentimento de ter um trabalho finalmente valorizado. Essas observações puderam ser facilmente captadas nas manifestações emitidas pelo agricultor (D), que afirmou:

“Desde que eu entrei na feira, a gente parece que já mudou, a gente tem um diálogo, conversa, as pessoas perguntam bastante, querem saber como tudo é produzido, é muito bom”.

Esse convívio, gerador de uma relação de recíproca confiança, foi também ressaltado pelo agricultor (E), que assim se manifestou: *“A gente estando lá na feira,*

junto com o consumidor, tem a oportunidade de conversar, de explicar como se faz, as vezes até eles têm curiosidade, pedem alguma explicação, mas demonstram confiança”.

“Olha antes de nós começar com a feira eu até tinha gente conhecida em Pelotas, mas hoje eu tenho conhecimento com novos fregueses lá e nos tratamos como se fossemos de casa. A coisa melhor que tem é tu ter uma participação com a população da cidade, assim como amigo, conhecido, é uma coisa muito boa”, argumentou de forma muito entusiasta e até emocionada o agricultor (I).

Já o agricultor (F) foi um pouco além na sua justificativa, colocando a questão da valorização do seu trabalho como consequência dessa nova experiência. Entende que a possibilidade de estabelecer uma relação direta com o consumidor foi também um dos motivos para sua mudança de atitude. *“Conversando com o consumidor a gente vê a importância de quem está na lavoura e como eles sentem a nossa importância como valorizam o agricultor, bem diferente de quando se entregava a produção para o intermediário”.*

A solidariedade entre produtores e consumidores pode ser estabelecida a partir da implantação de estratégias de desenvolvimento, fundamentadas em tecnologias que estejam adequadas à uma produção voltada aos interesses da sociedade (Costa Gomes & Borba (2000), e essa interação, além de atender interesses recíprocos, cultiva um processo de co-responsabilidade (Penteado, 2000).

Essa é uma condição que hoje é ajudada pela crise existente entre as novas demandas da sociedade, que busca alimentos mais saudáveis, provenientes de tecnologias mais limpas e o que lhe é normalmente oferecida, a partir dos sistemas convencionais de produção.

A manifestação do agricultor (H) sobre suas relações com os consumidores reflete muito bem as posições desses autores, quando colocou que *“a relação com o consumidor é muito boa. Ele está também preocupado em comprar um produto de boa qualidade, ele é um parceiro comprando um produto que produzimos sem agrotóxicos. Ele é consciente disso e procura esse tipo de produto. Isso é uma satisfação, é gratificante levar esse produto de boa qualidade e ver que o consumidor acredita. Ele é um parceiro. Alguns até falam de algum dia vir na propriedade para ver como produzimos, porque muitas pessoas dizem que tudo é igual, que tudo leva veneno. Então eles têm aquela curiosidade de ver a gente plantar. Então eles são convidados a vir na propriedade para constatar como a gente planta”.*

O agricultor (G), além de ter enfatizado as relações de trocas que ocorrem entre os associados e desses com os usuários da feira, exaltou as vantagens financeiras que advém dessa venda direta, fazendo as seguintes considerações:

“A relação com o consumidor é uma satisfação, é uma troca de experiências. Há sinceridade, a gente faz um trabalho que é reconhecido. A venda sem a presença do atravessador é importante, porque ele compra pela metade do preço, melhorando cada vez mais de vida e o agricultor, que trabalha de sol a sol, permanece na mesma. Assim, a renda aumenta. Não é uma coisa extravagante, mas dá para a gente se manter. Eu até fiquei admirada que uns professores dos Estados Unidos, que visitavam a feira, viram eu vender umas ervas de chá para uma senhora. e vieram me parabenizar pela forma como eu explicava como era o produto, dizendo que isso não acontecia lá.. Outra coisa é a troca de experiências dentro da ARPA-SUL. Se a gente faz um cultivo e deu certo, a gente troca experiências, vai passando para os outros. As pessoas trabalham juntas, cria um espírito de grupo”.

Esse convívio quase familiar entre os associados e destes com os consumidores também foi destacado pelo agricultor (A) que complementou dizendo que quando por alguma razão um deles não participa da feira, há uma cobrança imediata por parte do consumidor. Segundo esse agricultor, *“embora financeiramente seja um melhor negócio do que entregar ao intermediário, não há dinheiro que pague esse convívio”.*

Esse tipo de posicionamento, procurando qualificar a figura do consumidor e tornando-o um importante parceiro para o desenvolvimento exitoso de seu trabalho, foi também identificado por Torjusen et al. (2001), ao estudarem as relações entre agricultores que utilizam sistemas orgânicos de produção e consumidores.

Entre as motivações dos agricultores, captadas pelos pesquisadores, está a preocupação em produzir e entregar diretamente alimentos saudáveis à comunidade, satisfazendo, além disso, os interesses e preferências dos consumidores pela participação destes nas decisões que tomam no processo de produção e de proporcionar melhores condições ambientais para os animais criados na propriedade.

Os referidos autores, destacam ainda, que havendo similaridade de objetivos entre agricultores e consumidores, desenvolve-se um grande potencial para construir alianças que possibilitem a construção de uma agenda de trabalho, que tenha como meta a ampliação da produção de alimentos, usando um sistema retroalimentado pelos consumidores.

Também o agricultor (E) tem um posicionamento convergente, quando ressalta a importância da participação. *“A questão dos produtores trabalharem juntos na feira, viajarem junto, isso é bom também. Antes era individual, plantava-se, vendia-se para a indústria ou para o atravessador e terminava tudo ali. Agora não, a gente está junto até o momento de vender”*.

A busca de um ideal e a necessidade do reconhecimento por parte da população foi destacada pelo agricultor (D): *“Eu só queria convidar o pessoal que não acredita no nosso trabalho, para que prestassem mais atenção na gente e apoiasse essa luta. No começo a gente era também criticada porque achavam que isso era coisa meio de doido, dizendo que não tinha futuro. Hoje está mudando. Do dia para a noite a gente vê a diferença. Nós estamos desde 1998 na volta disso e agora já está bem mais fácil.. No começo foi muito difícil e isso que nós entramos com a feira já instalada. Os primeiros passaram muito mais trabalho”*.

Esse posicionamento coincide com a percepção destacada no trabalho que Martin (1998) desenvolveu em Ontário, Canadá, ao avaliar a agricultura orgânica. Ressaltou o autor, as dificuldades por que passam os agricultores nos primeiros anos de implantação do sistema pois tanto ele, quanto o solo precisam se ajustar às características da produção de base ecológica. As dificuldades na fase de transição, as instabilidades climáticas e os problemas de preço com os produtos ainda não certificados, são fatores que afetam negativamente a questão financeira. Esse é um fato que é corroborado pelo agricultor (A), que assim se manifestou:

“No início, a gente sofreu muito. A produção era muito baixa, porque as nossas terras eram muito deficientes, fracas e não se tinha qualidade de produto e se tinha problemas com o mercado. Com o passar do tempo e a melhoria das terras, começamos a dominar melhor e a aprender novas práticas da produção agroecológica. Hoje em dia já se tem um produto de qualidade, que até já dá para se dizer que é melhor do que no convencional”.

Essas são preocupações que levaram muitos dos agricultores a entrar num processo de conversão de forma cautelosa, para que pudessem ter uma maior segurança em seu trabalho.

Outras motivações apresentadas para produzirem a partir de sistemas de produção de base ecológica, foram relacionadas ao associativismo e ao cooperativismo, mostrando como a forma e a organização do trabalho são importantes num processo decisório.

O convívio social estabelecido entre os associados, a partir do próprio transporte solidário, pelo convívio da feira e demarcado em muitos outros momentos do cotidiano de suas vidas, resultam em encontros sociais que desenvolvem aspectos importantes de afetividade e cidadania. Esses fatos foram apresentados como motivadores tanto para a suas organizações em grupos, quanto para atuarem como produtores agroecológicos.

Segundo Costabeber & Moyano (2000), a implementação de diferentes formas de trabalho coletivo tem sido fundamental para que agricultores familiares possam viabilizar suas atividades agrícolas a partir de sistemas de produção de bases ecológicas. Essa é uma condição básica na promoção de um Desenvolvimento Rural Sustentável e tem se constituído num importante processo para que esses agricultores possam se contrapor a exclusão econômico-social e a degradação ambiental geradas pelo atual modelo de desenvolvimento.

A organização do trabalho dos agricultores que foram sujeitos da presente pesquisa é um dos exemplos típicos dessas ações bem sucedidas.

Martínez (2001), estudando três casos de associativismo entre pequenos produtores rurais argentinos, constatou que entre os agricultores a sensação de êxito na natureza do trabalho não se dava única e exclusivamente na vinculação ao produtivo e ao econômico. Ao contrário, observou que os agricultores ressaltavam, com muita ênfase, questões relacionadas a forma de vida que passaram a ter a partir desse tipo de organização.

De outra parte, ficou claro, nas entrevistas que a participação comunitária em festividades religiosas, populares e em diversas atividades culturais dos agricultores demonstra, de forma muito explícita, a solidariedade e o desenvolvimento de um processo de sociabilidade entre os agricultores e suas famílias.

Outra questão muito presente nas argumentações dos agricultores entrevistados, está relacionada ao ambiente, a natureza e ao solo, percebendo-se uma conscientização e uma preocupação generalizada sobre a necessidade de preservar os recursos naturais para as futuras gerações. Isso se justifica pelo fato desses recursos serem fundamentais para o exercício de suas atividades, como agricultores e para a reprodução da família, o que foi percebido nos seguintes comentários:

“Trabalhar com agricultura orgânica é melhor, pois não estamos poluindo córregos, rios e sangas e a população da cidade e os nossos fregueses podem comer produtos mais saudáveis”.

“Falei da nossa saúde, mas tem a saúde do solo. A gente percebia que tinha muitos bichinhos que acabaram sumindo. Hoje, muitos insetos que não se via mais no solo, começam novamente a aparecer”.

“Não tendo que usar veneno a gente se protege, protege as crianças e toda a terra”.

“Na área do convencional havia botado adubo químico e veneno, então muito microorganismo foi destruído e fica mais difícil de recuperar. Ali não, estava intocada, estava limpa, então já começaria bem”. Esse último comentário foi feito por um dos agricultores para explicar do porque ter iniciado suas atividades partindo de áreas intactas, com solo sob vegetação nativa, existente na sua propriedade.

“A gente via que já nos primeiros anos o fumo produzia melhor, depois foi diminuindo, tanto a produção quanto a qualidade, e aí começamos a perceber que pelo uso dos químicos a lavoura de fumo estragava a terra”.

“O que nos levou mesmo a mudar a maneira de cultivar a terra e de produzir foi a preocupação com a saúde, com o meio ambiente, com o ar e com as terras que estavam cada vez ficando mais fracas.”

“Cada vez mais se nota que está acontecendo tanta coisa na natureza e que essas alterações são causadas pelo homem. Então se tu não fizer a tua parte, tu não pode esperar que façam por nós”.

“Chegar na lavoura e poder comer o que se produz é totalmente diferente do que pegar um tomate com veneno. Eu estou praticamente isolado no meio dos químicos. Hoje existe uma diversidade de animais dentro da propriedade que há oito ou dez anos não se encontrava. Hoje tem jacú, mangú, pomba, lebre, que fogem de outras áreas que trabalham com o químico e vêm aqui se esconder. É uma reserva. Aqui todo tipo de vida é preservada. A água também, toda água aqui é da propriedade, de vertentes, não entra de outras propriedades, é totalmente isolada. Essa mudança jamais vai ser abandonada, porque está se fazendo um benefício para a família, para o consumidor e para a natureza”.

Esses são trechos de depoimentos de alguns dos agricultores entrevistados, cuja reprodução atende não só a necessidade de ilustrar e enriquecer esse trabalho, como a de identificar os efeitos recíprocos que esse tipo de produção produz na relação homem-natureza, evidenciando que ao trabalharem com sistemas de produção de base ecológica estão contribuindo, significativamente, para a diminuição dos impactos ambientais proporcionados pelas práticas agrícolas utilizadas em sistemas de manejo convencional,

como poluição da água por nitratos agrotóxicos, por exemplo (Tilman, 1998; Pacini et al., 2003).

Questões pertinentes à forma de comercialização, possibilidade de formação de preços, retorno financeiro e a possibilidades de novos mercados foram, também, fortemente demarcadas pelos agricultores, como motivações para produzirem em bases ecológicas.

Isso demonstrou, que além de aspectos sociais, ambientais e culturais, aqueles de origem econômica também têm peso significativo quando da tomada de decisão.

Esse é um fato importante para os agricultores, pois a possibilidade concreta de conseguirem um melhor desempenho econômico na produção sinaliza uma viabilização na sua atividade de produtor rural e, conseqüentemente, a manutenção da unidade familiar.

A experiência pioneira de alguns agricultores do município de Ipê, no Rio Grande do Sul, em trabalhos com uma produção diferenciada foi o que viabilizou sua permanência no meio rural, afirma Felippi (2000), ressaltando, ainda, que ao enfrentarem o desafio de produzir alimentos através de sistemas de manejo de bases ecológicas, encontraram, em que pese as dificuldades iniciais, uma forma mais digna de trabalho na agricultura. A autora ressalta, também, que a sensível redução dos riscos à saúde familiar, a possibilidade de um maior lucro e as garantias de mercado, são as grandes motivações apresentadas pelos agricultores associados da ECOCITRUS, uma cooperativa localizada no Vale do Caí, RS, que têm uma das experiências mais bem sucedidas na produção de alimento sob base ecológica, no estado do Rio Grande do Sul.

O agricultor (H), ao falar de suas motivações para produzir fora dos padrões da agricultura convencional, não hesita em afirmar que a questão financeira pesou bastante na hora da decisão.

“A gente acha que não é justo trabalhar só para dizer que é ecológico e não ter um retorno para nossa família viver melhor. O custo de produção é bem mais barato pois adubo químico, inseticida e herbicida, usados no convencional, não se compra mais. Esse dinheiro fica no bolso, em casa. São coisas que melhoraram. No convencional, entregava meu produto ao atravessador, sem preço, com trinta dias para receber. Agora, vende-se a vista e direto ao consumidor e o dinheiro do atravessador vem para casa. Se não tivesse tomado essa decisão de trabalhar na agricultura ecológica, não teria condições de me sustentar como produtor rural”

O filho do agricultor, presente a entrevista, reforça a manifestação afirmando que no seu entendimento a situação deles melhorou bastante, *“Apesar de ter aumentado mais o trabalho, porque tem que capinar, botar mais esterco, mais matéria orgânica, a gente consegue produzir bem melhor e com um aumento da comercialização poderemos aumentar a produção, melhorando maquinário e comprando mais.*

Fatos relacionados ao melhor retorno econômico vinculado ao aumento do trabalho para os agricultores foram também observados por De Jager et al. (2001) ao compararem sistemas de manejo de baixo uso de insumos externos com convencional, em várias propriedades de agricultura familiar no Kenya. Segundo os autores, ainda que o retorno econômico tenha sido mais vantajoso, os agricultores que utilizaram insumos produzidos localmente tiveram considerável incremento na mão-de-obra de seus sistemas de produção, face, principalmente, aos aspectos relacionados ao preparo e aplicação de fertilizantes.

Também Pacini et al.(2003), comparando a sustentabilidade de diferentes sistemas de produção, encontraram resultados mais favoráveis tanto em termos financeiros quanto ambientais, para manejo orgânico, quando comparado ao convencional ou ao integrado. Ressaltaram, no entanto, que esse melhor desempenho se deu pelo maior preço de venda dos produtos e pela ausência de custos com fertilizantes e pesticidas.

A possibilidade da comercialização direta foi um dos aspectos mais motivadores referido pelos entrevistados, evidenciando um nível muito elevado de conscientização sobre o que significava produzir e entregar seus produtos para o atravessador.

Para o agricultor (C), *“o negócio é evitar os atravessadores, porque a produção já é muito pouco valorizada. Vendendo direto para o consumidor conseguimos melhorar o preço final de nossos produtos.”*

“Acho também importante o ganho” diz o agricultor (D). *“Comercializando direto a gente ganha mais e o consumidor também, e as despesas são menores, porque não se compra produtos químicos. E quando a gente precisa de algum defensivo a gente faz um soro, prepara a calda bordalesa. Muito pouco a gente compra, como o sulfato de cobre. A maioria do que se precisa, se usa de casa”.*

Essa manifestação, além de fazer menção a presença negativa do intermediário e ao aumento do ganho na venda dos produtos, coloca uma outra questão importante na produção de base ecológica, relacionada a substituição dos insumos externos por alternativas obtidas nos limites da propriedade. Isso vai ao encontro de um dos

princípios básicos da Agroecologia, que busca um balanço energético mais favorável na produção de alimentos (Gliessman, 2000; Altieri, 2002).

Os agricultores (E), (F e (A) têm pontos de vista semelhantes, assim se manifestando:

“Outra razão seria a parte financeira, pois vendendo os produtos para o atravessador os preços são muito baixos. Vendendo direto na feira, a gente tem os dois ganhos, o do produtor e o que o atravessador ganharia.”

“Antes de plantar fumo a gente plantava cebola, batata, a gente tinha chácara em outra propriedade, não era proprietário ainda, e não tinha para quem vender. Então isso tudo levou a gente a produzir dessa nova maneira, a participar da feira, vendendo direto ao consumidor”.

“A gente levanta de madrugada e vai para a feira, comercializar o que planta, mas paga a pena. Hoje nós é que fazemos o preço. A gente faz reunião lá na feira e definimos o preço. Antes não, o atravessador dizia é esse o preço, se vocês querem ou não. Quantas vezes o produto apodreceu porque não se vendia”.

Junqueira et al. (2002), avaliando financeiramente a produção de hortaliças em sistema orgânico, a campo e em estufa, em uma propriedade agrícola, constataram a viabilidade dessa atividade, ressaltando, ainda, sua importância social frente a possibilidade de absorção de mão-de-obra, a qual representa 27% do custo da produção.

Do ponto de vista econômico, chamaram a atenção para o fato de que poderia ter sido ainda mais favorável, se os adubos orgânicos fossem na sua totalidade produzidos no próprio estabelecimento. Essa afirmativa, porém, não pode ser generalizada. Há sistemas de produção em que o uso de biofertilizantes pode proporcionar um custo mais elevado.

É o que constataram Alflen et al. (2001), ao realizarem análise econômica em produção de soja orgânica, comparada com convencional, contabilizou custos finais 18,4 % mais elevados para o primeiro sistema de produção, face a elevada dose de biofertilizante (Supermagro) que foi utilizado.

De acordo com Schmidt (2001), a estratégia de aumento da renda pela venda de produtos considerados diferenciados, a preços mais elevados, é importante na consolidação desse objetivo, principalmente no período de “transição ecológica”. Ressalta, no entanto, que dentro de objetivos mais amplos, é interessante que cada vez mais, um número maior de agricultores pratiquem uma agricultura de bases ecológicas.

Isso acarretaria, fatalmente, um aumento na oferta desses produtos e, possivelmente, uma queda nos preços oferecidos aos consumidores.

Essa maior oferta necessitaria, como consequência, um processo de crescimento contínuo no número de consumidores. E aí reside uma discussão sobre a necessidade e da viabilidade de colocar esses produtos em outros espaços, como as grandes redes de supermercados. Essa discussão apresenta posições divergentes, mesmo porque a relação entre os agricultores e esses empresários é muito complexa.

Há que se considerar, no entanto, que os novos consumidores não se restringirão ao hábito de comprar os produtos orgânicos apenas em nichos hoje consagrados, como feiras e espaços especializados. Provavelmente, o melhor procedimento a tomar seria a identificação desses produtos, de forma que o consumidor saiba quem produz e de que forma são produzidos.

A abertura de novos mercados para que os produtos oriundos de sistemas de produção de base ecológica sejam não só disponibilizados, mas também e principalmente, acessíveis à maioria da população está atrelada a uma condição que está relacionada a uma ética muito peculiar da agricultura de base ecológica. Essa é uma premissa básica de um modelo agrícola que tem na sustentabilidade um fim a ser atingido.

A produção oriunda hoje dos agricultores associados da ARPA-SUL é encontrada em feiras-livres, em estabelecimento comercial especializado e na merenda escolar da rede municipal de ensino; atualmente com uma experiência piloto, mas com a perspectiva de expansão desse mercado.

Schneider (2002), enfatiza que o consumo de alimentos orgânicos no Brasil é, ainda, muito pequeno, havendo pouco conhecimento sobre o assunto por parte do consumidor, que não dispõe de material informativo sobre como esses alimentos são produzidos. Por isso, além do processo de conscientização, a respeito das vantagens de se consumir alimentos mais saudáveis, oriundos de tecnologias de produção mais limpas, é imprescindível desenvolver-se um marketing promocional voltado, especificamente, para esse novo hábito alimentar.

De certa forma a opinião do agricultor (I) reflete o pensamento do autor, quando justifica pela qualidade do produto, o preço, em alguns momentos e para alguns produtos, mais elevados ao consumidor.

“Já participamos do projeto da merenda escolar no ano passado e agora vai continuar e melhorar e muito produto poderá ser colocado à disposição. A única coisa

que eles (a prefeitura) acharam é que nosso produto estava meio caro. Até concordo com eles, mas nossa mercadoria é de boa qualidade”

Rosa et al. (2000), avaliando as demandas do mercado para hortaliças oriundas de produção orgânica e miniprocessadas, verificou que independentemente do local de vendas, há uma maior receptividade por parte dos consumidores aos produtos originados de cultivos não convencionais, por acreditarem nos benefícios à saúde que esses podem trazer. Além disso, comprovaram que para 80% dos entrevistados o preço mais elevado desses produtos não era considerado restritivo ao consumo, reafirmando, além disso, a posição de comprá-los tendo como preocupação a qualidade de vida.

Estudos desenvolvidos por Darolt (2001), relacionados à diferença de preços entre os produtos orgânicos e convencionais, mostram que entre os fatores que determinam os preços mais elevados, estariam aqueles vinculados a forma de comercialização, escala e organização do sistema de produção, custos extras com os procedimentos para certificação e as perdas econômicas durante o processo de conversão.

Além disso, o pesquisador ressalta que em sendo mais caros os alimentos de origem orgânica, sua concorrência com os originados de sistema de produção convencional, é injusta, pois aqueles pressupõem uma valoração ambiental que não está contemplada no custo de produção.

Esse fator deveria refletir-se no preço de mercado, o que geralmente, não acontece, sucitando o debate. Daí, poderia-se perguntar: Deveriam os produtos orgânicos receber agregação de valor?

Do ponto de vista dos ganhos econômicos, há uma idéia generalizada que os primeiros anos da transição para a agricultura de base ecológica são muito difíceis. Gradativamente, no entanto, começa a haver um aumento na renda do produtor, principalmente pela experiência que adquire ao longo do tempo e pela substituição de insumos que ocorre nesse sistema.

Segundo Gliessman (2000), uma redução na produtividade e no lucro, nos primeiros anos da fase de conversão do modelo convencional para o de base ecológica, são passageiras e com o passar do tempo, conforme o agricultor vai ajustando a economia de sua unidade produtiva à um novo contexto de produção, de mercado e de preços, ganhos econômicos surgirão e benefícios ecológicos, consequentemente, começam a se materializar.

Nesses aspectos o agricultor (I), assim se manifesta:

“Em primeiro lugar, esse negócio de sair do convencional e ir para a produção agroecológica é meio complicado, porque se produz menos. A despesa é até menor, mas não se colhe o que se colheria no convencional, mas no fim tu tem mais lucro principalmente porque não compramos adubo e venenos. Então a gente tem uma economia”.

Yurjevic et al. (1993), avaliando um sistema de produção com bases ecológicas para subsistência familiar, verificaram que a produtividade obtida permitiu satisfazer as necessidades nutricionais e as preferências de uma família camponesa média, liberando sua renda para outras necessidades. Além disso, constataram que embora não sendo auto-suficiente, permite um nível de estabilidade maior do que o do sistema convencional, já que a necessidade do uso de insumos externos é reduzida, tornando-se menos dependente das flutuações de mercado.

Rosset (2000), fazendo uma análise sobre os reflexos econômicos, sociais e ambientais da Revolução Verde, afirma que *“o único modelo com potencial para acabar com a pobreza rural e para proteger o meio ambiente e a produtividade da terra para as futuras gerações, é uma agricultura baseada na exploração familiar, que sigam os princípios da Agroecologia”*. Segundo o autor, um estudo feito pelo National Research Council, mostra que nos Estados Unidos da América do Norte, os agricultores alternativos estão conseguindo melhor produtividade e custos mais reduzidos por unidade colhida, ainda que muitas políticas públicas daquele país, não estimulem a adoção desse modelo.

Há, no entanto, alguns aspectos relacionados à produção agroecológica que ainda suscitam reflexões em alguns pesquisadores.

Campanhola & Valarini (2001), por exemplo, ressaltaram que embora a agricultura orgânica seja considerada uma atividade socialmente correta, nem sempre a questão social está a frente das preocupações, prevalecendo os interesses na produção e no retorno econômico que ela apresenta. Para os referidos autores, a questão relacionada à qualidade do trabalho infantil e de mulheres grávidas na agricultura orgânica, são fatos que só recentemente mereceram atenção especial.

Acredita-se, porém, que essa é uma questão que tende a ser superada a medida que os agricultores vão tendo maior clareza do significado daquilo que realmente seja uma agricultura com base ecológica. Há uma compreensão muito clara, por parte dos agricultores pesquisados, de que a educação de seus filhos é, hoje, uma questão fundamental para o futuro de suas vidas, mesmo que esses venham a reproduzir a

atividade desenvolvida pela família. A participação esporádica dos filhos, fora dos horários dedicados à educação escolar, é vista por eles próprios e pelos seus pais, como uma forma responsável de contribuição ao trabalho organizado na propriedade.

A partir do conteúdo das manifestações apresentadas pelos agricultores, ao responderem sobre suas motivações para produzir a partir de modelos agrícolas de bases ecológicas, foi possível constatar que não existe uma única dimensão nesse processo de transformação. Suas motivações, expectativas, angústias, sentimentos, emoções e afirmações contemplaram, claramente, as dimensões social, econômica, ecológica, ética, cultural e política, citadas por Caporal & Costabeber (2002), ao analisarem a multidimensionalidade da sustentabilidade, que deve pautar as ações na construção do desenvolvimento rural sustentável, a partir da aplicação dos princípios da Agroecologia.

Do exposto, foi possível estabelecer algumas relações entre as preocupações, percepções e motivações que alteraram o comportamento desses agricultores que, ao deixarem de lado uma longa história de produção alicerçada nos padrões da agricultura convencional, passam a construir, coletivamente, um outro modelo de agricultura que se liberta dos pacotes tecnológicos e do uso maciço de insumos externos, para buscar, no conhecimento tradicionalmente desenvolvido, um novo caminho para construir uma agricultura solidária, econômica, social e ecológicamente sustentável.

A venda direta sem atravessadores, a substituição de insumos externos por produtos preparados no próprio estabelecimento e o uso de práticas desenvolvidas através um saber localmente desenvolvido, fazem com que diminuam os custos de produção e aumente a margem de lucro dos agricultores, com reflexos diretos e imediatos no aumento da renda familiar.

Também as possibilidades de abertura de novos mercados, a possibilidade de estabelecer o preço de venda ao consumidor e uma melhor racionalização no uso da mão-de-obra, foram motivações e ações concretas que os agricultores ponderaram ao tomarem a decisão por trabalharem com um novo paradigma de agricultura.

As manifestações emanadas dos agricultores mostraram que a dimensão econômica também influenciou muito suas decisões. Por mais idealista que possa ser, o agricultor tem consciência que a melhoria da qualidade de vida de sua família está diretamente vinculada ao êxito econômico de sua produção.

A referência às questões econômicas como motivadoras da transgressão ao modelo dominante não pode ser vista como uma anomalia e sim como um instrumento legítimo de busca de uma melhor qualidade de vida, numa sociedade tão desgastada

ambientalmente por um modelo que, em que pese os grandes avanços conseguidos, não se mostrou eficiente nem na produção de alimentos saudáveis nem na preservação da natureza.

Ao ressaltarem entre suas motivações a esperança de uma vida melhor, a preocupação com a sua saúde, com a saúde de sua família e com a saúde do consumidor, com a perspectiva de um crescente processo de socialização do conhecimento, com os problemas decorrentes do uso de agrotóxicos, com a comercialização de produtos saudáveis, com o crescimento de sua associação, com as incertezas e ansiedades pelo surgimento de novas tecnologias (transgênicos), com a importância e a valorização do seu trabalho na agricultura e do exercício de sua condição de agricultor-cidadão, acreditam que é possível construir e viver num mundo melhor.

Suas expectativas e preocupações com a dimensão ecológica foram identificadas pela íntima relação de seu trabalho com a natureza, pela preocupação dos malefícios e pela contaminação do homem e do ambiente causados pelo uso de agrotóxicos, pela utilização indiscriminada de organismos geneticamente modificados, pela necessidade de proteção e de melhoramento da saúde do solo, pelo ressurgimento da fauna, outrora tão ricamente presente em suas propriedades e pela necessidade de resgatar e de respeitar a biodiversidade.

Zonin et al. (2000), em estudos sobre a geração de renda em associações de produtores familiares feiristas na região colonial de Erechim, RS, constataram uma multiplicidade de motivações entre os agricultores que aderiram à produção de base ecológica, ressaltando-se, entre outras, a maior rentabilidade, a inviabilidade do sistema convencional para o pequeno agricultor, a redução drástica no uso de agrotóxicos, a preservação da saúde, do ambiente e o oferecimento de alimentos mais saudáveis à sociedade.

Como afirma Costa Gomes (2001), *“o paradigma ecológico vai muito além da ciência, estando vinculado com a consciência e com a experiência, compreendendo a interconexão e a interdependência de todos os fenômenos em suas dimensões sociais, culturais, ambientais e econômicas”*.

Há um conjunto de fatores que estimulam os agricultores a se incorporarem à esse processo de transição para um novo modelo agrícola, como a possibilidade do exercício da cidadania e de independência, com o desatrelamento de suas atividades dos pacotes tecnológicos que sugerem o elevado uso de insumos externos, o custo crescente da

energia, as baixas margens de lucro das práticas convencionais, a viabilidade de melhorar o desempenho econômico do sistema de produção a partir de novas práticas agrícolas, o desenvolvimento de uma consciência ambiental por parte dos agricultores e da comunidade em geral e as novas demandas por alimentos produzidos a partir de tecnologias mais limpas (Gliessman, 2000; Guzmán Casado & Alonso Mielgo, 2000).

Essa transição precisa ser compreendida, embora resgate todo um acervo cultural da agricultura tradicional, como um processo de construção do conhecimento fortemente alicerçado na ciência, mas com uma nova leitura de realidade (Costabeber, 1999).

A postura que os agricultores da ARPA-SUL têm adotado, desde a criação da entidade, mostrou o caminho a ser trilhado. A tomada de consciência e a ruptura com o velho, por mais traumática que possa ter sido, representaram passos fundamentais para sair do paradigma convencional. A motivação e a convicção, representadas, muitas vezes, por singelas expressões, são características que todos ainda preservam.

A história, o cotidiano de vida e o relato que cada um dos entrevistados apresentou, certamente não estavam fundamentados única e exclusivamente na racionalidade. Ao contrário, traziam consigo suas sensações de medo, raiva, afeto, tristeza e alegria (emoções) e os sentimentos que dessas decorrem e que foram fundamentais para o desenvolvimento do trabalho que ora desenvolvem e para a construção de um novo conhecimento (Damásio, 1996).

Além disso, as motivações apresentadas pelos agricultores permitiram inferir que a transição para um sistema de produção de base ecológica, muito provavelmente, não ficou simplesmente inserida na noção de paradigma que Kuhn apresentou em sua obra “Estrutura das Revoluções Científicas”, mas como parte integrante de um grande processo de transformação que ultrapassou o âmbito do tecnológico, do economicista e do imediatista, fundados única e exclusivamente no saber científico.

O que se verificou foi a existência de um processo de conscientização da necessidade de que essa transição, necessariamente, deva ser conduzida de modo que seja possível se caminhar, firmemente, em direção a um modelo de agricultura, cuja concepção valoriza, antes de tudo, o saber popular e a ecologia.

É assim, portanto, inexoravelmente, que está sendo construída uma atividade agrícola socialmente adequada e ecologicamente correta, sem perder a perspectiva de que é, sim, fundamental para o agricultor, para sua família e para o próprio

desenvolvimento rural sustentável, que essa atividade, seja, também economicamente viável.

O processo de conversão, que continua acontecendo, muito provavelmente, é parte integrante da concepção de paradigma ecológico proposto por Capra (1996), que o concebe *como “uma constelação de concepções, de valores, de percepções e de práticas compartilhadas por uma comunidade, que dá forma a uma visão particular da realidade, a qual constitui a base da maneira como a comunidade se organiza”*.

E esse novo paradigma converge para duas visões de mundo que contrastam com os padrões que até aqui têm dominado nossa cultura: a holística, em que a visão do todo é fundamentalmente mais importante do que a visão reducionista; e a ecológica, que contempla além da compreensão da totalidade das coisas, o conhecimento de como e de onde se originam as partes desse todo.

Caporal & Costabeber (2001) entendem essa transição como *“um processo gradual de mudança, através do tempo nas formas de manejo dos agroecossistemas, tendo-se como meta a passagem de um modo agroquímico de produção (que pode ser mais ou menos intensivo no uso de inputs industriais) à outro modelo ou estilos de agricultura que incorporam princípios, métodos e tecnologias com base ecológica”*.

Consolidar as expectativas é um ato que transcende a vontade própria dos agricultores. Ações envolvendo o ensino, a pesquisa e a extensão são condições por demais importantes e necessárias para que, efetivamente, se consolidem, em que pese as imensas dificuldades que enfrentam, tanto como cidadãos quanto atores de um processo que possa contribuir, efetivamente, para um desenvolvimento rural sustentável.

O desenvolvimento de uma atividade agrícola fundada em sistemas de produção de base ecológica implica não só a compreensão do solo em uma dimensão holística, mas, também, o conhecimento das relações que se estabelecem entre este recurso, a água, a planta, o animal e as atividades antrópicas.

A visão que o agricultor tem de um ecossistema agrícola converge, exatamente, para essa totalidade. Identificar a percepção que os agricultores têm sobre um solo sadio ou de boa qualidade e desenvolver ferramentas, a partir dessas concepções, para que possam monitorá-la, sob a ação de um determinado sistema de manejo, é um fator fundamental na busca de uma atividade agrícola sustentável.

4.3 Qualidade ou Saúde do Solo: um modelo de monitoramento desenvolvido a partir do saber localmente construído

4.3.1 A percepção dos agricultores sobre um solo sadio ou de boa qualidade

No desenvolvimento de sistemas de produção de bases ecológicas, a geração de novas tecnologias está intimamente relacionada ao conhecimento localmente desenvolvido pelos agricultores. Além disso, o monitoramento da Qualidade ou Saúde do Solo é de fundamental importância para que novas práticas de manejo possam ser avaliadas e adotadas, fornecendo, assim, os subsídios mais adequadas para o desenvolvimento de um padrão de agricultura sustentável.

Nessas circunstâncias, o envolvimento de agricultores na construção de estruturas que lhes possibilitem monitorar a qualidade do solo, ao longo do tempo, e frente ao sistema de manejo que utilizam, implica o reconhecimento das experiências por eles mesmos desenvolvidas no processo de produção.

A abordagem qualitativa dos fatos e a aplicação de entrevistas, formulários e questionários em boa parte dessa pesquisa foram fundamentais na obtenção de informações que subsidiaram a construção coletiva dessas estruturas.

A pergunta básica apresentada aos entrevistados foi: **O que você considera um solo sadio ou de boa qualidade?** No transcorrer das entrevistas, outras questões foram apresentadas, com o objetivo de facilitar, dinamizar e dirigir o diálogo para a temática que estava sendo tratada.

Na análise dos conteúdos das entrevistas, identificando-se conceitos, relações e idéias, constatou-se a existência de uma significativa convergência de opiniões entre os agricultores sobre o tema tratado.

Face aos objetivos da presente pesquisa e por limitações na própria estrutura do texto, não se transcreveram integralmente os depoimentos dos entrevistados. Procurou-se, contudo, sem perder a riqueza dos detalhes, apresentar, com pequenos ajustes gramaticais, aqueles trechos que melhor e mais objetivamente, representassem as opiniões dos agricultores, respeitando suas falas e expressões, para que não se perdesse a originalidade dos conceitos que emitiram. A síntese desses depoimentos está a seguir apresentada.

“Acho que um solo de boa qualidade está relacionado a terra bem solta, pois aí se desenvolvem todos organismos da terra e é quando a planta se desenvolve melhor. Também quando a água leva a terra embora, leva toda a gordura da terra e ela se

esgota e quando o barro amarelo aparece é porque a terra já está rasa e a planta não se desenvolve. Por isso o negócio é usar a terra de encosta de arroio onde se vê mais organismos, mais gordura e aí a planta se desenvolve bem e o solo tem mais profundidade”, manifestou-se o agricultor (C), ao responder a pergunta formulada.

Para o agricultor (D), um solo de boa qualidade é percebido *“através da profundidade, dos tipos de ervas que aparecem, como o carurú e nabo, pela diferença de manejo da terra, se é muito apertada ou mais solta, se é melhor de arar ou não”*.

Quando questionado se haviam outras maneiras que utilizava para identificar um solo de boa qualidade, principalmente quando andava pela lavoura, respondeu que *o “aparecimento de minhocas e outros bichinhos são também sinais de um solo de boa qualidade”*.

Para o agricultor (E), o solo é de boa qualidade quando *“está fofo, escuro, com matéria orgânica, com palha, pois nessas condições é bem mais fácil de trabalhar, de fazer canteiros e de capinar. O solo mais arenoso tem menos risco de compactar, já o solo que não tem tanta areia, se não tiver boa matéria orgânica, com uma chuva forte ele já fica compactado. E essas coisas eu percebo pela facilidade de manusear o solo. Se não tem matéria orgânica, vai ser mais difícil da enxada entrar na terra. Também as plantas do tipo caruru, picão-preto, aparecem mais onde o solo está melhor, tem mais matéria orgânica, onde está mais solto. Onde não está tão fofo e não tem tanta matéria orgânica, já aparecem as plantas mais agressivas tipo milhã, papuã e guanxuma e nessa terra compactada a gente irriga e seca mais rápido. Se não tem algum tipo de cobertura, seca mais rápido também, já não guarda umidade. As vezes a água nem chega a penetrar, demora mais, precisa mais água e também escorre mais rápido”*.

O agricultor (I) ao responder a pergunta formulada no início da entrevista, ressalta que *“para um solo ser bom deve ter matéria orgânica, ter fundura e estar soltinho. Além disso não se pode queimar nada, tudo que é material que se puder amontoar na lavoura, deve-se deixar ali, apodrecendo, pois é matéria orgânica fabulosa, que depois se espalha e fica muito bom e o que se plantar ali vem embora, pois fica uma terra fértil. Também não pode ter erosão para não levar a terra e aquilo que se produziu, porque onde a água corre, a terra é fraca mesmo, quando se vê está o saibro amarelo aparecendo, e aí nem a marcela vem mais. Outra coisa é a cor da planta.. Onde o solo é bom a planta vem mais viçosa, bem verde e onde o solo não é bom, a planta é amarelinha, raquítica”*.

Um solo é de boa qualidade *“quando é fofo, solto, quando aparecem o caruru, a beldroega, a lanceta. A gente pode ver que ao arrancar uma planta dessas, a terra está bem solta. Também onde a gente vê aquela palha seca, a matéria orgânica, ela está fofa.. Se não, fica que nem um pão sem fermento, abatulado. Uma vez eu vi fazer um teste para ver se a terra era fértil ou não usando água oxigenada.. Se pega um pouco de terra de estrada que está socada e se coloca. Ela não vai ferver, já uma terra que tenha organismos, ela vai dar uma fermentação(bolhas) o mesmo que acontece se a gente botar numa ferida”*, diz o agricultor (F), manifestando-se de forma muito convicta seu ponto de vista.

A ilustração apresentada pelo agricultor é uma demonstração prática utilizada para mostrar a presença de microorganismos no solo. O teste da água oxigenada é muito usado na bacteriologia, onde é conhecido como o “Teste da Catalase” (Koneman et al., 1997; De la Maza et al., 1999). A fermentação referida pelo entrevistado, é o oxigênio liberado devido a ação da enzima catalase sobre o peróxido de hidrogênio.

A presença de determinadas plantas espontâneas (indicadoras) ainda foi objeto de consideração pelo agricultor, que assim se manifestou: *“A terra que é mais ruim tem o mata-pasto, o carrapicho rasteiro, ali a terra já é bem mais fraca”* A presença de minhocas e a retenção de água pelo solo são também lembrados como indicativos de um solo sadio ou de boa qualidade. *“O solo com produção ecológica fica mais úmido, pois passando dois ou três dias depois de uma chuva, a gente nota que na parte de cima do solo seca, mas embaixo não, ele consegue segurar a água. Antes, a gente não via nada de coró e nem minhocas na terra mas hoje já se acha bastante. E isso assim a olho nu, fará se a gente pegar um aparelho desses que aumenta, que até eu nunca peguei para ver”*.

O agricultor (H) apresenta sua concepção afirmando que *“Um solo é de boa qualidade quando está solto, fofo e não socado, como acontece quando tem aquele saibro rente a superfície. A vegetação tem bastante viço, e até no capinar se vê que a enxada e o arado entram facilmente, não é aquele entorramento, é uma terra solta. Também com relação as ervas que aparecem, a serralha, carurú, língua-de-vaca, picão branco e picão preto indicam um solo bom, já o carrapicho rasteiro e o papuã, dão em terra fraca. A guanxuma, quando aparece, é porque está socado”*.

O filho, participando também da entrevista, complementa: *“Para mim é como o pai falou, um solo bem solto, com uma boa vegetação e também com muita vida. As minhocas e microorganismos que estão trabalhando é que vão dar uma boa infra-*

estrutura ao solo e com isso ter uma boa planta. Você fazendo um bom manejo, evitando lavração, exposição ao sol, a chuva, ao vento, tendo uma cobertura de vegetação, protege-se esses microorganismos que vão trabalhando junto com a matéria orgânica que a gente põe no solo e dando uma boa estrutura e conservando melhor a umidade. Com o solo bem estruturado as plantas conseguem estruturar melhor as raízes, que ficam mais profundas e com isso conseguem se manter mais no período de seca, porque as raízes estão mais profundas e mais espalhadas, buscam a água em mais profundidade que um solo não cultivado no orgânico”.

A presença de plantas espontâneas relacionada a determinadas condições do solo é muito valorizada no saber desenvolvido pelos agricultores, o que pode ser constatado pela frequência com que foi citada pelos entrevistados, como indicador de um solo sadio ou de boa qualidade.

Esse ainda é um tema pouco valorizado na agricultura convencional e por boa parte da comunidade acadêmica. Favero et al. (2000) enfatizaram a importância dessas espécies, afirmando que ainda que sejam consideradas como “invasoras, inços ou plantas daninhas”, face aos supostos prejuízos que poderiam acarretar aos cultivos comercialmente estabelecidos, poderão proporcionar os mesmos benefícios que espécies cultivadas com finalidade de adubação verde, seja no melhoramento da fertilidade do solo, na produção de biomassa, como protetoras da superfície do solo ou mesmo na reciclagem de nutrientes.

O papel das plantas espontâneas na cobertura do solo e na reciclagem de nutrientes também foi objeto de estudo por Maia et al. (2001), que enfatizaram o efeito positivo da presença dessas plantas em cultivos de plantas perenes.

Para o agricultor (J), a qualidade do solo está vinculada à diferentes fatores, afirmando em sua manifestação que *“terra boa é aquela que produz, que tem matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio e os micronutrientes, dentro de um equilíbrio. Também as plantas que aparecem são indicativas. A guanxuma indica solo compactado, a língua-de-vaca ocorre onde a terra está ficando boa. Se o solo estiver lavado demais começam a crescer ervas que não tinha. Nas partes mais baixas, com terra mais preta, o solo tem mais força, dá uma boa espiga de milho e a cor da planta é mais escura. Se a terra está mais compactada, ela não responde bem. Agora se a gente consegue lavrar bem, com boa umidade, a gente pode livrar aos poucos o pé-de-arado. Também têm terras que, quando chove, passam dois dias e a gente pode lavrar, gradear e não tem grandes problemas. Outras ainda estão encharcadas. A terra fina tem essa*

difficuldade, fica mais tempo encharcada. Na terra mais grossa, choveu e logo em seguida a água desce. Em relação aos micronutrientes, eu acho que isso é um dos segredos da agricultura que nosso agricultor devia descobrir, aprender, com sua própria experiência. O NPK é bom, é necessário, mas os micronutrientes são muito importantes”.

O agricultor (G) também fez uma boa relação entre solo-água-plantas para explicar sua noção sobre um solo de boa qualidade. Para ele, *“um solo de boa qualidade é fofo, bem drenado e que tenha uma boa quantidade de matéria orgânica e cobertura para que não aconteça erosão. Também quando algumas ervas começam a aparecer e a se desenvolver bem é porque o solo ali é bom. Mas quando nem as ervas conseguem se desenvolver é porque faltam nutrientes, o solo já é velho, desgastado. A própria chuva que faz a erosão, acaba levando as partículas do nosso solo”.*

Ao fazer referências sobre o problema da compactação, como um indicador da Qualidade do Solo, o entrevistado esclarece que no próprio andar na lavoura já se consegue ter uma idéia de como o solo se encontra. Afirma que *“num solo bom, tu vais caminhando e sente que o pé afunda, ele é bem fofo. Já no solo desgastado tu sente, uma terra dura, saibrenta, socada, ali não se desenvolve nada, precisa ser recuperado. Também a presença de minhocas mostra que o solo é bom, porque tem matéria orgânica e quando tu fazes a aração se nota a presença de passarinhos que vêm se alimentar. Também num solo de boa qualidade, a água escoar melhor, tem uma drenagem melhor. Tem terras saibrentas que quando chove não infiltra água, e corre na superfície. Já uma terra mais fofo, mais grossa um pouquinho, a água escoar bem”.*

Essas relações estabelecidas pelos agricultores entre solo-planta-água, ao fazerem suas observações sobre um solo sadio ou de boa qualidade, foram também observadas por Ditzler & Tugel (2002) ao analisarem diversas experiências desenvolvidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América do Norte, na aplicação de ferramentas para avaliação da qualidade do solo, ao nível de campo. Esses autores, exemplificam essas constatações mostrando que normalmente atributos como drenagem e infiltração estão frequentemente vinculados às considerações sobre o crescimento das plantas e ao sistema de manejo que utilizam, evidenciando a visão global que o agricultor tem sobre seu sistema de produção.

O agricultor (A), ao responder a pergunta deu ênfase a presença de plantas indicadoras e a biologia do solo, ressaltando que *“O tipo de erva espontânea mostra se a terra é boa ou se está degradada. No início, quando se começou a trabalhar, tinha*

basicamente o capim gafanhoto. Daí, no outro ano, já começou a aparecer algum caruru, a língua-de-vaca, o picão preto, o picão branco e o carrapicho. São nessas coisas que a gente vê que a terra está melhorando. A quantidade de minhocas, a cor da terra, que ficou mais escura, uma terra mais fofa, mais soltinha, isso é uma indicação. A minhoca vai furando o solo melhorando a aeração e a planta se desenvolve melhor, porque através das galerias que as minhocas fazem, consegue interpor suas raízes. Também a quantidade de insetos que tem na flor do solo, bem na parte de cima do solo. Quando se retira a palha, se vê que a quantidade de insetos é enorme e esses insetos é que fazem a decomposição da matéria orgânica. Quando se começou a trabalhar aqui, há oito anos atrás, essa terra era uma estrada, era socada, muito rasa. Hoje se pode cavar vinte ou trinta centímetros com a mão. As plantas nas áreas já trabalhadas há mais tempo, vêm com mais vigor desde que nascem. Nas outras é necessário ainda botar um esterco, um adubo orgânico para dar início, se nota diferença já na cor”.

Considerando que esse agricultor é um dos mais antigos na associados da ARPA-SUL e que na sua propriedade existiam áreas com diferentes tempos de utilização com produção de base ecológica, perguntou-se se ele percebia diferenças no solo entre as diversas glebas da propriedade, ao que respondeu:

“Quanto mais tempo de cultivo, de trabalho as terras têm, mais poroso são os solos, escorre menos água na superfície, tem mais cheiro de mato, parece um esterco bem curtido. A coloração e a agregação mudaram também. Ficou mais escuro e fica um bolinho quando se pega na mão. Notou-se, também, a mudança do tipo de vegetação. A samambaia praticamente sumiu, a grama seda não se encontra mais e isso se deve ao melhoramento do solo, à matéria orgânica, à fertilidade. As gramíneas vão dando lugar às leguminosas.

Um solo para ser considerado de boa qualidade, tem que ser *“fofo e ter a presença do caruru, da serralha”*, diz o agricultor (B). Ao continuar expressando sua concepção, afirmou: *“quando vem uma samambaia ou a lanceta ele tá com uma falta de calcário. Sempre tem uma indicação no solo que dá para a gente ver. Num solo bom têm minhocas e certos bichinhos, pelo tipo de planta também, ela é viçosa, não é atacada por pragas. O solo sendo vermelho aqui não é bom, sendo preto é melhor, porque tem mais matéria orgânica e se tiver muito clarinho, é porque está desgastado, lavado. Um solo que depois de uma chuva, escorre água por cima, tá socado, tá desgastado. Então quando vem uma chuva todo aquele lodo, aquela terra boa não pode ir para a sanga, tem que estar ali junto com a curva de nível. A cor da água é um bom sinal. Se a água*

vai para baixo, é sinal que o solo está melhor, pois é bom que a água se infiltre. O solo bem estruturado é aquele que aceita a água infiltrar. O que não é estruturado é desgastado, não vem nada nele, é socado. O solo também é bom, quando não recebe agrotóxicos e tem a presença das minhocas, que são importantes”.

Essas manifestações do agricultor (B) foram similares às de outros entrevistados, principalmente no que diz respeito a visão integral que possui do solo e de suas condições para produzir adequadamente.

Constatou-se, pelos depoimentos, a visão abrangente de qualidade do solo que os agricultores têm, indo além dos atributos inerentes a esse recurso. Isso pode ser constatado pela frequência de citações, por exemplo, de plantas espontâneas, como um indicador de diferentes condições do solo, ressaltando, principalmente aquelas que são indicativas ou que sugerem o melhoramento da sua qualidade, pelas vinculações que fazem com a aparência da planta e condições hídricas, entre outras.

Analisando-se os conteúdos das entrevistas, constatou-se que trinta e oito termos e expressões foram utilizadas para expressar a percepção que os agricultores tinham sobre a saúde ou qualidade do solo, as quais foram agrupadas, por níveis de importância, estabelecidos pelo número de entrevistados que as citaram e pela ordem cronológica com que foram apresentadas (Romig et al., 1996). Resguardando-se a espontaneidade e a terminologia das citações, foram formados os seguintes grupos:

- a) terra fofa, matéria orgânica, tipo de ervas espontâneas, terra rasa;
- b) terra solta, erosão, terra socada, cor do solo, presença de minhocas, cor, viço e desenvolvimento da planta, porosidade do solo;
- c) presença de organismos e insetos, presença de barro amarelo, presença de saibro, terra boa de trabalhar e de arar;
- d) aproveitamento melhor da água, conservação de umidade, boa drenagem, secamento rápido;
- e) terra compactada, cor da água escorrida, cobertura do solo, presença de nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes;
- f) terra apertada, abatimada, infra-estrutura do solo, fermentação do solo, cheiro, distribuição de raízes, gordura da terra e aeração do solo.

A partir dos termos e expressões utilizadas, verificou-se que os agricultores conseguiam perceber mais claramente as condições de um solo de boa qualidade ou de boa saúde, por aspectos relacionados aos atributos físicos do solo (dezessete citações), seguido de atributos relacionados à biologia do solo (seis citações), à aparência da

planta (cinco citações), à química e à características visuais do solo (quatro citações) e, por fim, à características morfológicas e sensitivas (uma citação cada).

O comportamento dos agricultores participantes da pesquisa foi, em linhas gerais, bastante semelhante àquele encontrado por Sarrantonio et al. (1996), os quais também observaram que há uma melhor percepção sobre aspectos físicos do solo, principalmente aqueles mais facilmente alterados pelo manejo e uma menor confiança na identificação ou na percepção de questões vinculadas a biologia e a química do solo, até porque suas modificações, de modo geral, são menos aparentes.

Resultados encontrados em trabalho desenvolvido por Wander et al. (2002), mostraram, igualmente, que os atributos físicos são os mais relacionados com a percepção que os agricultores tiveram sobre um solo de boa qualidade, seguidos por atributos químicos, por características relacionados a aparência da planta, por atributos morfológicos econômicos, ambientais, de manejo, biológicos e, finalmente, vinculados à saúde animal.

Romig et al. (1995) entrevistaram vinte e oito agricultores norte-americanos para saber e estudar como eles reconheciam um solo de boa saúde. Entre os cinquenta termos e expressões utilizadas, constataram, também, que referências relacionadas a atributos físicos e à aparência das plantas, foram as mais citadas. Em ordem decrescente, quanto ao número de citações, seguiam-se, atributos químicos, visuais, econômicos, biológicos e outros de natureza diversa. Ressaltaram, ainda, que entre todos atributos citados, a matéria orgânica do solo foi aquele mais lembrado entre os entrevistados.

Conclusões semelhantes foram obtidas por Tugel et al. (2001), ao testarem sete modelos de avaliação da Qualidade ou Saúde do Solo desenvolvidos por e para agricultores norte-americanos. Observaram os autores, no referido estudo que, predominantemente, os atributos físicos foram aqueles mais associados à saúde do solo, seguidos de indicadores vinculados ao crescimento da planta e presença de resíduos, atributos biológicos e por último, os atributos químicos.

Tendo em vista a elevada similaridade encontrada entre as opiniões emitidas pelos agricultores ao manifestarem suas concepções sobre um solo de boa qualidade, foi necessário fazer uma uniformização dos termos e expressões utilizadas. O resultado desse procedimento é apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Adequação e uniformização de termos utilizados pelos agricultores para expressarem suas concepções sobre um solo de boa saúde ou qualidade.

Termos ou expressões utilizadas pelos agricultores	Termos ou expressões uniformizadas
1. terra solta, fofa, socada, abatimada, apertada, compactada	1. compactação do solo
2. gordura do solo, matéria orgânica,	2. matéria orgânica do solo
3. terra rasa, presença de saibro, profundidade raízes	3. profundidade do solo
4. erosão, valeta, valo, cor da água escorrida	4. erosão
5. presença de minhocas	5. população de minhocas
6. desenvolvimento, cor e viço da planta, desenvolvimento de raízes	6. aparência da planta
7. organismos, fermentação do solo, vida do solo	7. presença de organismos
8. facilidade de trabalhar, de arar, de manejar a terra	8. facilidade de trabalhar a terra
9. conservação da umidade, drenagem do solo, solo poroso, aerado, aproveitamento de água, secamento rápido	9. porosidade do solo
10. cor do sol	10. cor do solo
11. terra fácil de desmanchar, infra-estrutura do solo	11. estrutura do solo
12. tipo de ervas espontâneas	12. plantas indicadoras
13. presença de N, P, K e micronutrientes	13. nutrientes do solo
14. cheiro	14. cheiro

Para o processo de seleção final dos atributos, facilidade de mensuração, interdependência, adequação ao tipo de pesquisa, condição de ser utilizado no maior número possível de situações, sensibilidade às variações de manejo e clima e possibilidade de sofrer avaliações qualitativas, foram características priorizadas para que pudessem atender, do modo mais adequado possível, os requisitos para serem considerados como indicadores da saúde ou qualidade do solo (Doran & Parkin, 1994; Karlen & Stott, 1994; Doran et al., 1996; Karlen et al., 1997; Lal, 1999; Guzmán Casado, 2000; Schoenholtz et al., 2000; USDA, 2001; Nortcliff, 2002).

A utilização de um número muito elevado de indicadores, muitas vezes com significados semelhantes, dificulta a interpretação do agricultor, por isso é necessário que os usuários trabalhem com estruturas objetivas, de simples manuseio e utilizando um conjunto de atributos representativos das suas percepções sobre um solo sadio ou de boa qualidade. Esses aspectos são importantes na definição do conjunto mínimo a ser

utilizado, o qual não deve ser considerado como absoluto. A avaliação desses indicadores, por mais que possa contribuir para uma análise compreensiva da capacidade do solo em exercer determinadas funções no ecossistema do qual faz parte, deve ser considerado para as condições em que a pesquisa foi desenvolvida e dentro dos limites que lhe foram atribuída (USDA, 2001).

Atendendo essas premissas, foram selecionados os seguintes indicadores:

1. compactação do solo
2. matéria orgânica do solo
3. profundidade do solo
4. erosão do solo
5. população de minhocas na camada arável do solo
6. aparência da planta
7. presença de organismos no solo
8. porosidade do solo
9. cor do solo
10. plantas indicadoras.

Trabalho conduzido integradamente por pesquisadores da Universidade de Maryland, por técnicos do Natural Resources Conservation Service, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos e por dezessete agricultores, para a elaboração de estruturas que possibilitassem avaliar as variações na Saúde ou Qualidade do solo, quando submetido a diferentes sistemas de manejo, teve como base estudos da percepção desses agricultores, os quais apontaram como indicadores os atributos, população de minhocas, coloração do material orgânico da superfície e subsuperfície, presença de raízes e resíduos, compactação subsuperficial, facilidade de cultivar o solo, erosão, capacidade de retenção de água, drenagem, aparência dos cultivos, pH e disponibilidade de nutrientes (USDA, 2001).

Indicadores semelhantes foram identificados por Seiter & Campbell (1998) estudando a percepção dos agricultores para desenvolvimento de ferramentas para monitorar a saúde do solo. Nas entrevistas realizadas, verificaram que estrutura, camadas compactadas, facilidade de trabalhar a terra, organismos do solo, presença de minhocas, resíduos de culturas, aparência da planta, crescimento de raízes, infiltração e disponibilidade de água, foram os atributos mais citados pelos agricultores sendo selecionados como aqueles de maior relevância na pesquisa que desenvolveram.

Com o objetivo de levar à discussão acadêmica do ensino de Pedologia o nível de compreensão que os agricultores têm sobre o que é um solo de boa qualidade, Lima et al. (1999) desenvolveram estudos confrontando uma série de resultados de análise físicas, químicas, biológicas e morfológicas de diferentes atributos do solo, com a percepção que o agricultor tinha sobre Qualidade do Solo. Os resultados mostraram que entre os atributos analisados (bases trocáveis, fósforo, matéria orgânica, risco de salinização e porosidade do solo), apenas risco de salinização foi percebido por parte do produtor rural, tendo em vista as condições de salinidade da água. Concluíram ainda os autores, que os agricultores não conseguiram ter a noção completa sobre questões vinculadas a degradação do solo, exceto aquelas relacionadas com a redução da produção. Afirmaram, no entanto, que a percepção dos agricultores é de fundamental importância para o estabelecimento de linhas de pesquisas que possam refletir imediatamente nas condições de vida dos produtores.

Procurando dar um sentido mais amplo ao estudo do solo, Borges et al. (2001) compararam o conhecimento científico com o conhecimento empírico de agricultores utilizando instrumentos analíticos da Agroecologia (entendida no presente trabalho como agricultura de base ecológica) e da agricultura convencional, utilizando o solo de quinze propriedades agrícolas familiares, estratificadas de acordo com o manejo utilizado – convencional, de transição e orgânico – em três municípios do estado de São Paulo.

Através de análises quantitativas (químicas, físicas e biológicas) e qualitativas (perceptivas sobre a sensibilidade do agricultor sobre o uso do solo), concluíram que o solo que foi manejado organicamente apresentou melhor qualidade mas foi no grupo de produtores que estavam ainda na agricultura de transição que foi mais elevada a percepção sobre as condições gerais do solo.

Os resultados apresentados pelos referidos autores contrastam, de certa forma, com aqueles obtidos com os agricultores da ARPA-SUL que evidenciaram, pelas suas manifestações, um bom nível de compreensão sobre o que significa um solo de boa saúde ou qualidade, relacionando-a com diferentes níveis de intensidade ou de limitação de vários atributos do solo.

O conhecimento do agricultor sobre a qualidade do solo e os atributos por ele considerados para sua caracterização, são fatores importantes a considerar quando esses são incluídos como ativos participantes de avaliações dessa natureza, em suas próprias terras, sendo preciso adaptar ferramentas e metodologias usadas pelos pesquisadores

para que os próprios agricultores possam delas fazer uso. Atentar para essas peculiaridades significa desenvolver estruturas de monitoramento da Qualidade do Solo que apresentem simplicidade operacional, mostrem resultados imediatos e contemplem estimativas ou medições usando características que lhes sejam significativas e de modo a poderem compreender o solo e seus processos e para que proporcionem resultados minimamente confiáveis e de fácil interpretação.

A contribuição do conhecimento científico para um manejo sustentável das terras, se dá justamente quando este, ao se associar ao conhecimento não acadêmico, é capaz de se transformar num instrumento prático, objetivo e utilizável pelos agricultores. Em estudos sobre monitoramento da Qualidade ou Saúde do Solo isso se materializa quando se utilizam indicadores que sejam compreensíveis para os produtores. É assim que se concretiza a ligação da ciência com o conhecimento localmente desenvolvido, fundamental para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas de manejo (Zimmerer, 1994; Doran, 2002).

Os indicadores selecionados através a percepção dos agricultores (saber popular), na presente pesquisa, serviram de referência para a definição dos atributos do solo que foram utilizados como indicadores na avaliação quantitativa da Qualidade do Solo (saber científico), descrita no Método Integrativo de Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS), proposto e desenvolvido na presente pesquisa.

No quadro 2 são apresentados os dois conjuntos de indicadores. Na coluna da esquerda, a seqüência de algarismos ao lado do nome do indicador, mostra uma tentativa de interrelacionar esses atributos, dando a dimensão holística da avaliação da Qualidade do Solo, pela percepção do agricultor. Na coluna da direita, os algarismos colocados ao lado dos nomes dos indicadores, representam uma tentativa de relacioná-los com os indicadores definidos pelos agricultores.

A interdependência desses atributos do solo foram relatadas, estudadas e constatadas direta ou indiretamente em trabalhos desenvolvidos por Baver et al. (1972), Vieira (1975), Kiehl (1979), Primavesi (1980), Stone et al. (1994), Gómez-Miguel (1998), Alvarenga & Davide (1999), Brady & Weil (1999), Andreola et al. (2000; 2000a), Gliessman (2000), Stone & Silveira (2001).

QUADRO 2. Correlação e interdependência entre os indicadores da Qualidade do Solo: saber popular x saber científico

Saber Popular	Saber Científico
1.Compactação: 2,3,4,5,6,7,8,9,10	1.Resistência penetração:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
2.Matéria orgânica: 1,3,4,5,6,7,8,9,10	2.Densidade do solo: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
3.Número de minhocas: 1,2,4,5,6,7,8,9,10	3.Carbono orgânico: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
4.Profundidade do solo: 1,2,3,5,6,7,8,9,10	4.População de minhocas: 1,2,4,5,6,7,8,9,10
5.Cor do solo: 1,2,3,4,6,7,8,9,10	5.Espessura do horizonte A: 2,5,6,7,8,9,10
6.Erosão: 1,2,3,4,5,7,8,9,10	6.Macroagregados: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
7.Plantas indicadoras: 1,2,3,4,5,6,8,9,10	7.Diâmetro médio ponderado: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
8.Porosidade do solo: 1,2,3,4,5,6,7,9,10	8.Porosidade total: 1,2,,3,4,5,6,7,9,10
9.Aparência da planta: 1,2,3,4,5,6,7,8,10	9.Relaçãomicro/macroporos:1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
10.Organismos do solo: 1,2,3,4,5,6,7,8,9	10.Saturação bases: 2,3,4,5,6,7,9,10
	11.Fósforo disponível: 2,3,4,5,6,7,9,10
	12.Carbono microbiano: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10

A semelhança e as relações observadas entre os dois conjuntos de indicadores, decorreu, portanto, do fato de que no processo de seleção dos atributos que foram utilizados no MIAQS, ter-se levado em consideração o saber localmente desenvolvido, ou seja, adotou-se uma postura de valorização do conhecimento do agricultor.

No entanto, como esse método é, basicamente, quantitativo alguns indicadores, como cor do solo, por exemplo, não foram contemplados diretamente. Outros, pela dificuldade de se estabelecer parâmetros quantitativos, como por exemplo plantas indicadoras, também não tiveram seus indicadores análogos. “Aparência da planta” foi correlacionada aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pois desses depende diretamente sua performance.

O passo seguinte foi a aplicação de entrevistas do tipo Dirigida ou Estruturada, a fim de se captar as informações relacionadas à maneira pela qual os agricultores avaliavam os indicadores, conhecimento essencial para o desenvolvimento da estrutura

de avaliação proposta no trabalho, principalmente para definição dos seus níveis de limitação.

A leitura e os procedimentos de avaliação de cada um dos indicadores, na percepção dos agricultores, foram sistematizados a partir do conteúdos das entrevistas, apresentando as seguintes descrições:

1. Compactação do solo: avaliada pela maior ou menor facilidade de trabalhar a terra, pela profundidade de penetração do arado e da enxada, pela presença de matéria orgânica e de resíduos, pela facilidade com que a água infiltra-se no solo e pela sensação dos pés penetrando na terra quando caminhando pela lavoura.
2. Matéria orgânica do solo: avaliada pela coloração do solo, pelo cheiro da terra de mato, pela maior ou menor facilidade de desmanchar um pequeno torrão de terra, ao comprimi-lo entre os dedos, pela presença de resíduos, pela capacidade de manter a umidade e pela maior ou menor facilidade de cultivar a terra, não formando torrões.
3. Profundidade do solo: avaliada pela espessura da camada do solo que é arável, pela espessura de camadas escuras, pela presença de plantas indicadoras, de camadas compactadas e pela cor do solo, notadamente pela localização de camadas argilosas (saibro) em relação a sua proximidade com a superfície e pela profundidade que as raízes alcançam.
4. Erosão: avaliada visualmente pela coloração da água que escorre na superfície, durante uma chuva, pela presença de sulcos ou valetas, pela presença de cascalho e de pedras lavadas na superfície, pela proximidade do saibro na superfície.
5. Minhocas: a população de minhocas é avaliada numericamente em buracos abertos normalmente na profundidade da lavração e pela presença ou ausência de resíduos orgânicos no solo.
6. Organismos: corresponde a vida do solo. É avaliada pela presença de pequenos insetos, aranhas e outros organismos maiores, constatada visualmente no solo, revolvendo-se a cobertura de material orgânico existente na superfície. Também pode ser observada pela efervescência ou formação de bolhas que ocorrem no solo, quando se adiciona a esse, água oxigenada.
7. Aparência da planta: essa avaliação é importante, pois resume o efeito dos outros indicadores da saúde do solo. A avaliação é visual, perceptiva, do

estado geral de crescimento e desenvolvimento da planta. Também a coloração, o viço e a resistência ao ataque de pragas e doenças são manifestações indicativas da qualidade ou saúde do solo.

8. Porosidade do solo: é avaliada pela presença da maior ou menor quantidade de matéria orgânica e de resíduos de cultivo no solo e pela maior ou menor facilidade com que a água se infiltra. Também pelo tipo de solo, se é mais pesado, solto ou pulverizado. A compactação, a formação ou não de poças d'água e a facilidade de se esboroar ou desmanchar entre os dedos, um pequeno torrão, são aspectos importantes a considerar na avaliação desse indicador.
9. Cor do solo: a observação é visual e está relacionada fundamentalmente com a presença de matéria orgânica, com a proximidade do subsolo (saibro), que na maioria dos solos da região objeto do estudo é de cor amarelada, avermelhada ou acinzentada e com o processo de escoamento superficial da água.
10. Plantas indicadoras: a observação é visual a partir da longa experiência dos agricultores na atividade agrícola, além de conhecimentos adquiridos em cursos de formação. A ocorrência de determinadas espécies indica uma ou mais condições do solo, relacionadas a fertilidade, acidez, compactação, etc.

4.3.2 Critérios de avaliação, níveis de limitação dos indicadores e organização da estrutura para monitoramento da Qualidade do Solo

A partir das descrições apresentadas pelos agricultores, definiu-se que, na estrutura para monitoramento da saúde ou qualidade do solo, os indicadores seriam avaliados, usando tanto enfoques qualitativos, quanto quantitativos, para expressar seus desempenhos, considerando três níveis de limitação, alto, médio e baixo, os quais devem retratar as condições do solo quando do momento da avaliação, segundo o juízo de valor do agricultor.

A avaliação de Plantas Indicadoras, mesmo para os mais experientes agricultores, é bastante subjetiva, além de serem escassas as informações oriundas do conhecimento científico. Para alguns dos agricultores entrevistados, 4 a 6 plantas/m² constitui-se uma população bem representativa, seja para inferir sobre uma boa ou má condição do solo.

No sentido de aprimorar a qualificação desse indicador e de estabelecimento de critérios de avaliação, acrescentaram-se algumas informações de Primavesi (1980) e de Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (1997).

Os níveis de limitação para os dez indicadores selecionados foram assim estabelecidos:

COMPACTAÇÃO:

Alto: solos com camada arável muito endurecida; arados, grades e enxadas praticamente não penetram no solo; as raízes são poucas, superficiais e deformadas; a água praticamente não infiltra, formando muitas poças e/ou escorrendo superficialmente e o solo é muito pobre em matéria orgânica.

Médio: solos que apresentam alguma dificuldade para serem trabalhados, pois já se encontram com certo grau de compactação, dificultando a penetração de implementos; as raízes ainda não apresentam um crescimento adequado e se desenvolvem a pequena profundidade; a água infiltra-se no solo mais lentamente que o normal, podendo formar algumas poças; há uma pequena presença de resíduos orgânicos, minhocas e de organismos no solo.

Baixo: solos fofos, soltos, que apresentam muita facilidade de serem trabalhados, tanto por implementos tracionados por animais quanto manualmente por enxadas; a água infiltra-se adequadamente, nem muito rápida, nem lenta demais; há uma boa presença de matéria orgânica, de minhocas e organismos; as raízes se desenvolvem livremente a boa profundidade.

MATÉRIA ORGÂNICA:

Alto: a camada arável do solo apresenta cores claras ou parecidas com as do saibro; ausência de resíduos tanto na superfície, quanto no interior do solo; ausência de minhocas e de microorganismos; solo difícil de trabalhar, não retendo a água e secando rapidamente.

Médio: a camada arável já se apresenta com cores mais escuras, tendendo ao preto; presença razoável de resíduos orgânicos no solo, de algumas minhocas e outros organismos; a terra já é trabalhada com alguma facilidade.

Baixo: A camada arável é escurecida (preta), apresentando uma boa quantidade de resíduos em diferentes estágios de decomposição; cheiro de terra de mato; o solo é fofo, solto, fácil de trabalhar, com pouco esforço; pequenos torrões se desmancham ao serem apertados entre os dedos; o solo retém boa umidade e a água infiltra-se adequadamente.

PROFUNDIDADE DO SOLO:

Alto: solos rasos, com menos de 20 centímetros de espessura de camada arável; presença do saibro muito próximo da superfície; solos desgastados pela erosão; solos com compactação muito forte; ocorrência do pé-de-arado; presença de raízes muito próximas da superfície e mal formadas; presença de rochas e pedras próximas da superfície.

Médio: solos com profundidade de camada arável entre 20 e 40 centímetros; leve compactação que não prejudica ainda o crescimento de raízes.

Baixo: solos com camada arável superior a 40 centímetros; raízes bem desenvolvidas e profundas; não ocorre a formação do pé-de-arado.

EROSÃO:

Alto: ocorrência de muitos sulcos ou valetas profundas, que não podem ser desmanchadas com o preparo do solo; aparecimento de pedras e cascalho na superfície; ausência completa de cobertura vegetal e de resíduos orgânicos na superfície do solo; a coloração da água que escorre após uma chuva é igual à cor do solo.

Médio: presença de poucos sulcos ou valetas de pequena profundidade, que ainda podem ser desfeitas com o preparo do solo; o solo apresenta algum tipo de cobertura vegetal e a água escorrida é levemente da cor do solo.

Baixo: solo sem a presença de sulcos ou valetas, sempre com cobertura vegetal e resíduos orgânicos; a água infiltra-se bastante e a que escorre pela superfície é clara, não carregando partículas de solo.

POPULAÇÃO DE MINHOCAS:

Alto: ocorrência de no máximo duas minhocas por cada 10000 cm³ de solo, medida correspondente a uma fatia de solo retirada com uma pá-de-corte, medindo 20 cm de comprimento x 20 cm de largura e 25 cm de profundidade; ausência de canais, de dejetos e de resíduos orgânicos no solo; solos degradados.

Médio: presença de duas a quatro minhocas por 10000 cm³; poucos canais, dejetos e resíduos orgânicos no solo; solos já em processo de degradação.

Baixo: solos com abundância de minhocas, normalmente com mais de cinco por 10000 cm³; muitos canais e dejetos no solo; resíduos orgânicos em grande quantidade e superfície protegida; aparecimento de pássaros durante o preparo do solo; solos normalmente com bons teores de umidade.

POPULAÇÃO DE ORGANISMOS:

Alto: não se observa vida no solo ao revolvê-lo; ausência de cobertura vegetal e de resíduos orgânicos; ausência de insetos e pequenas aranhas; ao se adicionar água oxigenada numa amostra de solo, levemente umedecida, não se observa efervescência ou formação de bolhas.

Médio: já é possível observar alguma atividade de organismos no solo pela presença de resíduos orgânicos, palhas e cobertura vegetal; ainda que pequena, já se observa a presença de insetos e aranhas; fazendo-se o teste da água oxigenada, é possível verificar algum tipo de efervescência ou formação de bolhas.

Baixo: há muita vida no solo, representada por muitos microorganismos, insetos e pequenas aranhas; presença grande de resíduos orgânicos, palhas e material verde, na superfície e no interior do solo, em diferentes fases de decomposição; o teste da água oxigenada mostra grande efervescência ou formação de bolhas.

APARÊNCIA DA PLANTA:

Alto: população de plantas pequena, lavoura falhada, plantas pouco desenvolvidas, raquíticas, de pouco viço e de crescimento lento e muito ruim; plantas amareladas ou esbranquiçadas; plantas doentes ou muito atacadas por insetos.

Médio: população de plantas ainda abaixo do normal, poucas falhas na lavoura; plantas com crescimento ainda um tanto lento; as cores das plantas ainda não são naturais; plantas manchadas, ainda não muito viçosas; algumas plantas doentes ou atacadas por insetos;

Baixo: plantas de crescimento rápido, vigoroso, normal, bem desenvolvidas, com muito viço, saudáveis, resistentes ao ataque de insetos e doenças; plantas verdejantes.

POROSIDADE:

Alto: solos com pouquíssima matéria orgânica; solos em que a água demora muito para infiltrar, permanecendo muito tempo empoçada na superfície ou que infiltra muito rapidamente, secando de modo bastante rápido. Solos compactados, muito pesados, muito pulverizados ou solos muito arenosos que não conseguem reter a umidade.

Médio: solos com presença razoável de matéria orgânica, mas ainda não retendo adequadamente a água da chuva ou ainda com infiltração um pouco lenta; solos pouco compactados.

Baixo: solos com grande quantidade de matéria orgânica e de resíduos em diferentes estágios de decomposição; presença de palha ou de cobertura verde, permanentemente na superfície; a água penetra livremente no solo que consegue fazer uma boa retenção

de umidade, por vários dias; o solo não é nem pesado, nem leve demais, é bem estruturado; não é um solo pulverizado.

COR DO SOLO:

Alto: quando a cor do solo da camada arável é praticamente da cor do saibro; cores amareladas, acinzentadas; ausência de matéria orgânica; solos esbranquiçados pelo escoamento superficial da água.

Médio: a cor da camada arável já é mais escurecida, diferente da cor do saibro ou da greda; cores mais próxima do preto pela maior presença de matéria orgânica.

Baixo: solos escuros, pretos ou quase pretos, com muita matéria orgânica e resíduos em processo de decomposição

PLANTAS INDICADORAS:

Alto: terras com presença forte de guanxuma, maria mole e grama seda indicando solos compactados; carrapicho rasteiro e barba-de-bode indicando solos pobres, com pequena quantidade de nutrientes; papuã indicando a formação de compactação superficial; erva lanceta, samambaia, azedinha e tiririca, indicando a existência de solos ácidos, que necessitam de calcário.

Médio: presença de picão preto e picão branco em boa quantidade, sugerindo solos de média fertilidade; nabisco ou nabo selvagem, indicando um nível médio de fertilidade, mas com deficiências de boro e manganês;

Baixo: terras com ocorrência muito boa de beldroega, indicando um solo bem estruturado, que retém boa umidade e com bom teor de matéria orgânica; ocorrência de serralha, carurú e língua-de-vaca, sugerindo solos de boa fertilidade e com bons teores de matéria orgânica.

A partir dos dez indicadores selecionados, da descrição apresentada pelos agricultores e dos três níveis de limitação estabelecidos, organizou-se uma estrutura compacta, na forma de um quadro para que pudesse ser utilizada como um guia para o agricultor, com condições de ser manuseada ao nível de campo.

A ferramenta proposta, desenvolvida com e para os agricultores, teve como objetivos:

- a) apresentar de forma sistematizada o processo perceptivo dos agricultores sobre qualidade ou saúde do solo;
- b) facilitar o processo de avaliação e de estimativa das variações temporais qualitativas e/ou quantitativas desses indicadores, considerando o sistema de manejo que utilizam;

- c) possibilitar o monitoramento da saúde ou qualidade do solo;
- d) identificar os pontos críticos do sistema de manejo que possam estar influenciando negativamente na saúde ou qualidade do solo.

O primeiro protótipo foi apresentado e discutido com os agricultores para que possíveis ajustes fossem feitos. Essa etapa do trabalho, anteriormente prevista para ser desenvolvida no coletivo do grande grupo, não pôde assim ser conduzida, face às dificuldades de reuni-los, trabalhando-se, assim, com grupos de dois a três agricultores. Como resultado dessas discussões foi gerado o modelo apresentado no quadro 3, o qual foi submetido, posteriormente, a cada um dos agricultores para que se pudesse avaliar que nível de compreensão tinham com relação a estrutura em si e a sua exequibilidade.

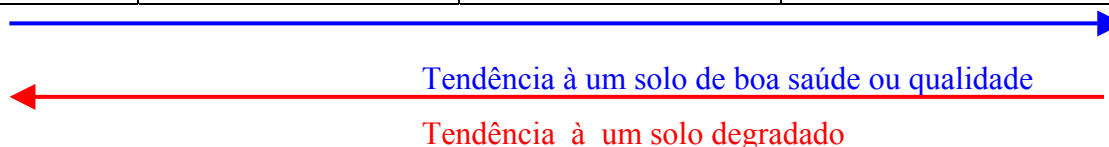
Quadro 3. Guia para avaliação do desempenho dos indicadores da Saúde do Solo

Avaliador:		Data:		Gleba:
	Níveis de limitação dos indicadores			Avaliação*
Indicadores	Alto	Médio	Baixo	Assinalar (A); (M), (B)
Compactação	Solo endurecido, implementos não penetram solo, água não infiltra, raízes deformadas, pobre em matéria orgânica	Solo com alguma dificuldade para manejar; alguma resistência para penetração arado, enxada; água infiltra lentamente	Solo fofo, solto, fácil trabalhar; água infiltra de forma adequada, rico em matéria orgânica, minhocas e organismos	
Matéria Orgânica	Solo com cores claras, sem resíduos orgânicos; ausência minhocas; solo difícil de trabalhar	Camada arável mais escurecida; poucos resíduos; poucas minhocas/ organismos	Solo escuro; muitos resíduos e minhocas; fofo; fácil trabalhar	
Profundidade do solo	Solos rasos, com menos de 20 cm espessura na camada	Profundidade entre 20 e 40 cm de camada arável; compactação	Solos com camada arável maior que 40 cm; raízes desenvolvidas e	

	arável, compactação forte; raízes muito próximas superfície	leve, sem ser muito prejudicial as raízes	profundas; sem pé-de-arado	
Erosão	Muitos sulcos ou valetas que não podem ser desmanchadas; ausência de vegetação e de resíduos; cor da água escorrida igual a cor do solo; superfície muito ondulada.	Sulcos ou valetas que podem ser desmanchados com preparo solo; cor água escorrida pouco parecida com a do solo; alguma vegetação e resíduo na superfície	Inexistência de sulcos ou valetas; água escorrida é limpa; boa presença de vegetação e resíduos na superfície do solo; solo bem estruturado; glebas com superfície levemente ondulada	
População minhocas	Máximo de duas minhocas por amostra tirada com pá-de-corte; ausência de canais, dejetos e resíduos orgânicos	Presença de duas a quatro minhocas por amostra; poucos canais, dejetos e resíduos orgânicos na superfície	Mais de cinco minhocas por amostra; grande quantidade canais, dejetos e resíduos orgânicos no solo	
Presença de organismos	Não há vida no solo, ausência de cobertura vegetal, de resíduos orgânicos, de insetos e/ou pequenas aranhas; ao se adicionar água oxigenada numa amostra solo, levemente umedecida, não há efervescência ou formação de bolhas	Já é possível observar vida no solo; presença razoável de material orgânico e palha tanto na superfície, quanto no interior do solo, em diferentes estágios de decomposição; já há formação de bolhas ao adicionar-se água oxigenada numa amostra de solo	Há muita vida no solo, pequenos insetos e aranhas, grande quantidade de resíduos orgânicos e palha misturada ao solo, em diferentes estágios de decomposição; muita efervescência ou formação de bolhas ao adicionar-se a água oxigenada numa amostra de solo	
Aparência da planta	População plantas pequena; lavoura falhada; lento	População plantas ainda abaixo do normal; plantas com	População de plantas adequada; Plantas saudas, de crescimento e	

	crescimento; pouco desenvolvimento; plantas amareladas ou esbranquiçadas. Doentes ou muito atacadas por insetos	crescimento e desenvolvimento ainda lento; as cores das plantas já são mais naturais, pouco viçosas; algumas doentes ou atacadas por insetos	desenvolvimento normais; vigorosas, com muito viço; resistentes ao ataque de doenças e insetos	
Cor do solo	Cor do solo da camada arável semelhante a cor do saibro; cores amareladas, acinzentadas; ausência de matéria orgânica; solos lavados pelo escoamento superficial	Cor da camada arável já é mais escurecida pela presença da matéria orgânica, diferenciando-se da cor do saibro ou subsolo;	Solos escurecidos pela presença forte da matéria orgânica e resíduos em processo de decomposição; há uma nítida separação de cores entre a camada arável e a greda ou saibro	
Porosidade	Pouca matéria orgânica, água demora infiltrar, permanece empoçada, secamento rápido, solo compactado, pesado, pulverizado ou muito arenosos	Presença razoável de matéria orgânica, não retém adequadamente a água da chuva, infiltração ainda lenta.	Solo com bom teor de matéria orgânica e resíduos, palha ou cobertura verde, água penetra livre no solo, mas com boa retenção. Solo estruturado	
Plantas indicadoras	Terras com presença forte de guaxuma pouco desenvolvida, maria mole e grama seda, sugerindo solos compactados; presença carrapicho rasteiro, e barba-de-bode,	Presença de picão-preto e picão-branco nabisco ou nabo selvagem em razoável quantidade, sugerindo solos de média fertilidade;	Terras com ocorrência de boa quantidade de beldroega, indicando um solo bem estruturado, que retém boa umidade e com bom teor de matéria orgânica; ocorrência de serralha,	

	sugerindo solos pobres, com pequena disponibilidade de nutrientes; papuã, sugerindo a presença de compactação superficial; erva lanceta, samambaia, azedinha e tiririca, sugerindo solos ácidos, que precisam de calcário		carurú e língua-de-vaca, sugerindo solos de boa fertilidade e com bons teores de matéria orgânica	
--	---	--	---	--



* (A) alto; (M) médio; (B) baixo

A avaliação e o monitoramento dos indicadores têm como objetivo básico, a indicação sobre a capacidade atual que o solo analisado tem para exercer suas funções básicas no agroecossistema e/ou para verificar se existe uma tendência quanto a essa capacidade estar se mantendo, piorando ou melhorando, sob ação do sistema de manejo que está sendo utilizado pelo agricultor (USDA, 1999). Nas avaliações feitas por agricultores, normalmente não se considera uma função específica do solo, para a qual esse estará sendo avaliado, mas sim um conjunto básico de funções, interrelacionadas entre si, capazes de representar seu papel como elemento fundamental de um sistema de produção de base ecológica.

A direção da seta para a direita, em azul, sugere que, quanto o maior número de indicadores apresentando níveis de limitação baixo, maior é a possibilidade do solo ser considerado de boa saúde ou qualidade, no momento da avaliação. Isso, conseqüentemente, é indicativo de que o sistema de manejo utilizado pelo agricultor está contribuindo para uma atividade agrícola sustentável.

Ao contrário, quanto maior o número de indicadores enquadrado no nível de limitação alto, maior será o indicativo de que o solo não está com boa saúde ou qualidade. Nesse caso, a direção da seta, em vermelho, volta-se a esquerda,

significando, que o sistema de manejo utilizado pelo agricultor, apresenta problemas e que não está contribuindo para uma agricultura sustentável.

A avaliação individual do desempenho de cada indicador pode sugerir pontos críticos do sistema de manejo, apontando medidas que permitirão restaurar, manter ou melhorar a Qualidade ou Saúde do Solo, ao longo do tempo.

A primeira utilização do modelo proposto fornecerá as informações que servirão de base para acompanhamentos futuros, os quais mostrarão as tendências de desempenho de cada indicador e da qualidade do solo com um todo. A comparação dos resultados obtidos poderá ser feita tanto com áreas que estejam sob vegetação natural, quanto no tempo, considerando uma mesma gleba.

Sua correta utilização, face ao nível de subjetividade que apresenta, é dependente da pessoa que a está manuseando, por isso é importante que um mesmo usuário a aplique, ao longo do tempo, minimizando, dessa maneira, os critérios de subjetividade que caracterizam o modelo.

Além disso, as avaliações devem ser feitas, preferencialmente, num mesmo dia de trabalho, e na mesma estação do ano, a fim de minimizar a influência, principalmente de eventos climáticos que possam mascarar os resultados das avaliações.

O emprego do modelo por outros usuários deve ser precedida de uma rigorosa avaliação, a fim de se verificar se há ou não necessidade de adaptação do modelo proposto.

As adequações, quando pertinentes, devem ser coordenadas por um Engenheiro Agrônomo e realizadas a partir dos conhecimentos localmente desenvolvidos, para que sejam mantidos seus princípios e propósitos básicos.

A performance individual de cada um dos indicadores não propicia, diretamente, uma avaliação global da qualidade do solo. Essa inferência poderá ser feita a partir de uma análise global dos níveis de qualificação atribuídos a cada um dos indicadores.

O solo será tanto mais sadio ou de boa qualidade, quanto maior for o número de indicadores avaliados com o nível de limitação BAIXO. Níveis de limitação MÉDIO significam um alerta para o agricultor, que precisará tomar os cuidados necessários com o manejo que está sendo utilizado, principalmente com as práticas agrícolas relacionadas ao indicador analisado. Esse nível de limitação, pode também significar que está havendo uma melhoria condições do indicador, se o agricultor tiver iniciado suas atividades no sistema de produção de base ecológica, a partir de áreas degradadas

ou se numa avaliação anterior o desempenho do indicador foi considerado como de alta limitação.

O enquadramento do desempenho de um ou mais indicadores no nível de limitação ALTO sugere a necessidade de muita atenção por parte do agricultor. No caso da maioria dos indicadores ser qualificada com esse nível, há indícios claros que o solo é ou esta com má qualidade ou degradado. Nesses casos, medidas urgentes do ponto de vista do manejo, devem ser adotadas, para tentar restaurar as condições que são prejudiciais a produção agrícola. Nesse caso, o sistema de manejo não poderá ser considerado sustentável.

Exemplificando: se na avaliação o agricultor qualificou o indicador “compactação do solo” no nível de limitação “alto”, deverá, no menor tempo possível, redimensionar as práticas de manejo que está utilizando, no sentido de adotar um ou mais procedimentos que possam, num curto espaço de tempo, eliminar os efeitos desse processo. Entre essas medidas, poderia preparar a terra, lavrando logo abaixo da camada compactada, adicionar material orgânico, utilizar adubação verde, passar um escarificador ou utilizar culturas que tenham um sistema radicular vigoroso e profundo, como leguminosas ou nabo forrageiro.

4.3.3 A compreensão do modelo por parte dos agricultores

O desenvolvimento de metodologias, com a participação direta dos agricultores, possibilitando-lhes, como atores do processo, a oportunidade de avaliar, temporalmente, a tendência de variação da Qualidade do Solo, é de grande relevância em modelos agrícolas que procuram integrar o homem ao ecossistema no qual está inserido.

Suas participações em processos decisórios que lhes afetam diretamente, são importantes no desenvolvimento, adaptação e adoção de tecnologias que possam atender suas reais imediatas necessidades. Só assim, serão capazes de contribuir com a construção de um novo conhecimento gerado pela troca de experiências entre o saber acadêmico e o não acadêmico, fato que caracteriza ações transdisciplinares.

O protótipo do modelo a ser utilizado para monitorar a qualidade ou saúde do solo foi entregue a cada um dos agricultores para que tomassem conhecimento da proposta e a aplicassem em uma das glebas da propriedade a fim de se identificar seu nível de compreensão sobre os termos e expressões utilizadas para caracterizar e avaliar os

indicadores, sobre os mecanismos de avaliação desses indicadores e sobre a facilidade operacional do modelo.

O formulário 3 (apêndice A) contendo questões abertas, para que cada participante pudesse relatar as experiências vivenciadas, ao testar a proposta apresentada, incluindo suas dúvidas, sugestões e expectativas, foi o instrumento usado para captar essas informações.

Constatou-se que todos os agricultores concordaram com os termos ou expressões utilizadas para representar os indicadores da qualidade do solo; 78% afirmaram que os níveis de limitação “alto, médio e baixo” foram estabelecidos adequadamente, enquanto 22% tiveram algum tipo de dificuldade de compreendê-los; 56% avaliaram normalmente os indicadores, na forma com que foram apresentados e 44% tiveram dificuldades na avaliação do indicador “organismos do solo”, principalmente por desconhecimento da técnica utilizada. Essa avaliação foi melhor compreendida pelos agricultores após uma apresentação mais detalhada do “teste da água oxigenada”.

Com relação ao modelo como um todo, constatou-se que 100% dos entrevistados acharam-o de fácil compreensão. Quanto a facilidade de aplicação do modelo, 78% responderam que foi fácil e 22% que foi de média facilidade, principalmente pelas dificuldades encontradas na avaliação do indicador “organismos do solo”.

Os agricultores também foram consultados, em face de sua longa experiência na atividade agrícola e pelas percepções que têm sobre um solo sadio ou de boa qualidade, se a estrutura proposta possibilitou uma boa, uma média ou uma pobre avaliação. Dos entrevistados, 90% responderam que possibilitou uma boa avaliação e 10 % responderam que a estrutura proposta proporcionou apenas uma avaliação média da qualidade do solo.

Finalmente, quando consultados sobre a disposição de utilizar futuramente o modelo, para monitorar a qualidade do solo de suas propriedades, todos entrevistados responderam positivamente, considerando-o de muita utilidade.

Novas informações, obtidas a partir da experiência dos agricultores, foram fundamentais para retroalimentar o processo de aperfeiçoamento do modelo. Essa troca de saberes, gerando um conhecimento adequado à realidade do agricultor e que atenda suas necessidades é a essência de um trabalho com uma prática pedagógica transformadora.

4.4 Qualidade do Solo: apresentação, integração e avaliação dos resultados

O comportamento da Qualidade do Solo frente ao sistema de manejo utilizado pelos agricultores, em diferentes glebas de duas propriedades agrícolas, com tempos de cultivo e históricos diferentes, foi avaliado segundo os procedimentos estabelecidos no Método Integrativo de Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS), desenvolvido e aplicado no presente trabalho.

Para a avaliação integrada dos diferentes atributos do solo, através de enfoques quantitativos e mistos, construiu-se, num primeiro momento, descritores quantitativos contínuos definidos por Ensslin et al. (2001), como um conjunto de níveis de impacto que servem de base para avaliar os desempenhos de cada um dos atributos do solo, considerados como indicadores de sua qualidade (Ensslin et al., 2001). Esses descritores, com seus respectivos índices ponderados, organizados com base no juízo de valor do pesquisador e em referências bibliográficas que tratam da importância agrícola dos indicadores utilizados, são apresentados no apêndice B.

Considerando que o desenvolvimento da presente pesquisa se deu com base na concepção construtivista, não houve uma preocupação de se criar um descritor considerado “ótimo” para avaliar a Qualidade do Solo. Ele foi considerado adequado a medida em que tenha sido uma ferramenta apropriada à avaliação pretendida (Ensslin et al., 2001), devendo apresentar desde as condições mais limitantes até aquelas mais favoráveis do solo capazes de atender, adequadamente, suas funções no agroecossistema, definidas para essa pesquisa (Masera et al., 1999).

Os valores referentes à maior e à menor atratividade dos indicadores, com as respectivas fontes de referência, são apresentados na tabela 1.

Para o indicador macroagregados, foi considerado como nível de impacto menos atrativo, o percentual de 47%, o qual corresponde ao menor valor encontrado entre as glebas estudadas. Esse procedimento foi adotado face às dificuldades de encontrar-se na literatura consultada, valores que sugerissem um nível mínimo de limitação para esse atributo.

Os valores médios dos doze indicadores da Qualidade do Solo e seus respectivos índices ponderados, calculados por interpolação matemática a partir dos níveis de impacto dos descritores quantitativos contínuos, são apresentados nas tabelas 2 e 3, correspondendo, respectivamente, as propriedades dos agricultores Mauro Scaglione e Ênio Nilo Schiavon.

TABELA 1. Valores de menor e de maior atratividade para os indicadores da Qualidade do Solo

Indicador	Unidade	Valor menos atrativo	Fontes de referência para os valores menos atrativos	Valor mais atrativo	
				A*	B**
Resistência a penetração	Mpa	15	Camargo & Alleoni, 1997	1,0	1,17
Porosidade total	m m ⁻³	0,2500	Kiehl, 1979	0,4788	0,5050
Densidade	Mg m ⁻³	1,6	Kiehl, 1979; Lal, 1999, USDA/NRCS, 1998, Carvalho Jr. et al., 2000	1,33	1,22
Relação micro/macroporosidade	-	0,25	Kiehl, 1979; Bayer, 1972; Lal, 1999	2,07	2,19
Macroagregados	%	47	Menor valor entre todas glebas	73,0	92,0
Diâmetro médio ponderado	mm	0,5	Kiehl, 1979; Primavesi, 1980; Lal, 1999	1,36	3,0
População minhocas	un/10000 cm ³	0	Meinicke, 1983; USDA/NRCS, 1998	4,0	6,0
Saturação bases	%	20	Nachigall & Vahl, 1989	47,0	52,0
Fósforo disponível	mg/dm ³	3,0	ROLAS, 1995	45,0	50,0
Espessura horizonte A	cm	20	Lepsch, 1983; Cunha & Silveira, 1996	53	49
Carbono orgânico	gC/100g	0,5	ROLAS, 1995	1,76	2,64
Carbono microbiano	mg Kg ⁻¹	50	Brady & Weil, 1999; Lal, 1999; Gama-Rodrigues, 1999; Insam & Domsch, 1988	165,0	321,0

* propriedade do agricultor Mauro Scaglione ** propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon

TABELA 2. Valores médios dos indicadores e os respectivos índices ponderados (Ip) para as quatro glebas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione (A)

Indicador	G1	Ip	G2	Ip	G3	Ip	G4	Ip
Resistência penetração (Mpa)	1,55	9,4	1,0	10,0	1,0	10,0	1,05	9,9
Porosidade total (m m ⁻³)	0,4491	9,0	0,4304	8,4	0,4788	10,0	0,4453	8,9
Densidade (m m ⁻³)	1,40	6,7	1,34	9,5	1,34	9,5	1,33	10,0
Relação micro/macroporos	1,55	7,7	2,07	10,0	1,18	6,1	1,74	8,5
Macroagregados (%)	63,22	7,8	61,78	7,2	73,01	10,0	68,5	9,4
Diâmetro médio ponderado (mm)	1,29	9,4	1,26	9,1	1,27	9,2	1,36	10,0
População minhocas (un/10000 cm ³)	2,0	5,0	3,0	7,5	3,0	7,5	4,0	10,0
Saturação bases (%)	36,72	7,4	29,68	4,1	46,85	10,0	44,23	9,6
Fósforo disponível (mg/dm ³)	5,35	1,0	9,42	2,9	45,75	10,0	42,27	9,8
Espessura Horizonte A (cm)	53,0	10,0	53,0	10,0	52,0	9,8	51,0	9,5
Carbono orgânico (gC/100g)	1,57	8,8	1,76	10,0	0,94	3,1	1,71	9,7
Carbono microbiano (mg Kg ⁻¹)	127,33	7,0	146,88	8,7	165,72	10,0	157,50	9,5

Gleba 1: Área de mata nativa; Gleba 2: Área com 2 anos de cultivo

Gleba 3: Área com 3 anos de cultivo; Gleba 4: Área com 4 anos de cultivo

TABELA 3. Valores médios dos indicadores e respectivos Índices ponderados (Ip) para quatro glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon (B)

Indicador	G1	Ip	G2	Ip	G3	Ip	G4	Ip
Resistência penetração (Mpa)	2,64	8,3	1,3	9,8	1,29	9,9	1,,17	10,0
Porosidade Total (m m ⁻³)	0,5050	10,0	0,4584	9,3	0,4698	9,5	0,4188	8,3
Densidade (m m ⁻³)	1,22	10,0	1,37	5,6	1,32	6,6	1,29	7,4
Relação micro/macroporos	2,19	10,0	0,89	4,6	0,86	4,5	1,74	8,1
Macroagregados (%)	91,72	10,0	76,92	8,6	79,97	8,9	85,47	9,4
Diâmetro médio ponderado (mm)	3,0	10,0	2,34	7,8	2,33	7,8	2,33	7,8
População minhocas (un/10000 cm ³)	2,0	3,3	3,0	5,0	6,0	10,0	6,0	10,0
Saturação bases (%)	51,98	10,0	81,27	6,1	71,83	7,7	68,53	8,2
Fósforo disponível (mg/dm ³)	4,68	0,6	37,33	8,9	50,0	10,0	49,35	9,9
Espessura Horizonte A (cm)	49,0	10,0	37,0	6,3	29,0	3,4	36,0	6,0
Carbono Orgânico (gC/100g)	2,64	10,0	1,96	6,8	2,53	9,5	1,49	4,8
Carbono Microbiano (mg Kg ⁻¹)	321,66	10,0	106,36	2,9	175,56	4,8	139,77	4,0

Gleba 1: área de mata nativa; Gleba 2: área com 3 anos de cultivo

Gleba 3: área com 5 anos de cultivo; Gleba 4: área com 7 anos de cultivo

A integração quantitativa dos índices ponderados, correspondentes a performance de cada indicador, foi feita usando-se testes estatísticos multivariados e sob a forma de um Índice de Qualidade do Solo e a integração usando técnica mista ou gráfica, por intermédio do método da Ameba.

Para verificar a existência ou não de similaridades entre as glebas de cada uma das propriedades, com diferentes tempos de cultivo, submeteu-se os índices ponderados a Análise dos Componentes Principais (ACP) e a Análise Hierárquica de Agrupamentos (AHA). A ACP é um importante instrumento para reduzir o conjunto das informações provenientes das relações das doze variáveis (indicadores) consideradas, que precisariam de um número muito elevado de eixos cartesianos para explicar individualmente o valor numérico dos indicadores. Com isso foi possível projetar as variáveis num espaço dimensional que, mesmo sendo menor, é capaz de enquadrar todas as variáveis analisadas (Moreira et al., 1994).

Com a aplicação desse teste, sintetizando a variação multidimensional dos dados, verificou-se que os autovalores⁴ representaram 83 e 91% da variância total acumulada

⁴ Autovalor é a soma ao quadrado dos escores de cada eixo e representa o maior grau de correlação possível de todas as variáveis com o eixo e fornece uma indicação direta da contribuição relativa de cada um dos eixos para a explicação da variância total dos dados.

nos dois primeiros eixos, respectivamente para as propriedades A e B, permitindo que se desprezassem os outros dez eixos de ordenação.

Pela aplicação da ACP, as glebas e os índices ponderados de cada indicador foram transformados em escores (coordenadas), os quais refletem as projeções que foram obtidas nos eixos de ordenação, representando o peso que cada indicador teve na verificação das similaridades entre as glebas analisadas.

A Análise Hierárquica de Agrupamentos, por sua vez, foi aplicada com o objetivo de promover uma série de agrupamentos a partir dos indicadores considerados, desde um nível máximo de rigor, no qual todas as glebas permaneceram separadas, até o de maior condescendência, onde todos os indivíduos são reunidos num único grupo. Essa técnica mostra as relações multidimensionais, entre um conjunto de observações num gráfico denominado Dendograma, por intermédio do estabelecimento de grupos que se organizam entre elas. O coeficiente de semelhança utilizado foi a distância euclidiana quadrática entre pares de indivíduos (Moreira et al., 1994).

Os agrupamentos formados foram obtidos pela aplicação do método Aglomerativo Hierárquico Ascendente (WARD) e a organização dos grupos está apresentada na figura 2, para as glebas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione (A) e na figura 3, para as glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon (B).

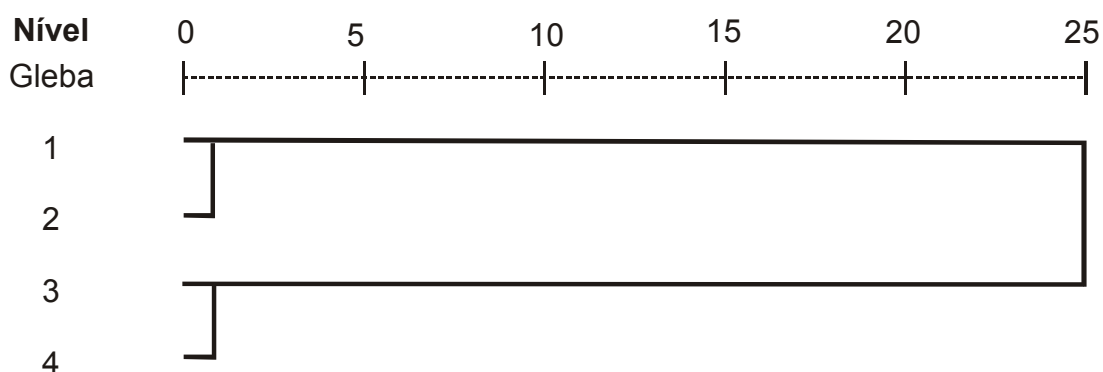


Figura 2. Dendograma mostrando os agrupamentos formados entre as glebas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione.

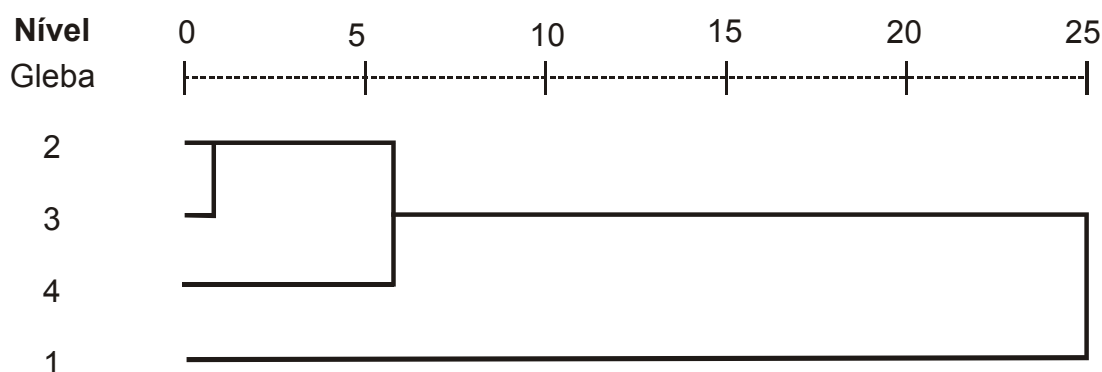


Figura 3. Dendrograma mostrando os agrupamentos formados entre as glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon.

Observou-se, pela figuras formadas que no nível de rigor cinco (o vinte e cinco é o mais condescendente), houve na propriedade (A), onde o sistema de manejo foi implantado em áreas que estavam sob vegetação nativa, a formação de dois agrupamentos de glebas: um formado pela gleba de referência (G1) e a de dois anos de cultivo (G2), e outro constituído pelas glebas G3 – há três anos cultivada – e G4, com quatro anos de cultivo.

Como nem a Análise dos Componentes Principais, nem a Análise Hierárquica de Agrupamentos possibilitam identificar se há algum indivíduo melhor do que outro, dentro de um mesmo grupo, há indicativos que na propriedade A, a capacidade da gleba G2 para exercer as funções no agroecossistema está semelhante a da gleba de referência (G1), cujo solo se encontrava sob vegetação nativa e que esse desempenho, pela análise integrada dos indicadores considerados, é significativamente diferente das glebas G3 e G4 as quais, por sua vez apresentam similaridades entre si.

Na formação desses agrupamentos, Diâmetro Médio Ponderado, Carbono Orgânico e Carbono Microbiano foram os indicadores que mais contribuíram enquanto Resistência à Penetração, Macroagregados, Relação Micro/macroporosidade e Minhocas foram aqueles que menos influenciaram (tabelas 17 e 18 do apêndice C).

Já na propriedade B, onde o agricultor inicia suas atividades como produtor agroecológico a partir de solos degradados, foi possível verificar pelo dendrograma formado, a formação de três conjuntos de glebas significativamente diferentes entre si: um formado pela gleba de referência (G1), outro formado pelas glebas G2 e G3, cultivadas, respectivamente há três e há cinco anos com o sistema de manejo caracterizado nessa pesquisa, e um terceiro constituído pela gleba G4, cultivada já há sete anos. Esses agrupamentos sugerem dissimilaridades entre eles e similaridades entre

as glebas G2 e G3, evidenciando três comportamentos diferentes das glebas com relação à Qualidade do Solo.

Na formação dos agrupamentos das glebas dessa propriedade, os indicadores que tiveram menor contribuição foram macroagregados, saturação de bases e diâmetro médio ponderado enquanto os que mais influência tiveram foram população de minhocas, carbono orgânico e espessura do horizonte A.

Tratando-se, de certa forma, de uma pesquisa exploratória, esse tipo de informação, fornecido pela Análise dos Componentes Principais, é muito importante pois fornece elementos que poderão balizar futuros trabalhos que contemplem não apenas a temática aqui considerada, mas, também, e principalmente, a concepção e o enfoque que foi dado na presente investigação.

Resultados semelhantes foram encontrados por Sena et al. (2002), ao avaliarem a Qualidade do Solo, através da comparação de sistemas de manejo convencional e orgânico, em três propriedades agrícolas do município de Guaíra, SP, tendo como referência áreas sob floresta natural. Integrando quantitativamente oito atributos químicos e microbiológicos do solo, através da Análise dos Componentes Principais (ACP) e da Análise Hierárquica de Agrupamentos (AHA), constataram que para o primeiro ano de condução da pesquisa, o teste não diferenciou significativamente os sistemas de manejo, em nenhuma das três propriedades estudadas. Apenas as áreas com vegetação florestal foram reunidas em grupos diferentes. Já partir do segundo ano de desenvolvimento do trabalho, constataram que as glebas com manejo convencional foram agrupadas separadamente daquelas com manejo alternativo, formando, assim, com as áreas sob vegetação natural, três agrupamentos diferentes e que biomassa microbiana foi um dos indicadores que mais influenciou na separação dos sistemas de manejo e que isso decorreu não só pela adição de microorganismos ao solo, como também pela adição de fertilizantes orgânicos e pela eliminação do uso de pesticidas.

Alvarenga & Davide (1999) também utilizaram a Análise dos Componentes Principais em estudos realizados para identificar similaridades e caracterizar a sustentabilidade de diferentes ecossistemas agrícolas. Analisando um conjunto de características físicas e químicas de um Latossolo vermelho-escuro, os autores constataram que o solo sob vegetação de cerrado nativo diferiu de todos os demais agroecossistemas avaliados e que potássio, magnésio, cálcio, enxofre, densidade do solo, porosidade total e agregados maiores que 2 mm, foram as características que mais

se correlacionaram com as alterações nos agroecossistemas estudados, ocorrendo essas, de forma mais significativa, na camada superficial do solo.

Complementando a integração quantitativa dos resultados agregou-se os índices ponderados correspondentes aos valores médios de cada indicador, num Índice Médio de Qualidade do Solo, cujos valores, com seus respectivos coeficientes de variação, são apresentados na tabela 4.

TABELA 4. Valores dos Índices de Qualidade do Solo (IQS) para diferentes glebas em relação ao tempo de cultivo* com sistemas de manejo de bases ecológicas

Propriedades	Parâmetros	Gleba 1	Gleba 2	Gleba 3	Gleba 4
A	IQS	7,4	8,1	8,8	9,6
	CV (%)		29,26	24,74	4,85
B	IQS	8,5	6,8	7,7	7,8
	CV (%)		31,12	30,69	25,55

*(A) G1: área referência; G2: 2 anos; G3: 3 anos; G4: 4 anos

*(B) G1: área referência; G2: 3 anos; G3: 5 anos; G4: 7 anos

A comparação dos Índices de Qualidade do Solo das glebas de referência com as glebas cultivadas foi feita pelos acréscimos e decréscimos relativos, os quais são calculados pela diferença entre um IQS de uma dada gleba e o IQS da gleba de referência e dividindo-se o resultado pelo IQS da gleba de referência. Os resultados encontrados estão apresentados na tabela 5.

TABELA 5. Acréscimos e decréscimos relativos (%) na comparação dos IQS das glebas de referência com as glebas cultivadas.

Comparação	Propriedade Mauro Scaglione	Comparação	Propriedade Ênio Nilo Schiavon
G1 : G2	(a) 9,5	G1 : G2	(d) 20,0
G1 : G3	(a) 18,9	G1 : G3	(d) 9,4
G1 : G4	(a) 29,7	G1 : G4	(d) 8,2

(a) acréscimo relativo

(d) decréscimo relativo

Pelos valores encontrados, foi possível constatar que na propriedade A todos os valores dos IQS foram aumentados e que esses aumentos cresceram da gleba de menor para de maior tempo de cultivo. Já na propriedade B, o que se verificou foi que em todas as comparações ocorreram decréscimos nos valores dos IQS. No entanto, essa diminuição de valores, dada pelos respectivos percentuais, foi se reduzindo conforme aumentaram os anos de cultivo das glebas.

Como os Índices de Qualidade do Solo refletem a performance integrada dos atributos físicos, químicos e biológicos estudados, eles são ferramentas úteis que poderão ser utilizadas nas tomadas de decisões sobre o sistema de manejo que está sendo avaliado (Hussain et al., 1999). Os resultados encontrados com os Índices de Qualidade do Solo na presente pesquisa permitem, assim, que se faça inferências sobre o efeito positivo do sistema de manejo adotado pelos agricultores.

A tendência de comportamento dos IQS frente ao tempo de cultivo, foi avaliada pela aplicação do teste de regressão linear simples e os resultados encontrados, são apresentados na figura 4.

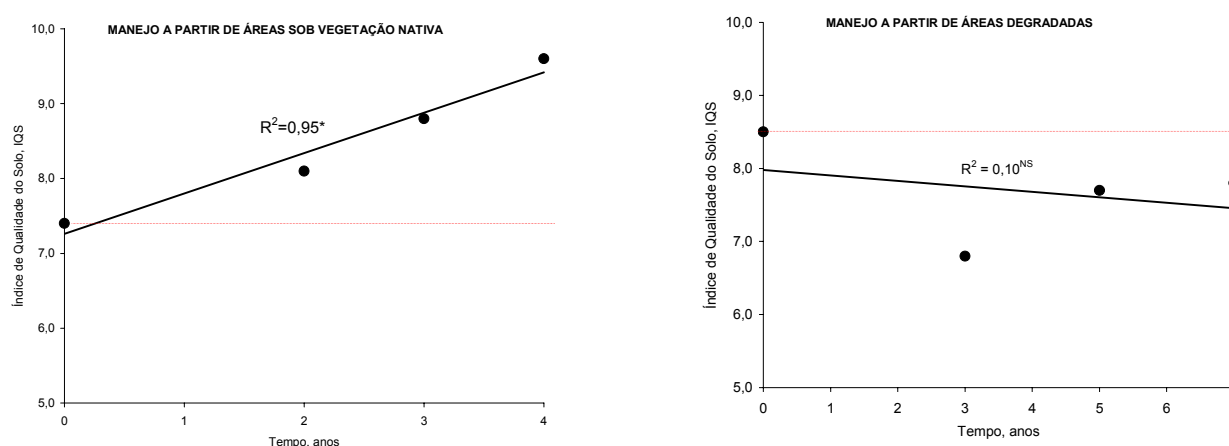


FIGURA 4. Variação temporal do Índice de Qualidade do Solo (IQS), obtido pelo MIAQS, em duas propriedades com diferentes históricos de manejo (as linhas paralelas ao eixo das abcissas, correspondem aos valores dos IQS das áreas de referência).

Na propriedade A, a análise de regressão indicou um efeito linear crescente significativo, ao nível de 5% e um alto coeficiente de determinação evidenciando o ajuste do modelo matemático. Isso significa, comparando-se as glebas cultivadas com a de referência, que a partir dos três anos de cultivo ocorreu uma tendência de melhoria das condições naturais do solo.

Na propriedade B, por outro lado, constatou-se um efeito linear decrescente não significativo e um baixo coeficiente de determinação. Porém, ao se trabalhar com a equação quadrática verificou-se um aumento do coeficiente de determinação ($r^2 = 0,72$), melhorando o ajuste do modelo, mas mantendo um efeito quadrático decrescente não significativo. Isso pode ser explicado, possivelmente, pelo fato de que nessa área, ao contrário da propriedade A, a implementação do sistema de manejo desenvolvido pelo agricultor, se deu com o solo já degradado.

Observando-se o gráfico representativo da propriedade B, constatou-se a formação de um acentuado decréscimo, decorrente de uma diferença muito expressiva entre o elevado Índice de Qualidade do Solo da gleba G1 e o baixo valor encontrado para a gleba G2, com três anos de cultivo.

Quando se abstrai o ponto representativo da gleba G1, é possível identificar uma tendência de crescimento dos Índices de Qualidade do Solo conforme avança-se no tempo de cultivo, sugerindo um processo de recuperação das condições gerais do solo. Esse fato pode ser constatado, também, pela aproximação do ponto referente a gleba G4 em relação a linha representando a gleba de referência (G1).

Os resultados obtidos com a Análise dos Componentes Principais, com o cálculo dos acréscimos e decréscimos relativos e com a Regressão Linear, permitem inferir que na propriedade A, tanto a gleba G3, com três anos de cultivo, quanto a G4, cultivada já há quatro anos, estavam com melhor capacidade para atender as funções do solo dentro do agroecossistema estudado, tanto em relação a gleba com dois anos de cultivo, quanto a própria área de referência.

Já na propriedade B, foi possível verificar que na gleba com três anos de cultivo a Qualidade do Solo está num patamar inferior ao das glebas com cinco e sete anos de cultivo, mas mesmo essas não se encontravam no nível da gleba de referência (G1). Os resultados encontrados para as três glebas cultivadas permitem inferir que há, no entanto, pelo menos, uma tendência de crescente recuperação da Qualidade do Solo.

Essa tendência de recuperação das áreas degradadas, observada na propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon, e o melhoramento das condições originais do solo nas glebas cultivadas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione, sugerem que o sistema de manejo dos agricultores está agindo positivamente sobre a Qualidade do Solo. Isso pode ser explicado, possivelmente, pela ação integrada e continuada das práticas agrícolas que constituem o sistema de manejo utilizado pelos agricultores, notadamente no que se refere ao uso constante e intensivo de diferentes tipos de adubos orgânicos e de biofertilizantes, associados a rotação de culturas, adubação verde, cultivos associados, cultivos de cobertura e a supressão completa do uso de agrotóxicos.

Trabalhos desenvolvidos por Glover et al. (2000), Mitchell et al. (2000), Reganold et al. (2001) e Andrews et al. (2002), integrando diferentes atributos físicos, químicos e biológicos em Índices de Qualidade do Solo, utilizados para avaliar o efeito de diferentes sistemas de manejo, tiveram resultados semelhantes aos encontrados na presente pesquisa. Segundo esses autores, solos submetidos, ao longo dos anos, a

sistemas de manejo orgânicos, recebendo elevadas doses de fertilizantes orgânicos, de biofertilizantes, trabalhando em policultivos, cultivos associados, com rotação de culturas, cultivos de cobertura e adubação verde, melhoram sensível e gradativamente a performance desses atributos e geram, como consequência, em sistemas de manejo de bases ecológicas, Índices de Qualidade do Solo mais elevados quando comparados à sistemas de manejo convencionais, tendo, ainda, uma tendência a se aproximarem de ecossistemas naturais.

Analizando um conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos através de análises estatísticas mas sem integrar os indicadores, Gardner & Clancy (1996); Stamatiadis et al. (1996); Carpenter-Boggs et al. (2000), Wells et al. (2000) e Bulluck et al. (2002) compararam o efeito de diferentes sistemas de manejo. Os resultados encontrados, de um modo geral, mostraram que em áreas submetidas a sistemas de manejo orgânicos houve uma significativa melhoria no desempenho dos atributos considerados.

Aplicações sistemáticas de adubos orgânicos como tortas, esterco de curral, compostos de esterco bovino com material verde e vermicompostos de esterco de bovino e de resíduos orgânicos, promovem um incremento gradativo da matéria orgânica no solo. Como consequência ocorrem alterações significativas nas propriedades físicas, aumentando o tamanho e a estabilidade dos agregados, diminuindo a densidade, aumentando a porosidade e a aeração, aumentando a capacidade de retenção e de infiltração de água, promovendo uma melhor resistência do solo à erosão (Bayer & Mielniczuk, 1999; Mielniczuk, 1999; Glover et al., 2000; Roscoe et al., 2000; Wells et al., 2000; Garzim & Moraes, 2001; Maçaneiro et al., 2001; Carter, 2002; Magdoff, 2002).

Os benefícios desses fertilizantes orgânicos são também verificados nas propriedades químicas do solo melhorando o pH, aumentando a disponibilidade de nutrientes para as plantas, fazendo a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes e aumentando a capacidade de troca catiônica (Bayer & Mielniczuk, 1999; Glover et al., 2000; Souza et al., 2000; Wells et al., 2000; Yagi et al., 2001; Morselli et al., 2001; Santiago et al., 2001; Garzim & Moraes, 2001; Maçaneiro et al., 2001; Carter, 2002; Magdoff, 2002; Sena et al., 2002).

Da mesma forma as características biológicas do solo sofrem forte influência da adição de compostos orgânicos, pois esses atuam como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microorganismos, aumentando a biomassa microbiana e a população

de minhocas e outros organismos que são os responsáveis pelos processos de decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e orgânicos, adicionados ou existindo naturalmente no solo, pela ciclagem de nutrientes e pela desintoxicação do solo e redução de agentes patogênicos (Tisdall & Oades, 1982; Gama-Rodrigues, 1999; Carpenter-Boggs et al., 2000; Doran & Zeiss, 2000; Souza et al., 2000; Uzêda et al., 2000; e Sena et al., 2002).

A restauração e o melhoramento da Qualidade do Solo nas áreas estudadas não se deram, no entanto, apenas pelo emprego desses fertilizantes. Provavelmente, e isso é importante, o efeito foi decorrente da ação integrada das práticas agrícolas que compõem o sistema de manejo que os agricultores utilizam, incluindo adubação verde, rotação de culturas, policultivos associados ou intercalados, cultivo conservacionista, controle da erosão, calagem e supressão do uso de agrotóxicos.

Cada uma delas proporcionou, provavelmente, muitas melhorias à Qualidade do Solo, as quais direta ou indiretamente estarão vinculados, num determinado momento, a matéria orgânica, pois estarão contribuindo para uma maior quantidade e qualidade de resíduos vegetais que são incorporados ao solo.

A maior eficiência no uso da terra, com aumentos de produtividade, os efeitos de complementaridade e sinergismo, o menor risco de produção com maior estabilidade do sistema, a melhor captação e distribuição de recursos, o melhoramento das características físicas, químicas e biológicas do solo e a redução de pragas e doenças são alguns dos benefícios trazidos pelo uso múltiplo de culturas, associadas, intercaladas ou em sucessão e estão retratados nos trabalhos de Nuernberg et al. (1986), Reijntjes et al. (1995), Gliessman (2000), Ribas et al. (2001), Sharma & Bhushan, 2001; Liebman (2002) e Russell (2002).

Um bom sistema de rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura para fins de proteção de superfície ou para incorporação como adubos verdes, proporcionam uma série de vantagens ao solo, como melhoramento da capacidade de infiltração de água, diminuindo a densidade, aumentando a porosidade total, exploração de diferentes camadas do solo, em diferentes profundidades, controle de pragas, doenças e plantas espontâneas e aumento da produtividade, recuperando áreas degradadas e elementos livres, evitando sua lixiviação e volatilização, fornecendo suprimento de material orgânico ao solo de rápida decomposição e incrementando a atividade microbiana, estimulando a vida edáfica pela presença de rizosferas renovadas e variadas e proporcionando aporte de nitrogênio via fixação biológica (Derpsch et al., 1991;

Widdowson, 1993; Oliveira, 1994; Albuquerque et al., 1995; Vizcaíno, 1996; Aita et al., 2001; Lacerda, 2001; Santos et al., 2001; Souza, 2001; Altieri, 2002).

A calagem, prática usualmente empregada em manejo convencional, tem seu uso freqüente em sistemas de manejo de base ecológica, aumentando a taxa de mineralização da matéria orgânica, proporcionando uma maior disponibilidade do fósforo para as plantas, reduzindo as perdas de potássio por lixiviação, fornecendo cálcio e magnésio e neutralizando a presença de elementos tóxicos e a acidez do solo (Bohnen, 1995).

O uso do cultivo mínimo no sistema de manejo desenvolvido pelos agricultores visa fundamentalmente minimizar os efeitos da erosão, pela manutenção de parte da cobertura vegetal presente na superfície do solo. Essa prática de cultivo é implementada tanto quando são estabelecidas plantas de cobertura para formação da vegetação de proteção (Derpsch et al., 1991) quanto por plantas espontâneas, as quais são manejadas adequadamente, tendo em vista os mesmos benefícios de proteção de superfície e de reciclagem de nutrientes que proporcionam ao solo (Favero et al., 2000, Altieri, 2002).

Em que pese a contribuição de numerosos trabalhos na área de manejo e conservação do solo para verificar, individualmente, os efeitos das práticas agrícolas sobre diferentes atributos físicos, químicos e biológicos do solo – alguns dos quais citados nesse trabalho – dentro do enfoque sistêmico e agroecológico é mais importante e adequado que se faça uma avaliação do efeito do sistema de manejo como um todo sobre um conjunto mínimo de indicadores da Qualidade do Solo. Essa premissa e a escassa literatura sobre trabalhos com esse tipo de enfoque fizeram com que se optasse por fundamentar os resultados encontrados nessa pesquisa da forma como aqui foram apresentados e não procurando justificativas isoladas.

Para integrar os resultados utilizando-se procedimentos que mesclam apresentação gráfica com informações numéricas, usou-se o método da Ameba (Brink Ten et al., 1991).

Os percentuais mostrando o desempenho de cada indicador, por gleba, para a propriedade do agricultor Mauro Scaglione estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Percentuais correspondentes às performances de cada indicador da Qualidade do Solo, na área do agricultor Mauro Scaglione

Indicador	G1	(%)	G2	(%)	G3	(%)	G4	(%)
Resistência a penetração (Mpa)	1,55	94	1	100	1	100	1,05	99
Porosidade total (m m^{-3})	0,4491	90	0,4304	84	0,4788	100	0,4453	89
Densidade (Mg m^{-3})	1,40	67	1,34	95	1,34	95	1,33	100
Relação micro/macroporos	1,55	77	2,07	100	1,18	61	1,74	85
Macroagregados (%)	63,22	78	61,78	91	73,01	100	68,5	94
Diâmetro médio ponderado (mm)	1,29	94	1,26	91	1,27	92	1,36	100
População minhocas ($\text{un}/10000 \text{ cm}^3$)	2	50	3	75	3	75	4	100
Saturação bases (%)	36,72	74	29,68	41	46,85	100	44,23	96
Fósforo disponível (mg/dm^3)	5,35	10	9,42	29	45,75	100	42,27	98
Espessura horizonte A (cm)	53	100	53	100	52,0	98	51	95
Carbono orgânico ($\text{gC}/100\text{g}$)	1,57	88	1,76	100	0,94	31	1,71	97
Carbono microbiano (mg Kg^{-1})	127,33	70	146,88	87	165,72	100	157,50	95

O diagrama apresentado na figura 5 representa, integradamente, o desempenho do conjunto dos indicadores. Os percentuais de 0% e de 100%, dispostos ao longo de cada eixo, referem-se, respectivamente, aos níveis de pior e melhor atratividade estabelecidos nos descritores quantitativos contínuos utilizados na integração quantitativa dos resultados. Os demais percentuais, que mostram o desempenho individual de cada indicador, são demarcados sobre os eixos correspondentes. A união desses pontos resulta uma figura geométrica semelhante a do protozoário *Amoeba proteus* (Brink Tem, 1991).

A análise das figuras formadas foi feita com o sentido de identificar o desempenho global de cada gleba com relação à qualidade do solo, cujo resultado será tanto mais positivo, quanto mais próxima a figura representando uma determinada gleba estiver da figura resultante dos valores de maior atratividade (linha básica do dodecaedro).

A ilustração proporciona, gráfica e qualitativamente, uma visão integral do desempenho dos doze indicadores da Qualidade do Solo nas quatro glebas da propriedade, através do nível de atendimento de cada um dos indicadores, quanto ao objetivo desejado, ou seja em relação a uma performance com meta de cem por cento.

Esse tipo de apresentação possibilita uma comparação sensível, gráfica e integral dos benefícios e limitações que as diferentes glebas de uma propriedade agrícola apresentam, quando submetidas a um determinado sistema de manejo, em diferentes escalas de tempo (Maser et al., 1999).

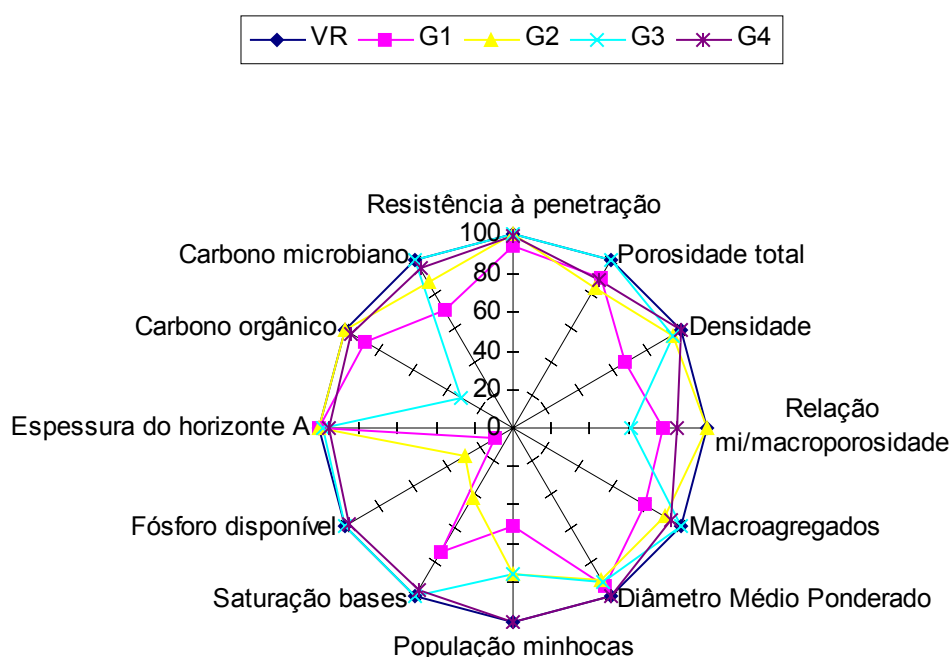


Figura 5. Diagrama mostrando a integração dos resultados das performances dos indicadores da qualidade do solo, na propriedade do agricultor Mauro Scaglione.

Observando-se a figura 5, é possível verificar, visualmente, que as condições das glebas G3 e G4, respectivamente com três e quatro anos de cultivo, pelo desempenho apresentado pelos indicadores, se aproximam mais dos níveis de melhor atratividade.

Da mesma forma, observa-se um melhor desempenho dos indicadores nas glebas G3 e G4, quando comparadas a gleba G1, cujo solo se encontrava sob vegetação nativa, salvo para o indicador espessura do horizonte A.

O diagrama apresentado sugere, portanto, face ao melhor desempenho apresentado pelos indicadores nas áreas cultivadas, que o sistema de manejo utilizado pelo agricultor tem proporcionado um efeito positivo sobre a Qualidade do Solo, com o passar do tempo e contribuindo, assim, para uma atividade agrícola mais sustentável.

Os percentuais mostrando o desempenho dos indicadores nas glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon são apresentados na tabela 7 e a integração dos resultados é apresentada na figura 6.

TABELA 7. Percentuais correspondentes as performances de cada indicador da Qualidade do Solo, na área do agricultor Ênio Nilo Schiavon

Indicador	G1	(%)	G2	(%)	G3	(%)	G4	(%)
Resistência a penetração (Mpa)	2,64	83	1,3	98	1,29	99	1,17	100
Porosidade total (m m^{-3})	0,5050	100	0,4584	93	0,4698	95	0,4188	83
Densidade (Mg m^{-3})	1,22	100	1,37	56	1,32	66	1,29	74
Relação micro/macroporos	2,19	100	0,89	46	0,86	45	1,74	81
Macroagregados (%)	91,72	100	76,92	86	79,97	89	85,47	94
Diâmetro médio ponderado (mm)	3	100	2,34	78	2,33	78	2,33	78
População minhocas (un/10000 cm^3)	2	33	3	50	6	100	6	100
Saturação de bases (%)	51,98	100	81,27	61	71,83	77	68,53	82
Fósforo disponível (mg/dm^3)	4,68	6	37,33	89	50	100	49,35	99
Espessura horizonte A (cm)	49	100	37	63	29	34	36	60
Carbono orgânico (gC/100g)	2,64	100	1,96	68	2,53	95	1,49	48
Carbono microbiano (mg Kg^{-1})	321,66	100	106,36	29	175,56	48	139,77	40

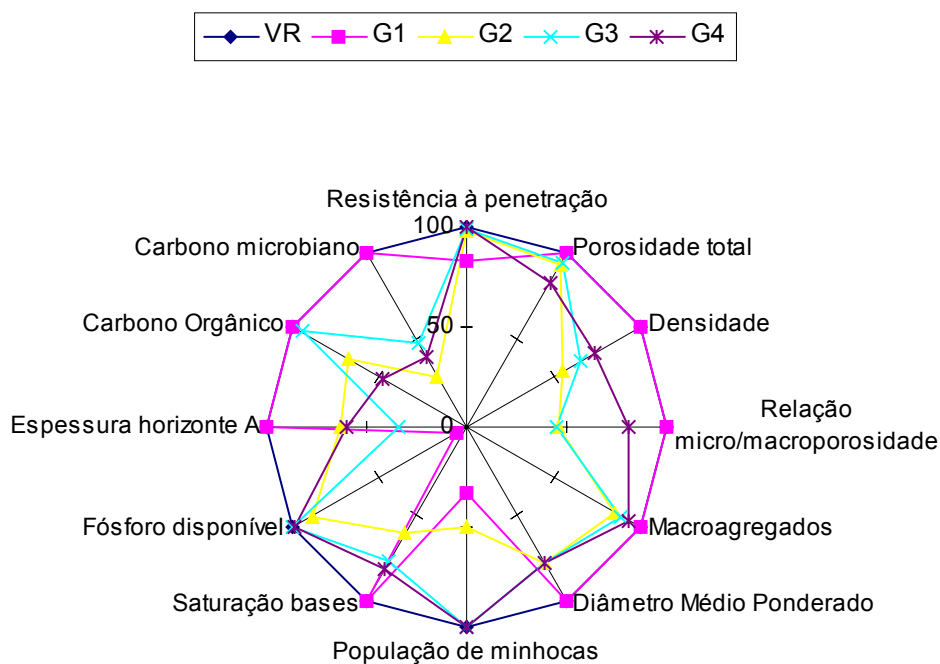


Figura 6. Diagrama mostrando a integração dos resultados das performances dos indicadores da Qualidade do Solo, na propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon.

As linhas representativas dos desempenhos dos indicadores sugerem, pelas figuras geométricas formadas, uma melhor performance da gleba G1, cujo solo se encontrava

sob vegetação nativa, com uma área de abrangência na figura, muito próxima daquela formada pelos níveis de melhor atratividade.

Observou-se, também, pela avaliação conjunta das demais glebas, pelo grau de aproximação as metas desejadas, que há uma tendência de desempenho crescente da gleba G2 (linha amarela), com três anos sob manejo de base ecológica, para a gleba G4 (vermelho escuro), submetida, até então, há sete anos com esse sistema de manejo, possuindo um bom número de indicadores com performances próximas da gleba cujo solo se encontrava sob vegetação de mata nativa.

Essa é uma visualização simples e prática da Qualidade do Solo, representando de forma gráfica os resultados obtidos com a avaliação quantitativa, mostrando, igualmente, como o sistema de manejo utilizado pelo agricultor, afetou positivamente o solo, através dos anos de cultivo, apresentando uma tendência de recuperação de sua qualidade. Esse fato sugere que o sistema de manejo utilizado por esse agricultor, também está colaborando na busca de uma agricultura sustentável.

Tanto os Índices de Qualidade do Solo quanto o diagrama originado do método da Ameba representam uma síntese dos resultados obtidos e foram utilizados para que se pudesse emitir um juízo de valor a respeito do comportamento da Qualidade do Solo, frente ao sistema de manejo que está sendo utilizado pelos agricultores, ao longo do tempo. Essas informações são importantes para que possam ser identificados os benefícios e problemas decorrentes desse sistema de manejo e para que novas alternativas sejam buscadas pelos agricultores, assim como para subsidiar trabalhos de pesquisa sobre manejo de solos em base ecológica.

4.5 Comparação entre as características do sistema de produção adotado pelos agricultores da ARPA-SUL e as características de um agroecossistema sustentável.

Para verificar o nível de comprometimento do sistema de produção utilizado pelos agricultores com os requisitos de um sistema de produção fundamentado nos princípios da sustentabilidade, utilizou-se, fundamentalmente, os resultados obtidos com o comportamento da Qualidade do Solo, atentando para o fato desta estar sendo recuperada, mantida ou melhorada, agregando-se informações quanto a preservação dos recursos naturais e da biodiversidade, quanto ao fortalecimento da organização social e diminuição da pobreza e quanto a manutenção da identidade cultural (Altieri, 1998).

Para verificação do grau de atendimento a esses critérios, foram considerados os seguintes elementos e aspectos da atividade agrícola, escolhidos de modo que as três dimensões da sustentabilidade, a econômica, a social e a ambiental fossem contempladas na referida análise (Altieri, 2002): Qualidade do Solo, métodos de preparo do solo, sistemas de cultivos, arranjo espacial, controle da erosão, mecanismos de reciclagem de nutrientes, suprimento de matéria orgânica, aproveitamento da água, irrigação, balanço energético, controle de plantas espontâneas, doenças e pragas, igualdade de acesso à práticas, conhecimentos e tecnologias agrícolas, dependência de insumos externos, biodiversidade, impactos e riscos à saúde, preservação dos recursos naturais e do ambiente, necessidade financeira, uso do conhecimento local e necessidades sociais e nutricionais da família.

O quadro 4 mostra, sucintamente, a comparação entre o sistema de produção dos agricultores da ARPA-SUL e um sistema de produção sustentável, segundo as concepções de Reijntjes et al. (1995), Altieri (1998), Gliessman (2000), Guzmán Casado et al. (2000) e Altieri (2002).

Quadro 4. Comparação entre o sistema de produção utilizado pelos agricultores da ARPA-SUL e um sistema de produção com padrões de sustentabilidade

Elementos do Sistema Produção	Sistema Produção Sustentável	Sistema Produção ARPA-SUL
Qualidade do Solo	manutenção / recuperação condições originais	manutenção, recuperação, melhoria condições originais
Preparo do solo	mínimo	convencional e mínimo
Sistemas de cultivos	policultivos	policultivos
Arranjo espacial	cultivos intercalados/associados	cultivos intercalados/associados
Controle da erosão	permanente	temporário/permanente
Mecanismos de reciclagem de nutrientes	rotação/consorciação cultivos	rotação/consorciação cultivos
Suprimento matéria orgânica	adubos orgânicos/verdes	adubos orgânicos/verdes
Aproveitamento da água	integral	parcial
Irrigação	controlada	não controlada
Controle plantas espontâneas, insetos e doenças	controle biológico, rotação culturas, defensivos orgânicos	controle biológico, rotação culturas, defensivos orgânicos
Acesso à práticas, conhecimentos e tecnologias agrícolas	igualdade de acesso	igualdade de acesso
Biodiversidade	alta	média/alta
Dependência insumos externos	baixa	baixa/média
Balanço energético	positivo	tendência positiva

Impactos e riscos à saúde	baixo	baixo
Preservação recursos naturais	assegurada	assegurada
Necessidades financeiras	baixas	baixas/médias
Uso do conhecimento local	alto	alto
Necessidades nutricionais e sociais da família	atendidas	atendidas

As comparações apresentadas no quadro 4 foram feitas com base em resultados e informações obtidas no presente trabalho considerando as práticas e procedimentos que caracterizam o sistema de produção adotado pelos agricultores, os motivos que os fizeram mudar de paradigma de produção, as percepções que tiveram sobre o significado de um solo sadio ou de boa qualidade e os resultados da avaliação da qualidade do solo desenvolvida nas duas propriedades que foram objeto desse estudo.

Segundo Gliessman (2000), há um princípio geral que deve balizar as comparações de sistemas de produção com ecossistemas naturais, o qual estabelece que *“quanto maior a similaridade estrutural e funcional de um agroecossistema com os ecossistemas naturais existentes em sua região biogeográfica, maior é a possibilidade de que o agroecossistema seja sustentável”*.

Sendo esse princípio verdadeiro, pode-se inferir, de maneira análoga, que quanto mais elevada for a similaridade estrutural e funcional de um dado sistema de produção com o padrão de sustentabilidade de ecossistemas agrícolas, estabelecidos por Reijntjes et al. (1995), Altieri (1998), Gliessman (2000), Guzmán Casado et al. (2000) e Altieri (2002), utilizados nessa comparação, maiores serão as possibilidades do sistema que está sendo comparado ser considerado sustentável.

Na análise comparativa, feita confrontando-se os elementos apresentados no quadro 4, observou-se uma alta similaridade entre os dois modelos de produção, indicando que os agricultores da ARPA-SUL têm desenvolvido sua atividade com identidade, coerência e convergência. Identidade que foi observada não só pela maneira como vivem, desenvolvendo uma proposta de convivência social, compartilhando decisões e socializando o conhecimento, resgatando práticas e procedimentos agrícolas de seus antepassados e que hoje são, adequadamente, utilizadas em seu sistema de produção, mas, também pela comunhão de idéias e princípios que buscam uma agricultura mais humana e saudável. Coerência entre um ideal de vida e a atitude que tomaram no processo de ruptura com o paradigma dominante, conscientizando-se da necessidade de produzir alimentos a partir de tecnologias que não agredissem o homem

e a natureza, pensando não em si mesmo, mas na família e no consumidor, sendo essa a razão de sua existência e dele recebendo a valorização pelo seu trabalho como agricultor. Convergência entre os que lutam de forma organizada e com afinidades de pensamento e de trabalho, por uma agricultura sustentável, por uma sociedade mais justa e por um futuro melhor para suas famílias.

5. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados encontrados no trabalho aqui apresentado, permitiram as seguintes conclusões:

- a) Os motivos da mudança de paradigma de produção dos agricultores sujeitos da presente pesquisa, são de ordem econômica, através dos arranjos locais de produção, englobando comercialização direta, valorização de tecnologias localmente desenvolvidas e da mão-de-obra familiar; de ordem social, pela valorização da vida, ênfase na saúde familiar e do consumidor, pelo fortalecimento do tecido social através do trabalho coletivo e pela socialização do conhecimento; e de ordem ambiental, mediante a compreensão da necessidade de equilíbrio entre homem-natureza, a identificação da agricultura como uma intervenção no ecossistema e pelo reconhecimento do solo como um componente vivo e determinante dos agroecossistemas;
- b) O sistema de produção utilizado pelos agricultores apresenta as seguintes características gerais: uso de policultivos; uso de práticas agrícolas fundamentadas no conhecimento local; uso de insumos produzidos no próprio estabelecimento; emprego de mão-de-obra familiar; comercialização direta da produção; organização administrativa com a concepção associativista.
- c) Há uma tendência de melhoramento das condições originais do solo da área do agricultor Mauro Scaglione e uma tendência de recuperação das condições de degradação do solo da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon, conforme aumenta o tempo de cultivo com o sistema de manejo utilizado;

- d) O sistema de produção adotado pelos agricultores, defini-se como uma atividade agrícola desenvolvida em direção a níveis mais elevados de sustentabilidade, tendo em vista o efeito positivo do sistema de manejo na Qualidade do Solo e os padrões alcançados;
- e) O conhecimento transdisciplinar desenvolvido através da interação entre o saber acadêmico e os saberes locais, é fundamental para a construção de instrumentos de monitoramento da Qualidade do Solo;
- f) O guia para avaliação do desempenho dos indicadores da Qualidade do Solo, reflete adequadamente as percepções dos agricultores sobre seus agroecossistemas, constituindo-se numa ferramenta útil nas suas tomadas de decisões.
- g) O Método Integrativo Avaliação da Qualidade do Solo permite verificar a tendência de variação da Qualidade do Solo, tanto comparando sistemas de manejo de base ecológica com áreas de vegetação nativa, quanto longitudinalmente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não deve ficar somente na ousadia, nas atitudes e na determinação dos agricultores, a busca de uma agricultura que seja ecologicamente aceitável, economicamente viável, socialmente justa, solidária e adaptável.

O desenvolvimento de uma atividade agrícola que recupere, mantenha ou melhore a qualidade dos recursos naturais disponíveis, que produza não só para garantir a reprodução da família, mas que seja capaz de gerar excedentes, que distribua adequadamente os recursos disponíveis, chegando à todos os agricultores, que respeite todas as formas de vida e que seja capaz de se adequar às diferentes mudanças a que a atividade agrícola é submetida (Reijntjes et al. (1995), precisa encontrar forte sustentação na academia. Os limites à uma produção com essas características são incontestáveis para os próprios agricultores e extrapolam os limites de suas propriedades.

Num encontro sobre agricultura ecológica realizado em Pelotas, Rio Grande do Sul, entre os dias 25 e 27 de junho de 2002, organizado pelo Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA) e com o apoio de diversas instituições públicas municipais, estaduais e nacionais, mais de 1600 produtores ecológicos de todo o Brasil apontaram, em sua plenária final, que três grandes problemas ainda entravavam o desenvolvimento desse novo paradigma de produção, e que diziam respeito à inadequação dos sistemas de manejo disponibilizados pela pesquisa, à deficiência de assessoria técnica, tanto em número quanto em qualificação e às dificuldades de crédito e de acesso ao mercado.

Esses limites não podem, no entanto, ser considerados intransponíveis, mas situações que poderão ser perfeitamente contornadas se ações públicas forem, efetivamente, empreendidas no sentido de equacioná-los.

Para isso, é preciso redirecionar, pelo menos parcialmente, a pesquisa pública que atualmente predomina no Brasil, para que essa apreenda a compartilhar o conhecimento científico com o conhecimento localmente desenvolvido (Altieri, 2002). Para que a abordagem holística da ciência agroecológica possa substituir uma visão puramente reducionista, típica da investigação disciplinar, que simplifica demasiadamente a concepção de trabalho do agricultor (Gliessmann, 2000), é necessário que a extensão rural, conduza suas ações com uma nova leitura da realidade, promovendo estilos de agricultura que respeitem as peculiaridades do ecossistema agrícola e que incentivem a preservação e o resgate da biodiversidade e da cultura dos agricultores (Caporal & Costabeber, 2002).

É preciso, ainda, que pelo menos as instituições públicas de ensino superior agrícola reavaliem suas propostas curriculares, de modo que seus egressos tenham um forte conhecimento sobre o paradigma de produção fundamentado na ciência Agroecológica (Casalinho & Fernandes, 1998; Sarandón, 2002).

Por fim, mas não menos importante, é preciso que as políticas agrícolas e agrárias das diferentes esferas governamentais, atendam, adequadamente, as necessidades desse contingente de produtores rurais que optaram por trabalhar com sistemas de produção de base ecológica e que a cada ano tem crescido em termos de agricultura nacional.

Para isso, ações no sentido de desenvolver uma previdência social adequada ao trabalhador rural, de estabelecer linhas de crédito que atendam as necessidades dos agricultores (Denardi, 2001), de promover preços mínimos justos, de democratizar o acesso à terra, de fortalecer os assentamentos rurais, espaços importantes para viabilização de modelos agrícolas de bases ecológicas e incrementar a assistência técnica são fundamentais para que os agricultores familiares que optaram por essa via de produção, sintam-se valorizados e comprometidos.

Atender essas demandas é preparar um longo caminho em direção a uma agricultura que possa proporcionar segurança alimentar, que gere renda, riqueza e empregos e que conserve os recursos naturais para as futuras gerações (Conway, 1998). Esses são desafios que, ao nível local, foram assumidos pelos agricultores da ARPA-SUL.

Como atores fundamentais desse processo, precisam de políticas públicas que possam fortalecer o trabalho que desenvolvem, pois se é este importante para o desenvolvimento agrícola e rural do país, é fundamental para que seja efetivamente sustentável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACTON, D. F., GREGORICH, L. J. Understanding soil health. In: ACTON, D. F., GREGORICH, L. J. (eds). **The health of our soils – toward sustainable agriculture in Canada**. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Ottawa, 1995, p. 5-10. Disponível em: <http://sis.agr.gc.ca.cansis/publications>. Acesso em 22.03.2002.
- AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL. **Econotas**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p.62, out./dez., 2002.
- AITA, C., BASSO, C. J., CERETTA, C. A., GONÇALVES, C. N., DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 25, n 1, p. 157-165, 2001.
- ALBUQUERQUE, J. A., REINERT, D. J., FIORIN, J. E., RUEDELL, J., PETRERE, C., FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 19, n 1, p. 115-119, 1995.
- ALFLEN, D. V., COSTA, L. A. M., COSTA, M. S. S.DE M., GURGACZ, F., OLIBONE, D., KAUFFMAN, A. V. Análise econômica em dois sistemas de cultivo de soja: orgânico e mineral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.128.
- ALONSO, L. E. Sujeto y discurso: el lugar de la entrevista abierta en las prácticas de la sociología cualitativa. In: DELGADO, J. M., GUTIÉRREZ, J. **Métodos y**

- técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales.** Madrid: Editorial Síntesis, S. A., 1994. p. 225-240.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. da Universidade/UFRGS, 1998. 110 p.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.
- ALVARENGA, M. I. N., DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho- Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **R. Bras. Ci. Solo**, v23, n 4, p. 933-942. 1999.
- ANDREOLA, F. COSTA, L. M., MENDONÇA, E. S., OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma terra roxa estruturada influenciadas pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **R. Bras. Ci. Solo**, v24, n 3, p. 609-620. 2000.
- ANDREOLA, F. COSTA, L. M., OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e,ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **R. Bras. Ci. Solo**, v24, n 4, p. 857-865. 2000.
- ANDREWS, S.S., KARLEN, D. L., MITCHELL, J. P. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 90, p.25-45, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com> . Acesso em: 08.02.2003
- ANDREWS, S.S., MITCHELL, J. P., MANCINELLI, R., KARLEN, D. L., HARTZ, T. K., HORWATH, W. R., PETTYGROVE, G. S., SCOW, K. M., MUNK, D. S. On-farm assessment of soil quality in California's Central Valley. **Agron. J.**, v. 94, p.12-23, 2002 a.
- ARSHAD, M. A., MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, issue 2, p. 153-160, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 17.05.2002
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudança da Agenda 21.** Petrópolis, R.J. Vozes. 1997. 156 p.
- BARROS, E. de V. **Princípios de ciências sociais para a extensão rural.** Viçosa, UFV, 1994. 715 p.
- BAVER, L. D., GARDNER, W. H., GARDNER, W. R. **Física de Suelos.** México, Editorial Hispano-Americano. 1972. 529 p.

- BAYER, C., MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A., & CAMARGO, F. A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-26.
- BEARE, M. H., CAMERON, K. C., WILLIAMS, P. H., DOSCHER, C. Soil quality monitoring for sustainable agriculture. **The New Zealand Plant Protection Society Proceedings**, Lincoln Soil Quality Research Centre, Lincoln University, 2000.10p. Disponível em: <http://www.hortnet.co.nz/publications/nzpps/proceedings>. Acesso em 19.01.2001
- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Icone editora. São Paulo, 1990. 355 p.
- BINDRABAN, P. S., STOORVOGEL, J.J., JANSEN, D. M., VLAMING, J., GROOT, J. J. R. Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 81, issue 2, p.103–112, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 22.08.2002.
- BLAIR, J. M., BOHLEN, P. J., FRECKMAN, D. W. Soil invertebrates as indicators of soil quality. In: DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49, 1996. p. 273-291.
- BLECHER, B. Brasil usa e abusa dos agrotóxicos. In: **Jornal Folha de São Paulo**. Março 1998.
- BOCKSTALLER, C., GIRARDIN, P., VAN der WERF, H. M. G. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. **European Journal of Agronomy**, v 7, p.261-270, 1997. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 17.05.2002.
- BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em Educação**. Porto, Porto Editora, Ltda, 1994. 336 p.
- BOHNEN, H. Acidez e calagem. In: GIANELLO, C., BISSANI, C. A., TEDESCO, M. J. **Princípios de fertilidade do Solo**, Porto Alegre, Departamento de Solos/UFRGS, 1995. p. 47-72.
- BONILLA, J. A. **Fundamentos de agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo, Nobel, 1992. 260 p.

- BORGES, M., CARMO, M.S., ESPINDOLA, C. R. O sentido amplo do solo. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 28, 2001, Londrina, **Anais...** Londrina, PR: SBCS/EMBRAPA/CNPS/IAPAR/UEL/UEM, 2001. P. 306.
- BOUMA, J. Land quality indicators of sustainable land management across scales. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, issue 2, 129 – 136, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com> . Acesso em: 17.05.2002
- BOUMA, J., DROOGERS, P. A procedure to derive land quality indicators for sustainable agricultural production. **Geoderma**, v. 85, issue 1, p.103-110, 1998. Disponível em: <http://www.elsevier.com> . Acesso em: 20.08.2002.
- BOUMAN, B. A. M., CASTAÑEDA, A. R., BHUIYAN. Nitrate and pesticide contamination of groundwater under rice-based cropping systems: past and current evidence from the Philippines. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 92, issues 2-3 p.185-189, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com> . Acesso em: 17.06.2003
- BOWMAN, B. T. What is soil quality or soil health? **Southern Crop Protection and Food Research Centre**, Agriculture and Agri-Food Canada, Research Branch, 2000. Disponível em: <http://res2.agr.ca/london/pmrc/faq/menu/html> . Acesso em: 19.01.2001
- BRADY, N. C., WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. New Jersey: 12 th ed. Prentice-Hall, Inc., 1999. 882 p.
- BRINK TEN, B. J. E., HOSPER, S. H., COLIJN. A quantitative method for description & assessment of ecosystems: the AMOEBA-approach. **Marine pollution bulletin**, v. 23, p.265-270, 1991.
- BRUM, A. J. **Modernização da agricultura: trigo e soja**. Petrópolis, R. J. Vozes, 1988. 200 p.
- BULLUCK, L. R., BROSIUS, M., EVANYLO, G., K., RISTAINO, J. B. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. **Applied soil ecology**, v 19, issue 2, p.147-160, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 27.06.2003.
- CAMARGO, O. A., ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba - SP, 1997, 132 p.
- CAMPANHOLA, C., VALARINI, J. O que a agricultura orgânica é e o que ela não é. **Agroecologia hoje**, ano II, n 11, 13-14, out-nov 2001.

- CANUTO, J. C. **Agricultura ecológica en Brasil. Perspectivas socioecológicas.** Córdoba, 1998. 200 f. Tese de Doutorado. Universidad de Córdoba.
- CAPORAL, F. R., COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável; perspectivas para uma nova extensão rural.** Porto Alegre: EMATER/RS, 2001. 36 p. (Textos Seleccionados, 22)
- CAPORAL, F. R., COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v. 3, n 3, p. 70-85, jul./set. 2002.
- CAPORAL, F. R. , COSTABEBER, J. A. Construindo uma nova extensão rural no Rio Grande do Sul. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v. 3, n 4, p. 10-15, out./dez. 2002.
- CAPRA, F. **A teia da vida.** São Paulo, Cultrix, 1996. 256 p.
- CARPENTER-BOGGS, L., KENNEDY, A. C., REGANOLD, J. P. Organic and biodynamic management: effects on soil biology. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v 64, p. 1651-1659, 2000.
- CARRETERO, M. Construtivismo e educação. Porto Alegre, Artmed, 1997. 98 p.
- CARSON, R. **Primavera silenciosa.** São Paulo, Cia. Melhoramentos, 1962. 305 p.
- CARTER, M. R. Soil quality for sustainable land management: organic matter and aggregation. Interactions that maintain soil functions. **Agronomy journal**, v 94, p. 38-47, 2002.
- CARVALHO Jr., I. A., FONTES, L. E. F., COSTA, L. M. Modificações causadas pelo uso e a formação de camadas compactadas e, ou, adensadas em um Latossolo vermelho- escuro textura média, na região do cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v 22, p. 505-514, 1998.
- CASALINHO, H. D., FERNANDES, C. M. B. O desafio de pensar o ensino de solos construindo uma proposta pedagógica na perspectiva da visão holística do conhecimento – abertura de fronteiras entre o conhecimento específico e a formação pedagógica na prática universitária- uma transgressão possível. **Revista educação agrícola superior**, Brasília. V 16, n 1, p.71-81, 1998.
- CERVO, A. L. , BERVIAN, P. A **Metodologia científica.** São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1983. 248 p.
- CHAER, G. M., BORGES, A. C., TÓTOLA, M. R. Indicadores microbiológicos na avaliação da qualidade do solo em sistemas de manejo de eucalipto. In:

- REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-UFSM, 2000, CD-ROM.
- CHAUÍ, M. A percepção. *Internewws – revista interativa*, julho 2002. Disponível em: <http://www.internewws.eti.br>. Acesso em: 19.03.2003
- COLBORN, T., DUMANOSKI, D., MYERS, J. P. **O futuro roubado**. Porto Alegre. L & PM, 1997. 354 p.
- COLOGNESE, S. A. , MÉLO, J. L. B. de A técnica da entrevista na pesquisa social. **Cadernos de Sociologia**, PPGS/UFRGS, Porto Alegre, v. 9, 1998. 200 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Passo Fundo, 3.ed., SBCS- Núcleo Regional Sul/EMBRAPA/CNPT, 1995. 224 p.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO- CNMAD. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: 2. Ed., Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.
- CONWAY, G. R. **Análise participativa para o desenvolvimento agrícola sustentável**. ASPTA, Rio de Janeiro, 1993. 32 p.
- CONWAY, G. **Uma agricultura sustentável para a segurança alimentar mundial**. Brasília: Embrapa – SPI; Petrolina: Embrapa-CNATSA, 1998. 68
- COSCIA, A. A. **Agricultura sostenible**. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur S.A., 1993. 112 p.
- COSTABEBER, J. A. Transição agroecológica: do produtivismo à ecologização. In: **Sustentabilidade e cidadania: o papel da extensão rural**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1999. 208 p.
- COSTABEBER, J. A., MOYANO, E. Transição agroecológica e ação social coletiva. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n 4, p. 50-60, out./dez. 2000.
- COSTA GOMES, J. C. Pluralismo epistemológico e metodológico como base para o paradigma ecológico. In: XXII Encontro Estadual de Entidades Ecológicas: Bases para o paradigma ecológico. Pelotas, 2001. **Anais**. 64 p.
- COSTA GOMES, J. C., BORBA, M. F. S. A moderna crise dos alimentos: oportunidade para a agricultura familiar. In: **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. v 1 n 3, Porto Alegre. Julho/setembro 2000. EMATER/RS. 74 p.

- CUNHA, N. G. da, SILVEIRA, R. J. C. da. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. EMBRAPA/CPACT, Ed. UFPel, 1996. 54 p. Documentos CPACT; 12/96.
- D'AGOSTINI, L. R. , SCHLINDWEIN, S. L. **Dialética da avaliação do uso e manejo das terras: da classificação interpretativa a um indicador de sustentabilidade**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1998. 121 p.
- DAMÁSIO, A. R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 330 p.
- DAROLT, M. R. Fatores relacionados à diferença de preços entre produtos orgânicos e convencionais. In: **Agroecológica**. Ano II, N 11. Botucatu, out/nov 2001. 34 p.
- DE JAGER, A., ONDURU, D., VAN WIJK, M. S., VLAMING, J., GACHINI, G. N. Assessing sustainability of low-external-input farm management systems with the nutrient monitoring approach: a case study in Kenya. **Agricultural Systems**, v. 69, issues 1-2, p.99-118, 2001. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 24.01.2003.
- DENARDI, R. A. Agricultura familiar e políticas públicas: alguns dilemas e desafios para o desenvolvimento rural sustentável. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n 3, p. 56-62, jul./set. 2001.
- DE LA MAZA, L. M., PEZZLO, M. T., BARON, E. J. **Atlas de diagnóstico em microbiologia**, Porto Alegre, Artmed, 1999. p. 33.
- DERPSCH, R., ROTH, C. H., SIDIRAS, N., KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. GTZ/IAPAR, 1991.272 p.
- DITZLER, C. A., TUGEL, A. J. Soil quality field tools: experiences of USDA-NRCS Soil Quality Institute. **Agron. J.** v 94, p. 33-38, 2002.
- DORAN, J. W., STAMATIADIS, S. I., HABERERN, J. Soil health as na indicator of sustainable management. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, issue 2, 107 – 110, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com> . Acesso em: 18.08.2002
- DORAN, J. W. Soil health and global sustainability: translating science into practice. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, issue 2, p.119-127, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com> . Acesso em: 17.05.2002
- DORAN, J. W. , PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F., STEWARD, B. A (eds.).**Defining soil**

- quality for a sustainable environment.** Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 35. 1994, p. 03-21.
- DORAN, J. W. , SARRANTONIO, M. , LIEBIG, M. A Soil health and sustainability. **Adv. Agron.** , v. 56: 30-31, 1996.
- DORAN, J. W., ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied soil ecology**, v 15, p. 3-11, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em 18.05.2002.
- DUMANSKI, J., PIERI, C. Land quality indicators: research plan. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 81, p.93-102, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 06.03.2002.
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**, Guaíba: 2^a ed. , Agropecuária, 1999. 157 p.
- EMBRAPA. **Meio ambiente & agricultura**. Jaguariúna, S.P. Ano VI, n. 24. 1998. 8p.
- EMBRAPA. Serviço nacional de levantamento e conservação do solo: **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 228 p.
- ENSSLIN, L., MONTIBELLER NETO, G., NORONHA, S. M. Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001. 296 p.
- FAO. A framework for land evaluation. Roma, FAO. **Soils Bulletin** 32. 1976. 72 p.
- FAO. **Desarrollo de sistemas agrícolas: pautas para la conduccion de un curso de capacitacion en desarrollo de sistemas agrícolas**. Roma, 1991. 256 p.
- FAVERO, C., JUCKSCH, I., COSTA, L. M., ALVARENGA, R. C., NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v 24, p.171-177, 2000.
- FELIPPI, A. Rio Grande do Sul tem cem núcleos de produção agroecológica. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, v.1, n.2, abril/julho 2000. EMATER/RS. 62 p.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário básico da língua portuguesa**. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 1988. 687 p.
- FOLHA DE SÃO PAULO. **Hortaliça sem veneno gera renda**. Julho de 2000.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. da. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A., & CAMARGO, F. A. **Fundamentos da matéria orgânica do**

- solo: ecossistemas tropicais & subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999. P. 228-243.
- GAMEIRO, A. H., BEZERRA, A. J. A. **Tópicos referentes a distintas visões de sustentabilidade de alguns atores a nível nacional.** Departamento de Ciências Sociais Agrárias. FAEM/UFPEL. 1996. 19 p.
- GARDNER, J. C., CLANCY, S. A. Impact of farming practices on soil quality in North Dakota. In: DORAN, J. W., JONES, A. . (eds.). **Methods for assessing soil quality.** Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49, 1996. p. 337-343.
- GARLYND, M. J., ROMIG, D. E., HARRIS, R. F., KURAKOV, A. V. Descriptive and analytical characterization of soil quality/health. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F. , STEWARD, B. A (eds.).**Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 35. 1994, p. 159-168.
- GARZIM, B., MORAES, M. H. Efeitos da adição de compostos orgânicos nas propriedades físicas e químicas do solo e no desenvolvimento de plantas de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.254.
- GIL, A C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 3. Ed., São Paulo, Atlas, 1991. 206 p.
- GIRARDIN, P., BOCKSTALLER, C., VAN der WERF, H. Assessment of potential impacts of agricultural practices on the environment: the AGRO-ECO method. **Environmental impact assessment Review**, v. 20, p.227-239, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 18.05.2002
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. 2000. 654 p.
- GLIESSMAN, S.R. **Una definición ecológica de la agricultura sostenible.** 1999. Disponível em: <http://www.agroecology.org/espanol>. Acesso em: 20.05.2002.
- GLOCK, C. As pequenas vítimas dos agrotóxicos. In: **jornal Zero Hora.** Porto Alegre. Março de 1999.
- GLOVER, J. D., REGANOLD, J. P., ANDREWS, P. K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic and integrated apple orchard in Washington

- State. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 80, p.29-45, 2000.
Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 22.08.2002.
- GODINHO, A. F. Intoxicação por agrotóxicos: persistência das sequelas e das alterações de comportamento por gerações. **Agroecologia**. Ano II, n12. dez 2001/jan 2002. Botucatu. 34 p.
- GOMEZ, A. A., KELLY, D. E. S., SYERS, J. K., COUGHLAN, K. J. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49. 1996, p. 401- 409.
- GÓMEZ-MIGUEL, V., SAINZ, L. T., DE LABURU, C. R. Los suelos mediterráneos. In: JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., LAMO DE ESPINOSA, J. (eds). **Agricultura sostenible**. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, 1998. P. 71-100.
- GROSSMANN, M. A participação dos agricultores no estudo da pequena produção no município de Capitão Poço. **Agricultura familiar: pesquisa, formação e desenvolvimento**, v. 1, n. 1, p. 121-138, 1996.
- GUZMÁN CASADO, G. I. El manejo agroecológico del suelo. In: GUZMÁN CASADO, G. I, GONZALEZ DE MOLINA, M., SEVILLA GUZMAN, E. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, s. a. 2000. p. 261-280.
- GUZMÁN CASADO, G. I. , ALONSO MIELGO, A. M. Transición agroecológica en finca. In: GUZMÁN CASADO, G. I , GONZALEZ DE MOLINA, M. , SEVILLA GUZMAN, E. **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa Libros, s. a. 2000. p. 199-226.
- HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. Petrópolis, Ed. Vozes, 1999. 224 p.
- HARRIS, R. F., BEZDICEK, D. F. Descriptive aspects of soil quality/health. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F., STEWARD, B. A (eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 35. 1994, p. 23-35.
- HARRIS, R. F., KARLEN. D. L., MULLA. D. J. A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health. In: DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49. 1996, p. 61-82.

- HART, R. D. **Agroecosistemas: conceptos basicos**. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica: 1979. 211 p.
- HECHT, S. B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. P. 21-51.
- HERRICK, J. E. Soil quality: na indicator of sustainable land management? *Applied soil ecology*, v 15, p. 75-83, 2000.
- HERRICK, J. E., BROWN, J. R. , TUGEL, A J. , SHAVER, P. L. , HAVSTAD, K. M. Application of soil quality to monitoring and management: paradigms from rangeland ecology. **Agron. J.**, v. 94, p. 3 – 11, 2002.
- HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecologia**. Ano II, n 12. dez 2001/jan 2002. Botucatu. 34 p.
- HUFFMAN, E., EILERS, R. G., PADBURY, G., WALL, G., MacDONALD, K. B. Canadian agri-environmental indicators related to land quality: integrating census and biophysical data to estimate soil cover, wind erosion and soil salinity. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 81, issue 2, p.113-123, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 22.08.2002.
- HUSSAIN, I., OLSON, K. R., WANDER, M.M., KARLEN, D. L. Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois. **Soil & Tillage Research**, v 50, p.237-249, 1999.
- INSAM, H., DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial ecology**, v 15, p.177-188, 1988.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Enfoque sistêmico em P & D. A experiência metodológica do IAPAR. Londrina, **Circular**, 97. 1997 152 p.
- ISLAM, K. R., WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 79, p. 9-16, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 18.05.2002
- JARA, C. J. Sustentabilidade: uma encruzilhada civilizatória. In: **Sustentabilidade e Cidadania: o papel da extensão rural**. Porto Alegre: EMATER, 1999. 208 p.
- JACKSON, W. Natural systems agriculture: a truly radical alternative. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, Issue 2, p.111-117, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 18.08.2002

- JUNQUEIRA, A. M. R., DOURADO, B. P., MARTINS, M. C., RIBEIRO, A. C. F. Avaliação financeira da produção de hortaliças em sistema orgânico: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, julho, 2002. Suplemento 2.
- KARLEN, D. L. , STOTT, D. E. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C. , BEZDICEK, D. F. , STEWARD, B. A (eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 35. 1994, p. 53-71.
- KARLEN, D. L., MAUSBACH, M. J., DORAN, J. W., CLINE, R. G., HARRIS, R. F., SCHUMAN, G. E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 61, p. 4 – 10, 1997.
- KEMPER, W. D. , CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C. A. ed.. **Methods of soil analisys**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510
- KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1979. 264 p.
- KITAMURA, P. C. A agricultura e o desenvolvimento sustentável. In: **Agricultura sustentável**. v. 1, n. 1. Jaguariúna, SP. EMBRAPA/CNPMA. p.27 –32. 1994.
- KLINGBIEL, A. A. , MONTGOMERY, P. H. **Land-capability classification**. Washington, Soil Com. Service, U. S. Govnt. Print Office, 1961. (Handbook, 210) 21 p.
- KONEMAN, E. W., ALLEN, S. D., JANDA, W. M., SCHRECKENBERGER, P. C., WINN-Jr, W. C. **Color atlas and texbook of diagnostic microbiology**. 5^a ed. Philadelphia. Lippincott – Raven, 1997. p 103; 1307-1308.
- KROPFF, M. J., BOUMA, J. , JONES, J. W. Systems approaches for the design of sustainable agro-ecosystems. **Agricultural Systems**, v. 70, issues 2-3, p. 369-393, 2001. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 24.01.2003.
- KUHN, T. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: 3 ed., Perspectiva, 1991. p
- LACERDA, N. B., SILVA, R. C. Efeitos da adubação verde e rotação de culturas na fertilidade de um luvisolo no Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.291.

- LAL, RATTAN. **Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, Documentos 03. 1999. 97 p.
- LARSON, W. E., PIERCE, F. J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W., COLEMAN, D. C., BEZDICEK, D. F., STEWARD, B. A.(eds.).**Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 35. 1994, p. 37-51.
- LEFROY, R. D. B., BECHSTEDT, H.D., RAIS, M. Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 81, p.137-146, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 22.08.2002.
- LEMOS, R. C. DE. **Manual para descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: 3 ed. SBCS. 1996. 84 p.
- LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 1985. 175 p.
- LIBMAN, M. Sistemas de policultivos. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. P. 347-368.
- LIMA, H. V. De, BATISTA, R. B., QUEIROZ, S. B. de. Confronto de enfoques na avaliação da “Qualidade do Solo” pelo produtor rural. In: Congresso brasileiro de ciência do Solo, 27, 1999, Brasília: **Anais...** Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. CD-ROM.
- LÜDKE, M., ANDRÉ, E. D. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 100 p.
- MAÇANEIRO, K. C., ALMEIDA, J. A., KLAUBERG, O Efeito da calagem e da adubação orgânica na variabilidade espacial de solo recomposto após mineração de carvão a céu aberto em SC. ”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.165.
- MAGDOFF, F. Qualidade e manejo do solo. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. P. 519-542.

- MAIA, S. M. F., OLIVEIRA, H. P. M., OLIVEIRA, T. S. DE. Potencial de plantas espontâneas na cobertura de superfície e reciclagem de nutrientes em solos cultivados com plantas perenes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.273.
- MALAGODI, E. A., QUIRINO, E. G., SABOURIN, E. Agricultura familiar e consciência ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Campinas. **Anais...**Campinas. Disponível em: <http://gipaf.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 19.03.2003.
- MANDAL, D. K., MANDAL, C., VELAYUTHAN, M. Development of a land quality index for sorghum in semi-arid tropics (SAT). **Agricultural Systems**, v. 70, issue 1, p.335-350, 2001. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 19.08.2002.
- MARCONI, M. de A, LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo, Atlas, 1999. 260 p.
- MARGNI, M., ROSSIER, D., CRETZAZ, P., JOLLIET, O. Life cycle impact assessment of pesticides on human health and ecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 93, issues 1-3, p.379-392, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 22.06.2003.
- MARTIN, H. Organic farming in Ontário. **Replaces Factsheet nº 92-012**. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. 1998. Disponível em: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA>. Acesso em: 22.08.2002
- MARTÍNEZ, G. R. El asociativismo como factor de éxito y limitaciones. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 30-37, abr./jun. 2001.
- MARTINS, S. R. **Límites del desarrollo sostenible en America Latina – en el marco de las políticas de (re)ajuste económico**. Pelotas: Ed. UFPEL, 1995. 129 p.
- MARTINS, S. R. Sustentabilidade na agricultura: dimensões econômicas, sociais e ambientais. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 4, n. 2. 175 – 187. 1999.
- MASERA, O., ASTIER, M., RIDAURA, S. L. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS**. Mexico, Mundi-Prensa Mexico, S. A de C.V.. 1999. 110 p.

- MEINICKE, A. **As minhocas**. Cooperativa Agropecuária Campos Gerais Ltda, COOPENSUL/EMBRAPA. Ponta Grossa, 1983. 124 p.
- MERTEN, G. H. **Uso agrícola do solo no Parana: impactos ambientais**. In: **Análise ambiental: estratégia e ações**, São Paulo: Tornisielo, S. M. T. et al ed. 1995. 381 p.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A., & CAMARGO, F. A. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. P. 1-8.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. PNMA/PED –RS. **Agricultura ecológica: alguns princípios básicos**. 1997 (?). 52 p.
- MITCHELL, J., GASKELL, M., SMITH, R., FOUCHE, C., KOIKE, S. T. Soil management and soil quality for organic crops. **Vegetable research and information center, publication 7248**, 5 p., 2000. Disponível em: <http://www.sfc.ucdavis.edu>. Acesso em: 13.08.2002
- MOLLISON, B., SLAY, R. M. **Introdução à permacultura**. Austrália: Tagari Publications, 1994. 204 p.
- MONTECINOS, C., ALTIERI, M. Situação e tendências na conservação dos recursos genéticos em nível local na América Latina. In: **Agroecologia e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, ano 1 n. 1. ASPTA. 1993.
- MOREIRA, J. DE A. N., SANTOS, J. W. DOS, OLIVEIRA, S. R. DE M. **Abordagens e metodologias para avaliação de germoplasma**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA; Brasília, EMBRAPA-SPI, 1994. 115 p.
- MORGAN, K., MURDOCH, J. Organic vs. Conventional agriculture: Knowledge, power and innovation in the food chain. **Geoforum**, v. 31, 159-173, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 05.01.2003.
- MORSELLI, T. B. G. A., FERNANDES, H.S., MARTINS, S. R., SILVA, J. B. DA. Efeitos da adubação orgânica no acúmulo de matéria orgânica, fósforo e potássio em cultivo sucessivo de alface em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...** Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.205.

- MURAGE, E. W., KARANJA, N. K., SMITHSON, P. C., WOOMER, P. L. Diagnostic indicators of soil quality in productive and non-productive smallholders' fields of Kenya's Central Highlands. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 79, issue 1, 1-8, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 17.05.2002
- MURAKAWA, F. E. Cana orgânica ganha espaço em São Paulo. In: **Folha de São Paulo**, 04/01/1998.
- NACHTIGALL, G. R., VAHL, L. C. Parâmetros relacionados à acidez em solos da região sul do Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v 13, p.139-143, 1989.
- NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 88, issue 2, p.161-168, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 17.05.2002.
- NUERNBERG, N. J., STAMMEL, J. G., CABEDA, M. S. V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica sul-riograndense. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 10, n. 3, p.185-190, 1986.
- NUNES, L. A. P. L. , DIAS, L. E. Avaliação da qualidade de um latossolo vermelho-amarelo de Viçosa-MG sob mata secundária e cultivado com café. Fertbio 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFRRJ, 2002. CD-ROM.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988, 434 p.
- OLIVEIRA, E. L. Coberturas verdes de inverno e adubação nitrogenada em algodoeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, 18: 235-241. 1994
- OSSERVATORIO AGROAMBIENTALE AGRICOLTURA SOSTENIBILE. **Agroecosistema e agroecologia**. Disponível em: <http://www.Agraria.it/osservatorio/ita>. Acesso em: 11.03.2000
- ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Painel intergovernamental de mudanças climáticas: efeito estufa é muito pior do que se imaginava**. 2001. Disponível em: <http://www.wriuma.org.br>. Acesso em: 05.05.2002
- PACINI, C., WOSSINK, A , GIESEN, G., VAZZANA, C., HUIRNE, R. Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field-scale analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 95, issue 1, p. 273-288, 2003. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 09.04.2003

- PALOMINO, R. C. **Uma abordagem para a modelagem, análise e controle de sistemas de produção utilizando redes de Petri**. Florianópolis, 1995. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta/palomino/indice.Abril>. Acesso em: 20.04.2001
- PASCHOAL, A. D. Modelos sustentáveis de agricultura. **Agricultura sustentável**. v. 2 n. 1. Jaguariúna, São Paulo. EMBRAPA/ CNPMA. 1995. 60 p.
- PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos - agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba. 1994. 191 p.
- PAULETTO, E. A. Manual de laboratório: determinação de atributos físicos do solo, Pelotas, RS, 1997, 59 p.
- PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas, ed. Grafimagem, 2000. 110 p.
- PEREIRA, A. V. Trabalho agrícola e ideais: onde está a verdadeira motivação? **Agroecologia Hoje**, Botucatu, SP, ano 1, n. 6, p. 9 –10, dez 2000/jan 2001.
- PIMENTEL, D. Green revolution agriculture and chemical hazards. **The science of total environment**, v 188, suppl. 1, p.86-98, 1996. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 07.06.2003.
- PINHEIRO, S., NASR, N. Y. ; LUZ, D. **A agricultura ecológica e a máfia dos agrotóxicos no Brasil**. Porto Alegre. Ed. dos autores. 1993. 355 p.
- PINZARI, F., TRINCHERA, A., BENEDETTI, A. **Soil quality indicators for the assessment of the risk of dedertification in mediterranean ecosystems**. Roma. Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante. 199- (?) 7 p.
- PRIMAVESI, A. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel, 1997. 200 p.
- PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, Nobel 1980. 541 p.
- RAMIREZ, E., MARTÍNEZ, H. Evaluacion de la sustentabilidad de sistemas de produccion campesinos en relacion a la erosion del suelo. In: BERDEGUÉ, J. A., RAMÍREZ, E. (eds). **Operacionalizacion del concepto de sistemas de produccion sostenibles**. Santiago de Chile. Red internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción –RIMISP. 1995. P. 39-65.
- REGANOLD, J. P., GLOVER, J. D., ANDREWS, P. K., HINMAN, H. R. Sustainability of three apple production systems. **Nature**, n 410, p.926 – 930, 2001. Disponível em: www.nature.com. Acesso em 06.06.2002.

- REIJNTJES, C., HAVERKORT, B., BAYER, A. N. **Cultivando para el futuro: introducion a la agricultura sustentable de bajos insumos externos**. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad, 1995. 274.
- RIBAS, R. G. T., GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L., RIBEIRO, R. L. D., OLIVEIRA, F. L. Produção do quiabeiro sob cultivo orgânico, consorciado com crotalária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.197.
- RIGBY, D., CÁCERES, D. Organic farming and sustainability of agricultural systems. **Agricultural Systems**, v. 68, issue 1, p. 21-40, 2001. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 19.08.2002
- RODRIGUES, A. **Estudos em psicologia social**. Petrópolis, Editora Vozes Ltda., 1979. 532 p.
- ROMIG, D. E., GARLYND, M. J., HARRIS, R. F. Mc SWEENEY, K. How farmers assess soil health and quality. **Journal of soil and water conservation**, 229 – 236, 1995.
- ROMIG, D. E., GARLYND, M. J., HARRIS, R. F. Farmer based assessment of soil quality: a soil health scorecard. In: DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49. 1996, p. 39-60..
- ROSA, J., CAVARIANNI, R. L., MARTINS, M. I. E. G., CECÍLIO FILHO, A. B. Avaliação do mercado de Jaboticabal em relação às hortaliças miniprocessadas e de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 13 (suplemento), 875-876, 2000.
- ROSCOE, R., MERCANTE, F. M., SILVA, W. M., FABRÍCIO, A.C. Relação entre matéria orgânica do solo, C na biomassa microbiana, agregação e porosidade do solo sob diferentes sistemas de manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, 2000, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria, RS:Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-UFSM, 2000, CD-ROM.
- ROSSET, P. A nova revolução verde é um sonho. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 1, n. 4, out/dez 2000. EMATER/RS. 74 p.
- ROSSET, P., ALTIERI, M. Agroecologia *versus* substituição de insumos: uma contradição fundamental da agricultura sustentável. In: ALTIERI, M.

- Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 321-340.
- RUSSELL, A. E. Relationships between crop-species diversity and soil characteristics in southwest indian agroecosystems, **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 92, issues 2-3, p. 235 - 249, 2002. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 27.06.2003.
- SANTANA, D. P. Qualidade do solo: uma visão holística. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Boletim Informativo**, v. 27, n. 2, 2002. 31 p.
- SANTIAGO, D. C., HOMECHIN, M., KRZYZANOWSKI, A. A. Benefícios da adição de compostos orgânicos nas propriedades químicas e biológicas do solo e, controle de *Meloidogyne incognita* em feijoeiro “carioquinha”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.66.
- SANTOS, A. C., SILVA, I. F., LIMA, J. R. S., ANDRADE, A. P., CAVALCANTE, V. R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v25, n 4, p. 1063-1071. 2001.
- SANTOS, A. de C. K. **Introdução à modelagem computacional na educação.** Rio Grande; FURG, 1995. 147 p.
- SANTOS, G. de A., CAMARGO, F. A. de O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999.491 p.
- SARANDÓN, S. J. Incorporando el enfoque agroecológico en las instituciones de educación agrícola superior: la formación de profesionales para una agricultura sustentable. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v. 3, n 2, p. 40-48, abr./jun. 2002.
- SARAVIA, A. **Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola.** San José, Costa Rica: IICA, 1983. 273 p.
- SARRANTONIO, M., DORAN, J. W., LIEBIG, M. A., HALVORSON, J. J. On-farm assessment of soil quality and health. In: : DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality.** Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49. 1996, p. 83-105.
- SCHMIDT, W. Agricultura orgânica: entre a ética e o mercado. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre: v. 2, n. 1, p. 62-71, jan./mar. 2001.

- SCHNEIDER, D. Mercado de orgânicos requer mais marketing educacional. *Agroecologia hoje*, ano II, n 12, dez 2001/jan 2002. P. 24-25
- SCHNEIDER, S., SCHMITT, C. J. O uso do método comparativo nas ciências sociais. In: **Cadernos de Sociologia**, v. 9. PPGS/UFRGS, 1998. 200 p.
- SCHOENHOLTZ, S. H., MIEGROET, H. VAN, BURGER, J. A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. **Forest Ecology and Management**, v. 138, 335-356, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 17.05.2002
- SEITER, S., CAMPBELL, S. **Oregon soil quality cards: farmer-developed conservation tools**. USDA/NRCS, Portland, Oregon. Technical Notes, 1998. P. 10 (?). Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI>. Acesso em: 03.11.2001.
- SENA, M. M., FRIGHETTO, R. T. S. , VALARINI, P. J., TOKESHI, H. , POPPI, R. J. Discrimination of management effects on soil parameters by using principal component analysis: a multivariate analysis case study. **Soil & Tillage Research**, v. 67, 171-181, 2002. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 06.01.2003
- SHARMA, P. K., BHUSHAN, L. Physical characterization of soil amended with organic residues in a rice-wheat cropping system using a single value soil physical index. . **Soil & Tillage Research**, v. 60, 143-152, 2001. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 06.01.2003.
- SINCLAIR, F. L. Process-based research in sustainable agricultural development integrating social, economic and ecological perspectives. **Agricultural systems**, v 69, issues 1-2, 1-3, 2001. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 19.08.2002
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Boletim informativo**. Viçosa, MG. v. 23, n.5. Set/dez 1998. 50 p.
- SOMBROEK, W. G. **Soil studies in the Merin Lagoon basin**. Projeto da Lagoa Mirim, Pelotas: CLM/PNUD/FAO, 1969.
- SOUZA, J. L., COSTA, H., PREZOTTI, L. C. Estudo de sistemas de adubação orgânica e mineral sobre as características do solo, o desenvolvimento de hortaliças e a relação com pragas e doenças ao longo de oito anos. **Horticultura brasileira**, v 18, suplemento, p. 826-828, 2000.

- SOUZA, M. G., REYES, C. Estudio de la respuesta de una sucesión de cultivos horticolas a diferentes abonos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.288.
- STAMATIADIS, S., LIOPA-TSAKALIDI, A., MANIATI, L. M., KARAGEORGOU, P., NATIOTI, E. A comparative study of soil quality in two vineyards differing in soil management practices. In: DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49. 1996, p. 381-392.
- STOLF, R. Teoria e testes experimentais de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 15, p. 229 – 235, 1991.
- STONE, L. F. , SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.
- STONE, L. F., SILVEIRA, P. M., ZIMMERMANN, F., J., P. Características físico-hídricas e químicas de um latossolo após adubação e cultivos sucessivos de arroz e feijão, sob irrigação por aspersão. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 18, n. 3, p. 533-539, 1994.
- TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H., VOLKWEISS, S. **J. Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174 p.
- THIOLLENT, M. **Crítica metodológica, investigação social e enquete operária**. São Paulo, Ed. Polis 1985. 270 p.
- TILMAN, D. The greening of the green revolution. **Nature**, v 396, p. 211-214, 1998.
- TISDALL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of soil science**, v 33, p. 141 – 163, 1982.
- TISDALE, S. L., NELSON, W., BEATON, J., HAVLIN, J. **Soil fertility and fertilizers**. 5 ed. Mac millan Publishing Company. New York: 1993. 634 p.
- TORJUSEN, H., LIEBLEIN, G., WANDEL, M., FRANCIS, C.F. Food system orientation and quality perception among consumers and producers of organic food in Hedmark County, Norway. **Food Quality and Preference**, v. 12, p.207-216, 2001. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 11.01.2003.

- TUGEL, A. J., SEITER, S., FRIEDMAN, D., DAVIES, J., DICK, R. P., McGRATH, D., WEIL, R. R. Locally led conservation activities: developing a soil quality assessment tool. In: STOTT, D. E., MOHTAR, R. H., STEINHARDT, G. C. (eds). **Sustaining the global farm. Selected papers from the 10 th international soil conservation organization meeting held** may, 24-29, 1999 at Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory. P. 529-534. 2001.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Indicators for soil quality evaluation**. NRCS. 1996. Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml>. Acesso em: 30.04.1999
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soil quality concerns: pesticides**. NRCS. 1998(a). Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml>. Acesso em: 22.04.1999
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soil quality test kit guide**. NRCS/ Soil Quality Institute. Washington, 1998 (b). 82 p. Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml>. Acesso em: 22.04.1999
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soil quality card design guide: a guide to develop locally adapted conservation tools**. NRCS/ Soil Quality Institute. Washington, 1999. 63 p. Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml>. Acesso em: 05.01.2001.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Guidelines for soil quality assessment in conservation planning**. NRCS/Soil Quality Institute. 2001. Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml>. Acesso em: 03.11.2001.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **What is soil quality? Soil quality-managing soils for today and tomorrow**. NRCS. 1999. Disponível em: <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/sqihome.shtml>. Acesso em: 05.01.2001.
- UZÊDA, M. C., LAVELLE, P., GARCIA, M. A. Avaliação do uso de enchytraeidae (oligocheta) como bioindicador da qualidade do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-UFSM, 2000, CD-ROM.

- VANCE, A., BROOKES, P. C., JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 7033 - 707, 1987.
- VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1975. 465 p.
- VILAIN, L. **La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles**. Educagri editions. Ministere de L'Agriculture et de la peche. 1999 (?). 67 p. (cópia reprográfica).
- VÍZCAINO, E. F. Soil quality in Central Michigan: rotations with high and low diversity of crops and manure. In: : DORAN, J. W., JONES, A. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Wi. SSSA. American Society of Agronomy, Spec. Public. 49. 1996, p. 327-335.
- VIVAN, J. L. **Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital**. Guaíba, Agropecuária. 1998. 207 p.
- WANDER, M. M., WALTER, G. L., NISSEN, T. M., BOLLERO, G. A., ANDREWS, S. S., CAVANAUGH-GRANT, D. A. Soil quality: Science and process. **Agron. J.**, v 94, p. 23-32, 2002.
- WELLS, A. T., CHAN, K. Y., CORNISH. Comparison of conventional and alternative vegetable farming systems on the properties of a yellow earth in New South Wales. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 80, issue 1-2, p.47-60, 2000. Disponível em: <http://www.elsevier.com>. Acesso em: 06.01.2003
- WIDDOWSON, R. W. **Hacia una agricultura holística: un enfoque científico**. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur S. A, 1993. 270 p.
- YAGI, R., FERREIRA, M. E., CRUZ, M. C. P. Efeito de vermicomposto na fertilidade de um latossolo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Resumos...**Londrina, PR: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Universidade Estadual de Londrina, 2001. p.193.
- YODER, R. A direct method of aggregate analisys of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **J. Am. Soc. Agron.** , v. 28, p. 337 – 351, 1936.
- YUSSEFI, M., WILLER, H. **The world of organic agriculture statistics and future prospects 2003**. 5th edition, Tholey-Theley, International Federation of Organic Movements (IFOAM), 2003. 128 p.

- YURJEVIC, A., MONTECINOS, C., VENEGAS, R. Avaliação de um sistema de produção com manejo ecológico para a subsistência familiar. In: **Agroecologia e Desenvolvimento**. Ano 1, N 1. Agosto 1993. Rio de Janeiro. 100 p.
- ZIMMERER, K. S. Local soil knowledge: answering basic questions in highland Bolivia. **Journal of soil and water conservation**, january/february, p. 29-34, 1994.
- ZONIN, W. J., SILVA, N. L. S., PESSINI, E. C., GONÇALVES Jr A. C., PEREIRA, V. H., ZONIN, V. P. Geração de renda em associações de produtores agroecológicos familiares feiristas na região colonial de Erechim – RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, SP Disponível em: <http://giraf.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 19.03.2003.

APÊNDICE A – Questionários, formulários e roteiros de entrevistas**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA****ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR: Helvio Debli Casalinho****IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS AGRICULTORES VINCULADOS A
ARPA-SUL E DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO POR ELES UTILIZADOS****QUESTIONÁRIO 1**

Objetivo: Este questionário tem a finalidade de levantar informações sobre os associados da ARPA-SUL a fim de selecionar os agricultores sujeitos da presente pesquisa

FAVOR DEVOLVER ATÉ 31 DE MARÇO DE 2001

1. Nome:
2. Área da propriedade:
3. Localização:
4. Município:
5. Tempo que trabalha com agricultura de base ecológica: anos.
6. Culturas anuais cultivadas:
7. Plantas frutíferas cultivadas:
8. Espécies para Reflorestamento:
9. Espécies de Pastagens cultivadas:
10. Faz descanço ou pousio de alguma área da propriedade ? Sim ☐ Não ☐
11. Trabalha somente com estufas ☐

12. Trabalha somente a campo ☐
13. Trabalha a campo e em estufa ☐
14. A aração é feita com tração: animal ☐ tração mecânica ☐ manual ☐
15. A gradagem é feita com tração: animal ☐ tração mecânica ☐ manual ☐
16. Usa escarificador Sim ☐ Não ☐
17. Plantio é : manual ☐ tração animal ☐ tração mecânica ☐
18. Faz plantio direto Sim ☐ Não: ☐
19. Faz cultivo mínimo Sim ☐ Não: ☐
20. Faz adubação verde: Sim ☐ Não ☐
21. Usa calcário: Sim ☐ Não ☐
22. Usa adubação química: Sim ☐ Não ☐
23. Usa adubos fosfatados naturais: Sim ☐ Não ☐
24. Marque um X no quadrinho que identifica o tipo de adubo orgânico que utiliza:
- ☐ composto feito por minhocas (vermicompostagem)
- ☐ composto feito com lixo doméstico
- ☐ composto feito a partir de restos vegetais e esterco
- ☐ resíduos orgânicos industriais de origem vegetal (bagaços de frutas, por exemplo)
- ☐ resíduos orgânicos industriais de origem animal
- ☐ uso de esterco bovino líquido
- ☐ uso de esterco bovino curtido ou fresco
- ☐ uso de Supermagro

- ☐ uso de outros preparados biodinâmicos
- ☐ faz rodízio de áreas para o plantio das culturas utilizadas
- ☐ faz plantio intercalado de duas ou mais espécies na mesma área

MUITO OBRIGADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO

TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas

AUTOR: Helvio Debli Casalinho

FORMULÁRIO 1

CARACTERIZAÇÃO DOS AGRICULTORES E DETALHAMENTO DO PRINCIPAL SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZADO.

Objetivo: Este formulário, a ser utilizado em entrevista Dirigida ou Estruturada, tem a finalidade de levantar informações para identificar e caracterizar os produtores e seus sistemas de produção, integrantes do trabalho de pesquisa relacionado a tese de doutorado de Helvio Debli Casalinho. Parte das informações solicitadas já foram alvo de questionário anteriormente aplicado para seleção do grupo sujeito do projeto.

Data da entrevista:

1. Nome:

2. Idade:

3. Nome do Cônjuge:

4. Cônjuge trabalha na lavoura?

5. Grau de Escolaridade:

6. Quantos anos é agricultor:

7. Tempo de agricultura ecológica:

8. Números de filhos:

9. Número de filhos que trabalham na lavoura:

10. Mão-de-obra é só familiar:

11. Contrata temporariamente trabalhadores rurais? Quantos? Época?

12. Exerce outra atividade no meio rural? Qual?

13. Exerce outra atividade no meio urbano? Qual?
14. É feirante?
15. Área da propriedade:
16. Localização:
17. Município:
18. Tempo que trabalha com agricultura ecológica: anos.
19. Culturas anuais cultivadas:
20. Plantas frutíferas cultivadas:
21. Espécies para Reflorestamento:
22. Espécies de Pastagens cultivadas:
23. Faz descanso ou pousio da terra ? Sim ☐ Não ☐ Poranos
24. Trabalha somente com estufas ☐ Tipos:
25. Trabalha somente a campo ☐
26. Trabalha a campo e em estufa ☐
27. A aração é feita com tração: animal ☐ mecânica ☐ manual ☐
número de operações/ano:
28. A gradagem é feita com tração: animal ☐ tração mecânica ☐ manual ☐
número de operações/ano:
29. Usa escarificador Sim ☐ Não ☐ Periodicidade: anos
30. Plantio é : manual ☐ tração animal ☐ tração mecânica ☐
31. Faz plantio direto Sim ☐ Não: ☐
Como é feito o manejo cobertura:
32. Faz cultivo mínimo Sim ☐ Não: ☐
Que tipo?
33. Faz adubação verde: Sim ☐ Não ☐

Na superfície: Incorporada: Leguminosa: Gramíneas:
Outras:

34. Usa calcário: Sim ☐ Não ☐

Na superfície: Incorporado: Periodicidade:

Tempo antes do plantio: Tipo calcário:

35. Usa adubação mineral: Sim ☐ Não ☐

Organo-mineral: Adubação cobertura? Produto:

36. Usa adubos fosfatados naturais: Sim ☐ Não ☐

Tipos:

37. Faz controle de escoamento superficial? Tipo:

São dimensionados? Equipamento marcação:

38. Faz análise de solo? Quem interpreta?

A recomendação de adubação é feita com base na análise?

39. As sementes são: compradas: Próprias:

Tratadas: Produto:

40. Usa irrigação: Tipo: Em que culturas:

41. Marque um X no quadrinho que identifica o tipo de adubo orgânico que utiliza:

☐ composto feito por minhocas (vermicompostagem)

tipo alimentação das minhocas:

☐ composto feito com lixo doméstico

☐ composto feito a partir de restos vegetais e esterco

tipo de restos vegetais:

☐ resíduos orgânicos industriais de origem vegetal (bagaços de frutas, por exemplo)

quais:

☐ resíduos orgânicos industriais de origem animal:

quais:

☐ uso de esterco bovino líquido: seco: fresco:

☐ uso de esterco bovino curtido ou fresco

☐ uso de Supermagro: composição:

☐ uso de outros preparados biodinâmicos: Quais:

☐ faz rodízio de áreas para o plantio das culturas utilizadas : Critério:

☐ faz plantio intercalado de duas ou mais espécies na mesma área: Critério:

MUITO OBRIGADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR: Helvio Debli Casalinho****HISTÓRICO DAS ÁREAS OBJETO DA PESQUISA****FORMULÁRIO 2**

Este formulário, a ser utilizado em entrevista Dirigida ou Estruturada, tem a única finalidade de levantar informações para caracterizar o histórico das áreas dos produtores integrantes do trabalho de pesquisa relacionado a tese de doutorado de Helvio Debli Casalinho.

Nome:

Data:

1. Tempo de trabalho no manejo convencional: anos.
2. Tempo de utilização da atual área no manejo convencional: anos.
3. Aração e gradagem anualmente: Sim Não
4. Preparo do solo morro acima/morro abaixo: Sim Não
5. Uso de: inseticidas herbicidas fungicidas inseticidas solo
6. Adubo mineral: Sim Não
7. Uréia ou Sulfato de Amônio: Sim Não
8. Calcário: Sim Não
9. Controle de erosão c/ terraços: Sim Não
10. Pousio: Sim Não
11. Cultivos intercalados: Sim Não
12. Plantio Direto: Sim Não
13. Adubação verde: Sim Não
14. Adubação orgânica: Sim Não Qual:
15. Introdução de minhocas: Sim Não
16. Irrigação: Sim Não Tipo:
17. Culturas anuais.....Olericultura.....FruticulturaPastagem.....
Fumo

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR: Helvio Debli Casalinho****CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO UTILIZADOS PELOS
AGRICULTORES VINCULADOS A ARPA-SUL**

Formulário 3 – complemento do formulário 1

Este formulário tem a finalidade de levantar informações complementares necessárias à caracterização do sistema de produção desenvolvidos por agricultores da ARPA-SUL que fazem parte do projeto de pesquisa do professor Helvio Debli Casalinho, da Faculdade de Agronomia da UFPel.

Nome do agricultor:

QUESTÕES

1. É possível observar diferenças de produtividade nas culturas, considerando a existência de áreas com diferentes tempos de utilização com agricultura ecológica? Há algum registro desses dados?
2. Que tipo de uso foi dado as glebas com menor tempo de trabalho com agricultura ecológica?
3. Qual a renda média mensal da família hoje e quando trabalhava com a agricultura convencional?
4. Quanto da renda mensal é destinada a manutenção da família?
5. Quais os principais pontos críticos da produção agroecológica?

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR: Helvio Debli Casalinho****AValiação dos indicadores da qualidade do solo****Formulário 4**

Este formulário tem como objetivo levantar informações complementares à construção de uma metodologia capaz de permitir que os agricultores possam avaliar, pela sua percepção, o comportamento de determinados indicadores da Qualidade do Solo, em relação ao tempo de uso de suas áreas com produção agroecológica.

OBSERVAÇÃO: Os indicadores abaixo listados, foram os mais citados nas entrevistas realizadas com o objetivo de identificar qual a percepção ou qual o entendimento que o agricultor tem sobre Qualidade ou Saúde do Solo.

Nome do agricultor:

Questão: Como você avalia os seguintes indicadores de Qualidade ou Saúde do Solo?

1. Compactação
2. Presença de matéria orgânica
3. Profundidade do solo
4. Erosão
5. População de minhocas
6. Presença de organismos
7. Aparência das plantas
8. Porosidade do solo
9. Cor do solo
10. Plantas indicadoras

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR: Helvio Debli Casalinho****AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE COMPREENSÃO DA ESTRUTURA
PROPOSTA PARA MONITORAR A SAÚDE OU QUALIDADE DO SOLO****Formulário 5**

A aplicação deste formulário tem como objetivo verificar o nível de compreensão dos agricultores em relação ao modelo de monitoramento da saúde ou qualidade do solo, desenvolvido com suas participações, principalmente no que diz respeito aos termos e expressões utilizadas para caracterizar e avaliar os indicadores, ao grau de compreensão da estrutura proposta, à facilidade operacional e a eficiência do modelo proposto.

Nome do agricultor:

Data: / /

1. Entre os termos ou expressões que foram utilizadas no modelo proposto, para representar os indicadores da saúde ou qualidade do solo, existe algum com o qual você não concorda? Sim ou Não?
2. Se sua resposta foi SIM, diga qual ou quais são eles e que nomes você sugere para substituí-los?
3. Os níveis de limitação (Alto, Médio e Baixo) estabelecidos para cada indicador foram adequados? Sim ou Não?
4. Se sua resposta foi NÃO para algum indicador, qual a sua sugestão?
5. A maneira de avaliar os indicadores foi escrita a partir das manifestações feitas pelos agricultores. A forma como foram organizadas está compreensível? Sim ou Não?
6. Se você respondeu NÃO para um ou mais dos indicadores, indique qual deles e como poderia ser melhor compreendida.
7. A estrutura como um todo foi de fácil, média ou difícil compreensão?
8. Se sua resposta foi média ou difícil, qual foi a dificuldade encontrada?

9. Você conseguiu aplicar o modelo para avaliar a saúde ou qualidade do solo com muita facilidade, média facilidade, pouca facilidade ou não conseguiu aplicá-la?
10. Se você respondeu que foi com média, pouca facilidade ou não que não tenha conseguido aplicá-la, que aspectos foram mais difíceis ?
11. Pela sua experiência de agricultor e pela sua percepção sobre um solo sadio ou de boa qualidade, você considerou que a estrutura proposta possibilitou uma boa avaliação, uma média ou uma avaliação pobre da qualidade do solo?
12. Você se disporia a avaliar anualmente a Qualidade ou a Saúde de suas terras ?

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR:** Helvio Debli Casalinho**ENTREVISTA NÃO DIRETIVA OU APROFUNDADA****Entrevistador:** Helvio D. Casalinho **Entrevistado:****Data:****Local:**

Objetivo: Identificar os motivos pelos quais os agricultores passam a adotar a agricultura agroecológica em substituição aos sistemas convencionais de produção.

Recursos: gravador, formulário, bloco de anotações

Procedimentos a serem seguidos:

1. Conversar com o agricultor sobre a técnica que será utilizada, colocando-o ao par de como se desenvolverá a entrevista, mostrando a necessidade de que a mesma se processe em termos de absoluta confiança;
2. Mostrar claramente os objetivos da entrevista e solicitar sua concordância para que a mesma possa ser gravada, acertando com ele, o seu tempo de duração;
3. Mostrar que a riqueza de informações por ele prestadas, durante a entrevista, será fundamental para o êxito do trabalho;

ROTEIRO BÁSICO

1. Evidenciar claramente o que se quer com essa entrevista e a importância de que seu relato seja o mais realístico possível;
2. Colocar objetivamente que sua fala deve versar sobre a seguinte pergunta: **“Que motivos o levaram a abandonar a agricultura convencional e ingressar na agricultura de base ecológica”;**
3. Dependendo do andamento da entrevista, fazer, sem emitir opinião e sem indução de respostas, com que a conversa contemple aspectos diversos, de modo a fundamentar suas respostas.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL - DOUTORADO****TESE: Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas****AUTOR: Helvio Debli Casalinho****ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA****Entrevistador: Helvio D. Casalinho Entrevistado:****Data:****Local:**

OBJETIVO: Obter informações do agricultor sobre o tema “Saúde ou Qualidade do Solo” a fim de que seja desenvolvida uma metodologia para avaliação desse atributo, a partir de sua percepção.

Procedimentos:

1. Conversar com o agricultor sobre a técnica que será utilizada, colocando-o ao par de como se desenvolverá a entrevista, mostrando a necessidade de que a mesma se processe em termos de absoluta confiança;
2. Mostrar claramente os objetivos da entrevista e solicitar sua concordância para que a mesma possa ser feita e gravada, acertando com ele, o seu tempo de duração;
3. Explicar como será desenvolvida essa etapa, evidenciando o papel do entrevistador e do entrevistado.

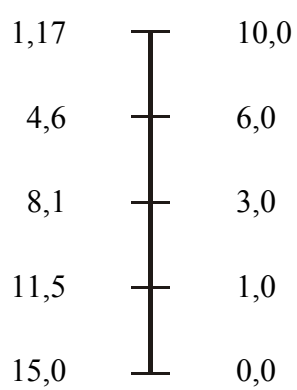
TEMÁTICA CENTRAL: SAÚDE OU QUALIDADE DO SOLO**ROTEIRO BÁSICO**

- a) O que é um solo sadio ou de boa qualidade?
- b) Que aspectos, condições ou características do solo você associa à essa percepção?
- c) Que relações você estabelece entre um solo sadio ou de boa qualidade com a produtividade das culturas?

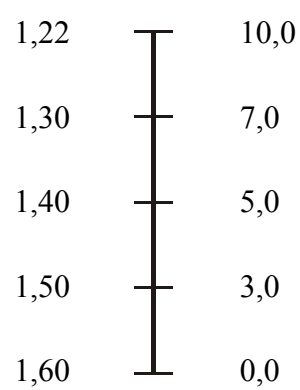
APÊNDICE B - Descritores quantitativos contínuos mostrando os cinco níveis de impacto dos indicadores da Qualidade do Solo e respectivos índices ponderados

Propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon.

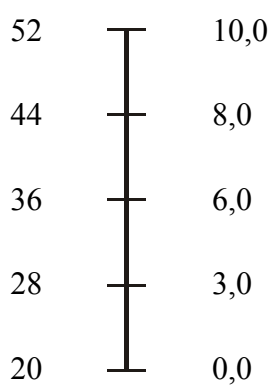
Resistência à penetração (Mpa)



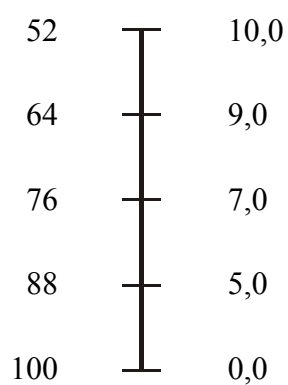
Densidade do solo (Mg m^{-3})

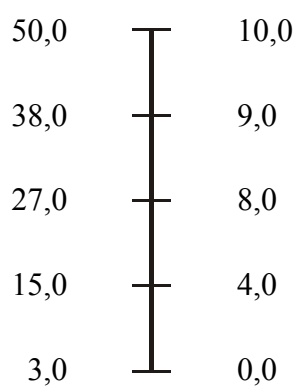
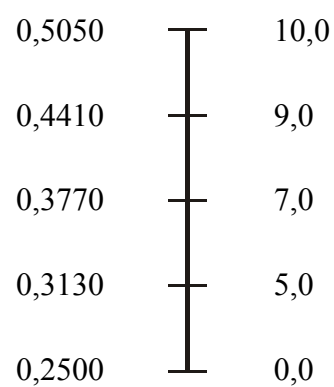


Saturação de Bases (%)

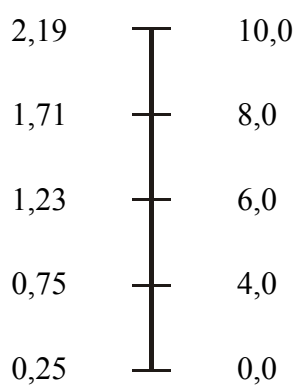


Saturação de Bases (%)

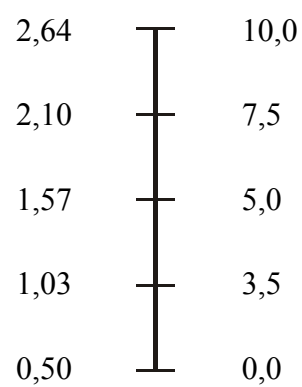
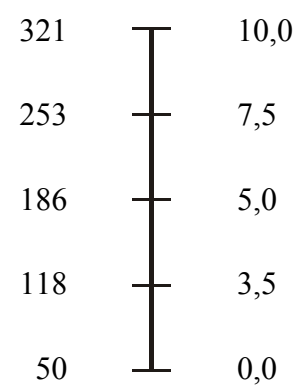


Fósforo disponível (mg/dm³)Porosidade total (m m⁻³)

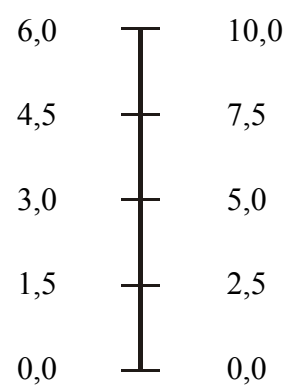
Relação Micro/macroporosidade



Carbono orgânico (gC/100g)

Carbono microbiano (mg Kg⁻¹)

População minhocas (unid.)



Espessura horizonte A (cm)

49	┌	10,0
	│	
42	├	8,0
	│	
35	├	6,0
	│	
28	├	3,0
	│	
20	└	0,0

Agregados > 0,25 (%)

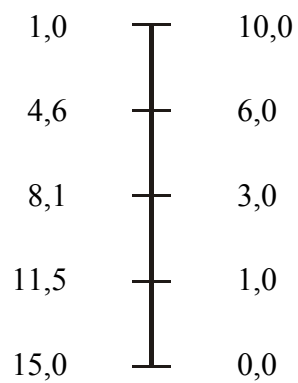
92	┌	10,0
	│	
81	├	9,0
	│	
70	├	8,0
	│	
59	├	5,0
	│	
47	└	0,0

Diâmetro Médio Ponderado (mm)

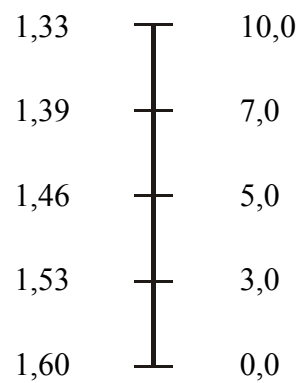
3,0	┌	10,0
	│	
2,4	├	8,0
	│	
1,8	├	6,0
	│	
1,2	├	4,0
	│	
0,5	└	0,0

Propriedade do agricultor Mauro Scaglione.

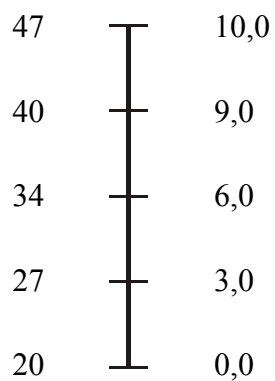
Resistência à penetração (Mpa)



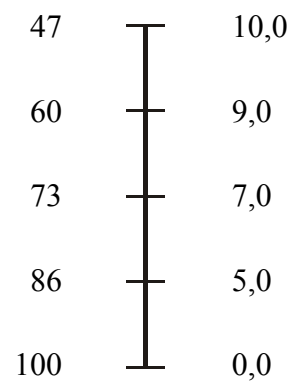
Densidade do solo (Mg m^{-3})



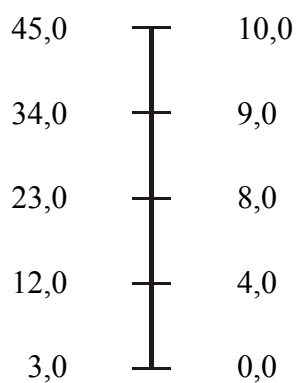
Saturação de Bases (%)



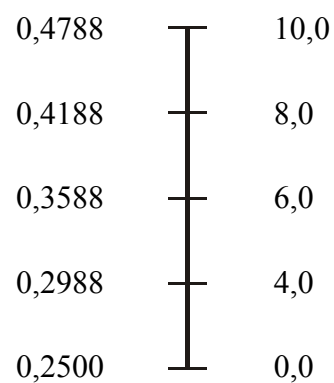
Saturação de Bases (%)



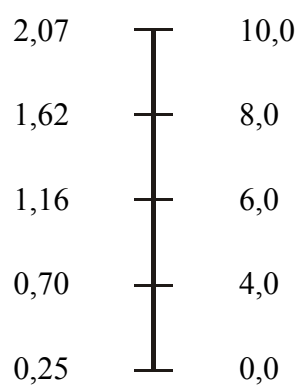
Fósforo disponível (mg/dm^3)



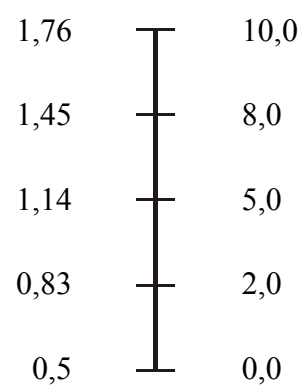
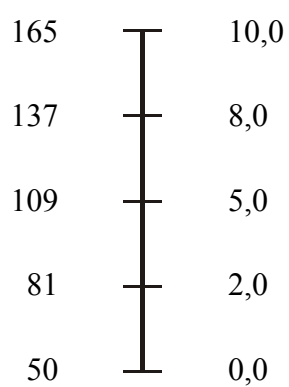
Porosidade total (m m^{-3})



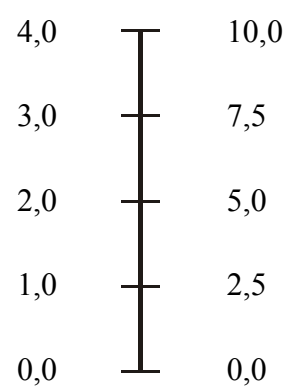
Relação Micro/macroporosidade



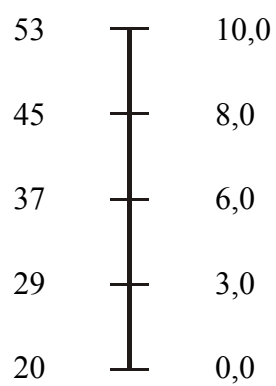
Carbono orgânico (gC/100g)

Carbono microbiano (mg Kg⁻¹)

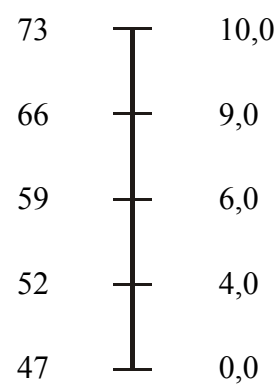
População minhocas (unid.)



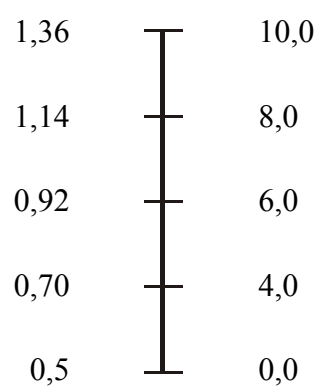
Espessura horizonte A (cm)



Agregados > 0,25 (%)



Diâmetro Médio Ponderado (mm)



APÊNDICE C – Valores médios dos indicadores da Qualidade do Solo

Propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon

TABELA 1C - Macroporosidade, microporosidade, relação micro/macroporosidade e densidade em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Microporosidade	Macroporosidade	Relação Mi/Macro	Porosidade
	m m^{-3}			
	0 – 10 cm			
Gleba 1	0,3623	0,1718	2,12	0,5341
Gleba 2	0,2077	0,2542	0,85	0,4619
Gleba 3	0,2118	0,2752	0,77	0,4870
Gleba 4	0,2429	0,1503	1,68	0,4243
	10 – 20 cm			
Gleba 1	0,3226	0,1523	2,26	0,4759
Gleba 2	0,2186	0,2363	0,92	0,4548
Gleba 3	0,2191	0,2336	0,94	0,4527
Gleba 4	0,2310	0,1309	1,80	0,4133

TABELA 2 C - Densidade do Solo, macroagregados e diâmetro médio ponderado em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Densidade do Solo	Macroagregados	Diâmetro Médio Ponderado
	$-\text{Mg m}^{-3}-$	$-\% -$	$-\text{mm}-$
	0 – 10 cm		
Gleba 1	1,16	91,56	3,20
Gleba 2	1,36	78,51	2,28
Gleba 3	1,31	82,73	2,10
Gleba 4	1,29	87,22	2,37
	10 – 20 cm		
Gleba 1	1,29	97,87	2,81
Gleba 2	1,37	75,33	2,36
Gleba 3	1,33	77,24	2,28
Gleba 4	1,28	83,71	2,28

TABELA 3 C - Fósforo disponível e saturação de bases em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Fósforo disponível	Saturação de bases
	- Mg/dm ³ -	-%-
0 -10 cm		
Gleba 1	6,50	60,20
Gleba 2	40,57	82,60
Gleba 3	50,00	78,83
Gleba 4	50,00	71,00
10 – 20 cm		
Gleba 1	2,87	43,77
Gleba 2	34,10	79,93
Gleba 3	50,00	64,83
Gleba 4	48,70	66,07

TABELA 4 C- Teores médios de pH, matéria orgânica, macro e micronutrientes profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 centímetros.

	Gleba 1			Gleba 2			Gleba 3			Gleba 4		
	0 a 10	10 a 20	Média	0 a 10	10 a 20	Média	0 a 10	10 a 20	Média	0 a 10	10 a 20	Média
pH	5,4	5,1	5,3	6,33	6,2	6,3	6,1	5,5	5,8	5,7	5,5	5,6
MO (%)	5,6	3,9	4,8	3,2	3,3	3,3	3,1	3,2	3,1	2,9	2,6	2,8
P (mg/dm³)	6,5	2,9	4,7	40,6	34,1	37,3	50	50	50,0	50,0	48,7	49,4
K (mg/dm³)	152,0	91,0	121,5	144	149	146,5	122,3	68,7	95,5	99,7	94,7	97,2
Na (mg/dm³)	16,7	14,7	15,7	6,3	7,7	7,0	7,7	7	7,3	12,3	9,7	11,0
Ca (cmolc/dm³)	8,4	5,9	7,2	7,7	6,6	7,1	6,5	5,5	6,0	4,9	4,1	4,5
Mg (cmolc/dm³)	2,3	1,6	2,0	2,3	2,1	2,2	2,3	1,7	2,0	1,8	1,7	1,8
Al (cmolc/dm³)	0,5	1,3	0,9	0	0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,4	0,3
Cu (mg dm⁻³)	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	1	0,8	0,9
Zn (mg dm⁻³)	1,7	0,3	1	3	1,7	2,3	2,73	2,8	2,8	1,8	1,6	1,7
Fe % (m v⁻¹)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,13	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Mn (mg dm⁻³)	41,0	29,0	35	1,66	3	2,3	5,33	4	4,7	27	23,0	25,0

TABELA 5 C - Carbono orgânico e carbono microbiano em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Carbono orgânico	Carbono microbiano
	gC/100g	mg Kg ⁻¹
0 – 10 cm		
Gleba 1	2,64	308,23
Gleba 2	1,78	110,73
Gleba 3	2,70	161,72
Gleba 4	1,60	162,58
10 – 20 cm		
Gleba 1	2,64	335,09
Gleba 2	2,15	101,98
Gleba 3	2,36	189,40
Gleba 4	1,38	116,96

TABELA 6 C - População média de minhocas em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições na camada de 0 -20.

Glebas	População de minhocas
0 – 20 cm	
Gleba 1	2
Gleba 2	3
Gleba 3	6
Gleba 4	6

TABELA 7 C - Espessura do horizonte A em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições .

Glebas	Espessura horizonte A
	- cm -
Gleba 1	49
Gleba 2	37
Gleba 3	29
Gleba 4	36

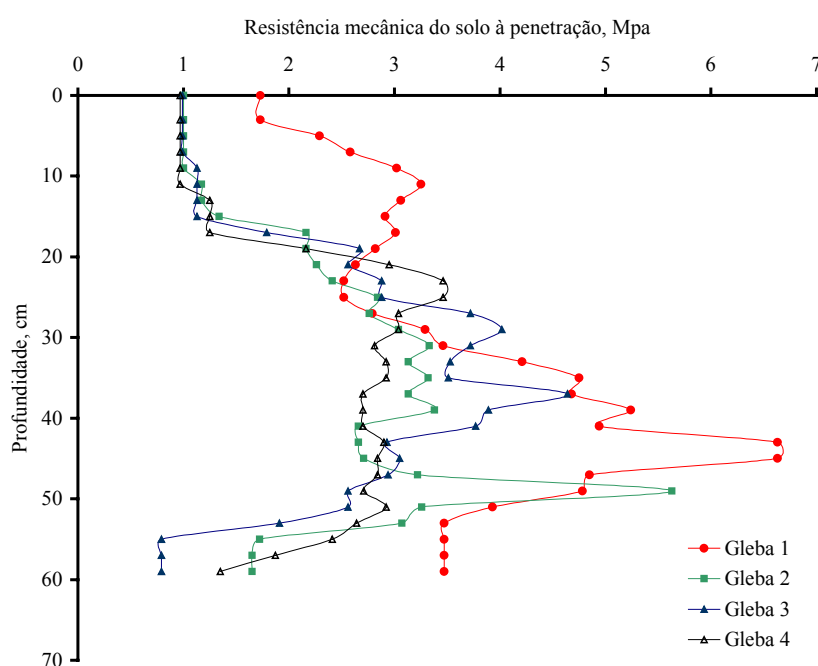


FIGURA 1 C – Resistência mecânica à penetração (Mpa) dos solos das glebas da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon

TABELA 8C-Valores médios de umidade gravimétrica durante a avaliação da resistência mecânica à penetração do solo das diferentes glebas analisadas.

Camadas (cm)	Umidade Gravimétrica (g kg ⁻¹)			
	Gleba 1	Gleba 2	Gleba 3	Gleba 4
0 – 10	137,00	141,00	145,50	180,00
10 – 20	140,00	124,00	92,00	148,00
20 – 30	261,00	134,50	151,00	151,50
30 - 40	221,50	122,50	108,00	109,00

Propriedade do agricultor Mauro Scaglione

TABELA 9 C -Macroporosidade, microporosidade, relação Micro/macroporosidade e densidade em solos sob mata nativa e com dois, três, e quatro anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Microporosidade	Macroporosidade	Relação Mi/Macro	Porosidade
	m m^{-3}			
	0 – 10 cm			
Gleba 1	0,2974	0,1659	1,81	0,4632
Gleba 2	0,2886	0,1457	2,08	0,4343
Gleba 3	0,2529	0,2220	1,14	0,4749
Gleba 4	0,2754	0,1876	1,49	0,4630
	10 – 20 cm			
Gleba 1	0,2389	0,1960	1,29	0,4349
Gleba 2	0,2822	0,1444	2,07	0,4266
Gleba 3	0,2623	0,2203	1,23	0,4826
Gleba 4	0,2731	0,1544	1,99	0,4275

TABELA 10 C - Densidade do Solo, macroagregados e diâmetro médio ponderado em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Densidade do Solo	Macroagregados	Diâmetro Médio Ponderado
	$-\text{Mg m}^{-3}-$	$-\%-$	$-\text{mm}-$
	0 – 10 cm		
Gleba 1	1,37	61,74	1,22
Gleba 2	1,33	55,68	1,32
Gleba 3	1,33	70,66	1,36
Gleba 4	1,30	66,49	
	10 – 20 cm		
Gleba 1	1,42	64,70	1,29
Gleba 2	1,34	67,87	1,26
Gleba 3	1,35	75,36	1,27
Gleba 4	1,35	70,50	1,36

TABELA 11 C - Fósforo disponível e saturação de bases em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Fósforo disponível	Saturação de bases
	- Mg/dm ³ -	-%-
	0 -10 cm	
Gleba 1	5,53	33,30
Gleba 2	10,50	30,30
Gleba 3	49,13	45,60
Gleba 4	47,80	36,70
	10 – 20 cm	
Gleba 1	5,17	40,13
Gleba 2	8,33	29,07
Gleba 3	42,37	48,10
Gleba 4	36,73	51,77

TABELA 12 C. Teores médios de pH, matéria orgânica, macro e micronutrientes nas profundidades de 0 a 10 e de 10 a 20 centímetros.

	Gleba 1			Gleba 2			Gleba 3			Gleba 4		
	0 a 10	10 a 20	média	0 a 10	10 a 20	média	0 a 10	10 a 20	média	0 a 10	10 a 20	média
pH	5,10	5,10	5,10	4,70	4,70	4,70	4,80	5,00	4,90	5,00	5,20	5,10
MO (%)	2,70	2,20	2,45	2,10	2,20	2,15	2,10	2,60	2,35	2,60	3,20	2,90
P (mg/dm³)	5,53	5,17	5,35	10,50	8,33	9,42	49,13	42,37	45,75	47,80	36,73	42,27
K (mg/dm³)	51,00	34,00	53,00	45,00	53,00	49,00	69,00	77,00	73,00	95,00	100,00	97,50
Na (mg/dm³)	8,00	13,00	10,50	5,00	9,00	7,00	2,00	5,00	3,50	5,00	4,00	4,50
Ca (cmolc/dm³)	1,50	3,60	2,55	1,50	1,60	1,55	1,90	2,40	2,20	3,40	3,60	3,50
Mg (cmolc/dm³)	0,50	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30	0,60	0,80	0,70	0,90	0,90	0,90
Al (cmolc/dm³)	0,50	0,60	0,55	1,40	1,30	1,35	0,40	0,50	0,50	0,30	0,30	0,30
Cu (mg dm⁻³)	0,67	0,47	0,57	1,43	0,53	0,98	1,80	1,10	1,45	0,80	0,50	0,65
Zn (mg dm⁻³)	1,70	0,70	1,20	0,50	0,18	0,34	1,20	1,00	1,10	2,80	1,40	2,10
Fe % (m v⁻¹)	0,08	0,08	0,08	0,14	0,13	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Mn (mg dm⁻³)	21,70	7,30	14,50	21,30	12,30	16,80	24,70	17,70	21,20	32,70	13,00	22,85

TABELA 13 C - Carbono orgânico e carbono microbiano em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm.

Glebas	Carbono orgânico	Carbono microbiano
	gC/100g	mg Kg ⁻¹
	0 – 10 cm	
Gleba 1	1,76	155,89
Gleba 2	1,81	139,16
Gleba 3	1,06	125,14
Gleba 4	1,82	138,78
	10 – 20 cm	
Gleba 1	1,38	98,73
Gleba 2	1,71	154,60
Gleba 3	0,81	206,30
Gleba 4	1,60	176,21

TABELA 14 C - População média de minhocas em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições na camada de 0 -20.

Glebas	População de minhocas
	0 – 20 cm
Gleba 1	2
Gleba 2	3
Gleba 3	3
Gleba 4	4

TABELA 15 C - Espessura do horizonte A em solos sob mata nativa e com três, cinco e sete anos sob sistema de manejo de bases ecológicas. Médias de três pontos com duas repetições .

Glebas	Espessura horizonte A
	- cm -
Gleba 1	53
Gleba 2	53
Gleba 3	52
Gleba 4	51

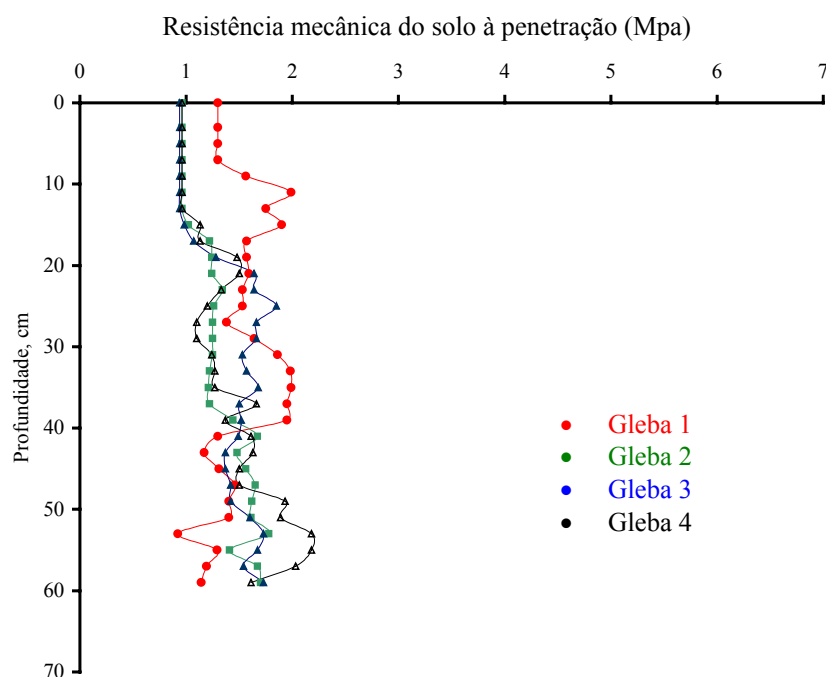
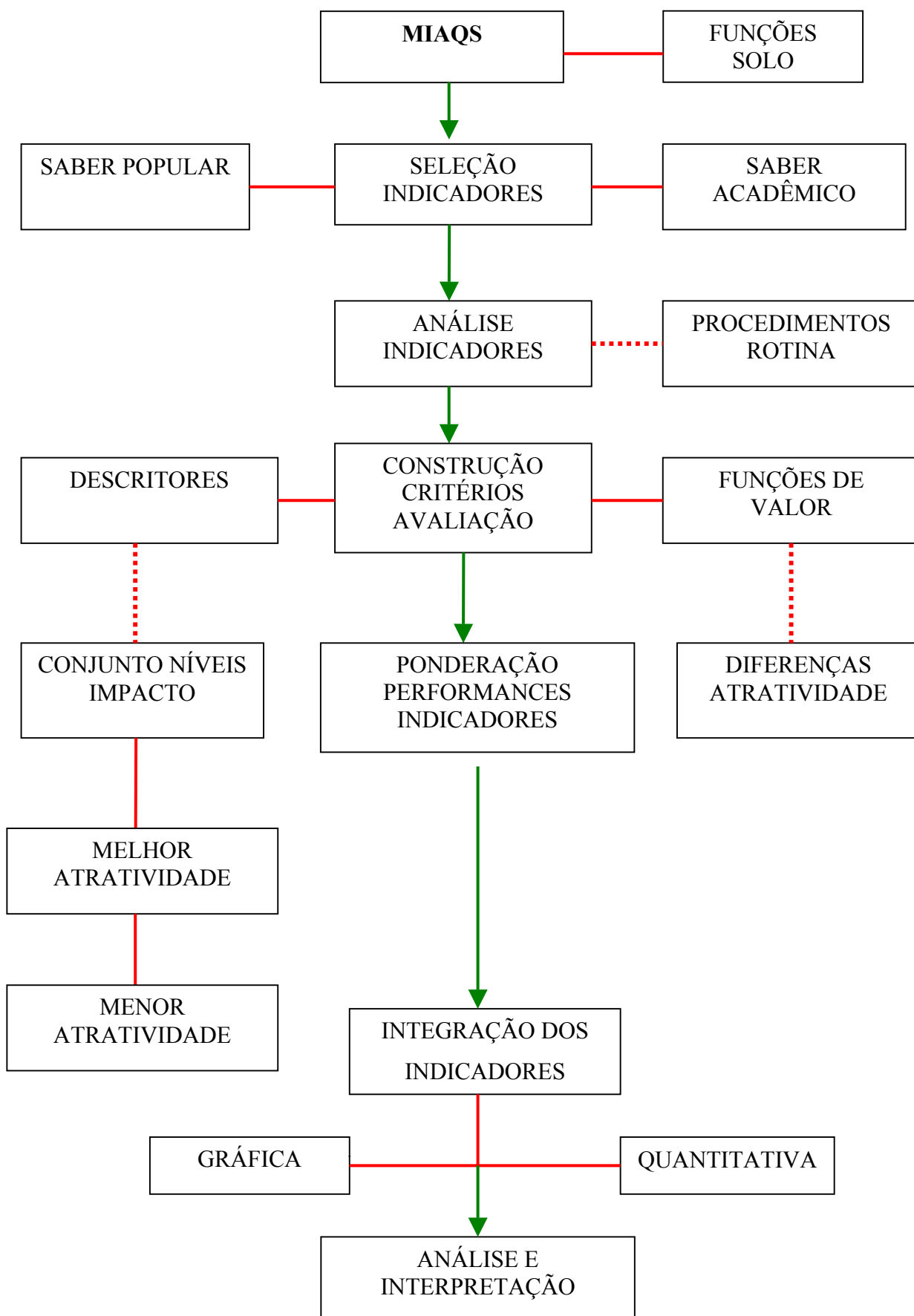


FIGURA 2 C. Resistência mecânica do solo á penetração (Mpa) nas diferentes glebas da propriedade do agricultor Mauro Scaglione.

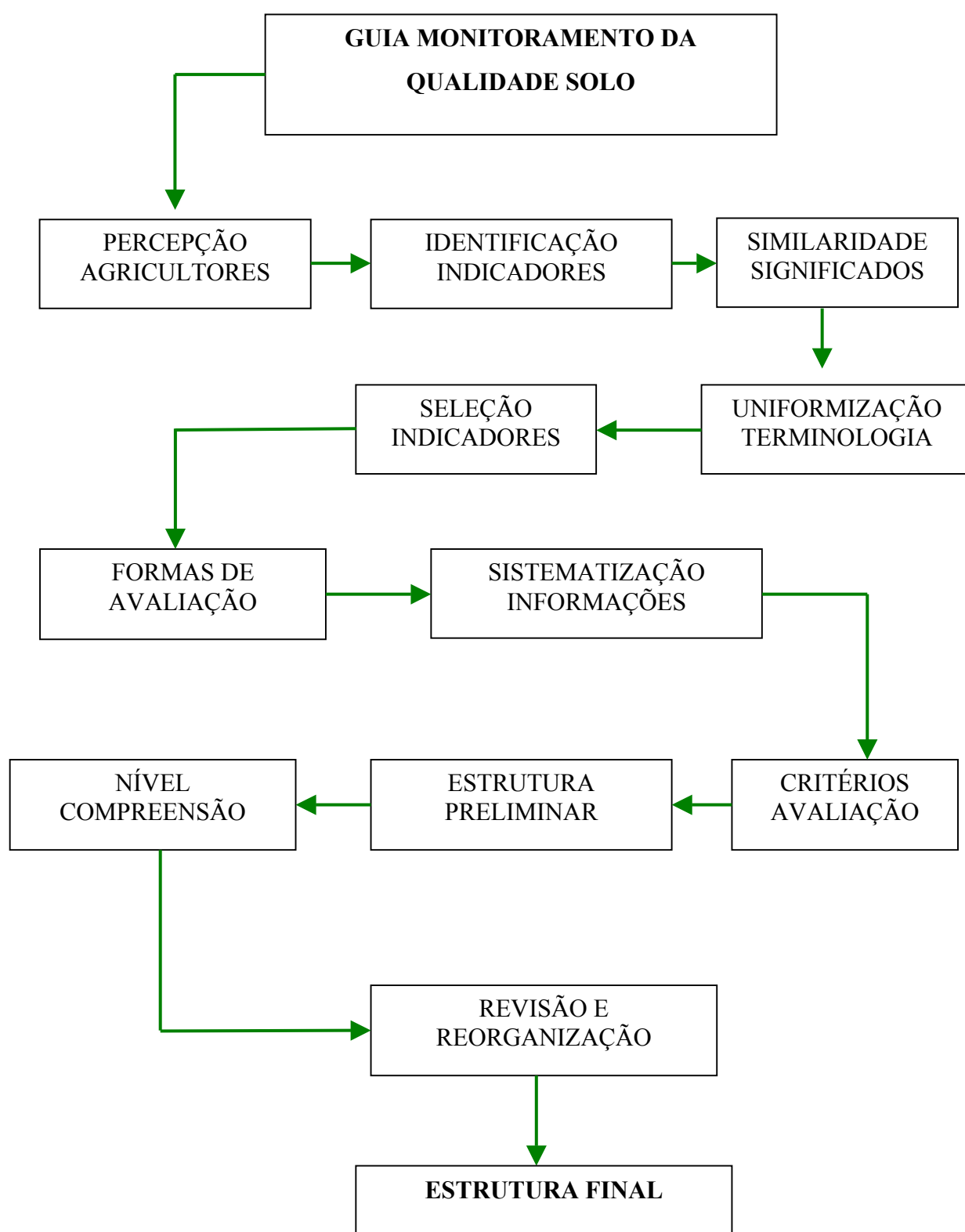
TABELA 16 C - Valores médios de umidade gravimétrica durante a avaliação da resistência mecânica à penetração do solo das diferentes glebas analisadas.

Camadas (cm)	Umidade Gravimétrica (g kg ⁻¹)			
	Gleba 1	Gleba 2	Gleba 3	Gleba 4
0 – 10	181,35	240,17	187,37	189,95
10 – 20	138,18	185,52	181,75	195,32
20 – 30	143,13	171,69	220,51	167,64
30 - 40	130,94	137,25	143,56	146,86

APÊNDICE D – Representação esquemática do Método Integrativo de Avaliação da Qualidade do Solo (MIAQS)



**APÊNDICE E – Representação esquemática dos procedimentos para construção
do guia de monitoramento da Qualidade do Solo**



APÊNDICE F – Análise dos Componentes Principais

TABELA 17 – Conjunto de autovetores associados as variáveis. Resultados da propriedade do agricultor Ênio Nilo Schiavon

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.3288	-0.2116	-0.3166	-0.2752	-0.2943	-0,3331	0.2276	-0.2904	0.3287	-0.2906	-0.1955	-0.3266
-0.1115	0.5434	-0.1952	-0.3998	-0.3220	0.0474	-0.2993	-0.2464	-0.0842	-0.0836	0.4728	0.0209
0.0807	0.1244	0.1581	-0.0763	0.1352	-0.0366	0.5798	0.3416	0.1297	-0.4635	0.4499	0.0211
0.5663	0.4759	0.1368	0.2440	-0.2419	0.4078	0.2010	0.0121	0.1384	0.2298	-0.1521	-0.1192
0.1959	0.0704	0.4787	0.0642	-0.3365	-0.4942	-0.0776	-0.1610	-0.2467	-0.1032	-0.1787	0.4801
-0.3655	0.3687	0.1166	-0.0059	-0.1058	-0.1562	-0.2249	0.4168	0.5132	-0.1872	-0.3890	-0.0739
-0.0824	-0.0175	0.3294	0.5094	0.0366	0.0659	-0.2080	-0.3512	0.0309	-0.4749	0.2115	-0.4259
-0.0357	-0.1030	-0.1334	0.2999	0.0177	-0.0353	-0.0520	-0.3136	0.6585	0.2284	0.2646	0.4711
-0.1719	-0.0599	0.6214	-0.4047	0.0514	-0.0677	0.1964	-0.1925	0.2224	0.4216	0.1357	-0.2974
-0.1826	0.2635	-0.2348	0.4084	-0.0725	-0.5645	0.2906	0.0823	-0.1609	0.3487	0.1821	-0.2819
0.3926	-0.3058	0.0856	0.0118	-0.2051	-0.1551	-0.4428	0.5116	0.1067	0.1343	0.4020	-0.1727
0.3939	0.3157	-0.0161	-0.1213	0.7462	-0.3123	-0.2424	-0.1057	0.0574	-0.0057	-0.0375	-0.0335

Ordem das variáveis de maior peso nos últimos autovetores

x5 – x8 – x6 – x3 – x9 – x4 – x9 – x6 – x1 – x7 – x2 – x6

A *i* – nésima linha da matriz acima corresponde ao auto-vetor associado a *i* – nésima raiz característica.

TABELA 18 – Conjunto de autovetores associados as variáveis. Resultados da propriedade do agricultor Mauro Scaglione.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.2345	0.2545	0.2732	-0.2066	0.3708	0.1566	0.2793	0.3152	0.3887	-0.3150	-0.2253	0.3497
0.2557	-0.4043	0.3292	0.4555	-0.1514	0.1994	0.3741	-0.2170	0.0451	-0.1944	0.3868	0.1268
-0.4560	-0.0785	-0.2623	-0.0531	0.0945	0.5940	0.0538	0.3049	-0.0013	-0.3309	0.2762	-0.2661
0.0219	-0.0573	0.0919	-0.1898	-0.0621	0.3156	0.2375	0.2216	0.1644	0.8293	0.1609	0.0460
0.3296	-0.6670	0.0227	-0.1019	-0.0502	0.0485	-0.1890	0.3249	0.0726	-0.0502	-0.4221	-0.3215
0.1473	0.0168	-0.6192	0.2304	-0.4535	-0.0557	0.0487	0.3272	0.1640	-0.0478	-0.0240	0.4400
0.2251	0.2042	0.0091	0.1462	0.1019	-0.4666	0.2179	0.4984	-0.0392	-0.0110	0.3843	-0.4613
0.0975	0.0783	-0.3631	0.0351	0.0619	0.0068	0.2599	-0.4525	0.6156	0.0244	-0.1196	-0.4257
0.0660	0.0065	-0.2043	-0.1513	-0.0126	0.0453	0.6844	-0.0777	-0.5769	-0.0224	-0.3422	-0.0618
0.3334	-0.2285	-0.2819	-0.6326	0.1582	-0.0938	-0.0644	-0.1875	-0.0640	-0.1135	0.4886	0.1676
-0.0984	-0.2825	-0.2953	0.3885	0.7512	-0.1118	-0.0083	0.0182	-0.0651	0.2069	-0.0263	0.2176
-0.5962	-0.3704	0.1247	-0.2254	-0.1219	-0.4866	0.3114	0.0640	0.2568	-0.0636	-0.0021	0.1354

Ordem das variáveis de maior peso nos últimos autovetores

x1 – x5 – x4 – x7 – x9 – x8 – x3 – x2 – x10 – x6 – x4 – x9

A *i* – nésima linha da matriz acima corresponde ao auto-vetor associado a *i* – nésima raiz característica.

OBSERVAÇÃO: Ordem dos indicadores na tabela (linha e coluna): 1. resistência à penetração; 2. porosidade total; 3. densidade; 4. relação micro/macroporos; 5. macroagregados; 6. diâmetro médio ponderado; 7. população de minhocas; 8. saturação de bases; 9. fósforo disponível; 10. espessura horizonte A; 11. carbono orgânico; 12. carbono microbiano.

