

Helvio Debli Casalinho



**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO
SOLO EM AGROECOSSISTEMAS DE
BASE ECOLÓGICA**
- a percepção do agricultor -

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
DEPARTAMENTO DE SOLOS



Editora e Gráfica Universitária

Helvio Debli Casalinho

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO
SOLO EM AGROECOSSISTEMAS DE
BASE ECOLÓGICA
- a percepção do agricultor -**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
DEPARTAMENTO DE SOLOS

Pelotas, junho de 2004



Obra publicada pela Universidade Federal de Pelotas

Reitora: Prof. Dra. Ingelore Scheunemann de Souza

Vice-Reitor: Prof. Dr. André Luiz Haack

Pró-Reitor de Extensão e Cultura: Prof. Francisco Elifaete Xavier

Pró-Reitor de Graduação: Profa. Anne Marie Moor Mc Culloch

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Prof. Odir Antônio Dellagostinn

Pró-Reitor Administrativo: Paulo Roberto Soares de Pinho

Pró-Reitor de Planejamento e Desenvolvimento: Prof. Paulo Silveira Júnior

Diretor da Editora e Gráfica Universitária: Prof. Manoel Luiz Brenner de Moraes



Editora e Gráfica Universitária

R Lobo da Costa, 447 – Pelotas, RS – CEP 96010-150

Fone/fax: (53) 227 3677

e-mail: editoraufpel@uol.com.br

Layout e Edição Eletrônica: Helvio Debli Casalinho

Capa: Gilnei Tavares

Impresso no Brasil

Primeira Edição: 2004

Tiragem: 300 exemplares

Dados de catalogação na fonte:

(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

C334m Casalinho, Helvio Debli

Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica : a percepção do agricultor / Helvio Debli Casalinho . – Pelotas, Ed. e Gráfica Universitária/UFPEL, 2004.

47 p.

Publicado anteriormente como parte de tese.

1. Solo 2. Ecologia 3. Agroecossistema 4. Monitoramento do solo 5. Sustentabilidade I. Título.

CDD 631.47

Apresentação

O manejo dos agroecossistemas objetivando sua sustentabilidade constitui-se num dos principais desafios das ciências agrárias e ambientais, tanto para os profissionais do mundo acadêmico, como para produtores, formuladores de políticas públicas e o conjunto da sociedade. A cada dia se propõe novas alternativas de atividades agrícolas promissoras da preservação do meio ambiente e de maiores ganhos econômicos para o agricultor. Mas como saber se as práticas de manejo para alcançar estes objetivos são adequadas?

É no contexto desta pergunta que se enquadra o presente manual, construído num processo inovador tanto no conteúdo como na forma, com base na profunda reflexão teórica sobre o tema da sustentabilidade rural e, na união entre os conhecimentos da ciência agrônoma produzidos pela pesquisa agrícola e os conhecimentos dos agricultores baseados na sua experiência diária de trabalho.

A trajetória profissional do autor dispensaria qualquer apresentação; por si só, bastaria para instigar a leitura do manual que, a partir de um conjunto de elementos identificados pelos próprios agricultores permite avaliar se os manejos praticados estão efetivamente melhorando a qualidade do solo, de suas propriedades agrícolas e contribuindo assim para a sustentabilidade dos agroecossistemas. Entretanto, o convite que recebi para sua apresentação oportuniza fazer especial menção a duas questões que julgo de fundamental importância.

A primeira é poder situá-lo como parte de um estudo mais abrangente e detalhado sobre o assunto, qual seja a tese de doutoramento do Prof. Helvio Debli Casalinho - *Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas* - que tive a honra e o privilégio de orientar. Esse trabalho, de exemplar profundidade e rigor científico abre inúmeras janelas complementares à compreensão dos aspectos teóricos e práticos do manual, e provocadoras de futuras perguntas e respostas sobre a melhor maneira de avaliar a saúde dos solos.

A segunda, diz respeito a maneira diferenciada de construir o conhecimento englobando premissas fundamentais que me são particularmente caras: o pressuposto que a ciência deva ser comprometida com a transformação da realidade em prol da felicidade das pessoas, sem estar atrelada a nenhum tipo de monopólio; e para que seja verdadeira e legítima dê lugar à interação entre o conhecimento acadêmico e o não acadêmico. Outra pressupõe que seus resultados sejam oferecidos à sociedade sob forma de publicações de fácil acesso e compreensão, produzidas com base na premissa anterior, ensejando a produção de novos conhecimentos e o avanço da própria ciência para a melhoria de vida das pessoas: um sonho acalentado desde sempre e de maneira compartilhada com o amigo e colega Casalinho.

As premissas apontadas alicerçaram o trabalho e estão presentes em todas as etapas de sua construção: concepção, planejamento e execução. A partir dessas o autor com dedicação e tenacidade construiu o presente manual, de forma singular e coletiva com os agricultores. Nele o leitor encontrará exemplos de práticas de manejo para sistemas de produção de

base ecológica, fundamentais para a saúde do solo, bem como a percepção dos agricultores – expressões e significados - sobre os indicadores que melhor traduzem sua qualidade. O manual apresenta ainda critérios para avaliação da qualidade do solo bem como seus níveis de limitação, mediante a proposta de um guia de fácil compreensão e de grande utilidade prática.

Deste modo, abstraindo o fato de sentir-me integrado nesta tarefa e co-responsável do seu resultado, registro minha convicção de que o presente manual constitui-se num original e excelente instrumento de apoio a todos aqueles interessados na sustentabilidade dos agroecossistemas.

Prof. Sergio Roberto Martins

I. Introdução

Pela sua experiência de vida o agricultor é um elemento fundamental no desenvolvimento de ferramentas que visam avaliar integradamente diferentes atributos do solo ao nível de propriedades agrícolas.

Ao apresentar sua concepção sobre o que é um solo sadio ou de boa qualidade, mostra, efetivamente, como é interdisciplinar seu conhecimento e como consegue pensar holisticamente esse recurso natural.

Quando explicita em sua concepção que é preciso resgatar as relações existentes entre solo-água-planta para inferir o quanto é de boa qualidade o solo utilizado para desenvolver sua atividade agrícola, faz com que aqueles que detêm o conhecimento científico passem a perceber o quanto é possível e necessário pensar de forma interdisciplinar o estudo do solo e quanto é necessário juntar o acadêmico com o não acadêmico, para produzir um novo conhecimento, que esteja adequado a realidade do agricultor.

A contínua avaliação dos sistemas de manejo que o agricultor utiliza, é de grande relevância na medida da sustentabilidade do agroecossistema e a Qualidade

do Solo, nesse contexto, é um importante indicador dessa sustentabilidade. Sua avaliação e monitoramento, ao longo do tempo, podem ser feitos tanto em bases científicas quanto por avaliações fundadas no saber localmente desenvolvido pelo agricultor.

O presente manual, resultado de um trabalho desenvolvido associando o saber acadêmico com o não-acadêmico, possibilita ao agricultor acompanhar temporalmente, as variações ocorrentes na Qualidade do Solo das diferentes glebas de sua propriedade.

Com isso poderá identificar limitações e potencialidades do sistema de manejo que utiliza e procurar alternativas que melhor se adaptem à sua realidade, a fim de buscar uma atividade agrícola sustentável.

Por ser uma ferramenta construída com e para os agricultores, enseja em seu conteúdo, o conhecimento e a percepção que esses têm sobre um solo sadio ou de boa qualidade e de que indicadores se utilizam para materializar esse conhecimento.

II. Objetivos do manual

O presente manual tem como objetivo geral apresentar um sistema de avaliação e monitoramento da Qualidade ou Saúde do Solo, que possa subsidiar o agricultor na avaliação da sustentabilidade de seu sistema de manejo. Seus objetivos específicos são:

- Avaliar e monitorar, qualitativamente, o desempenho de um conjunto de indicadores da Qualidade do Solo;
- Contribuir para a identificação de possíveis pontos críticos que possam estar influenciando tanto a Qualidade do Solo, quanto o sistema de manejo desenvolvido pelo agricultor;
- Subsidiar a adoção de medidas práticas que possam contribuir para o aprimoramento do sistema de manejo utilizado.

III. Público alvo e área de abrangência

O presente manual foi desenvolvido a partir da percepção que um grupo de agricultores de base familiar vinculados à Associação Regional de Produtores

Agroecologistas (denominação registrada nos estatutos da associação) da Zona Sul do Rio Grande do Sul (ARPA-SUL) têm sobre um solo sadio ou de boa qualidade e do conhecimento por eles, localmente desenvolvido.

Sua estrutura foi organizada e fundamentada para ser utilizada preferencialmente por e para agricultores que estejam desenvolvendo sistemas de produção de base ecológica, constituídos especialmente pelas seguintes práticas de manejo:

- produção em ambiente natural (não protegido);
- preservação da vegetação nativa e plantio de espécies florestais exóticas;
- utilização de policultivos/ cultivos associados ou intercalados;
- tração animal, manual e/ou mecânica no preparo do solo e plantio;
- aração, gradagem e cultivo mínimo, como práticas de preparo do solo;
- plantio direto na palha sem uso de dessecantes;
- aplicação de calcário;

- utilização de pousio, rodízio de áreas e rotação de culturas;
- uso de plantas de cobertura para fins de adubação verde e para proteção da superfície do solo;
- 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 da erosão através a proteção da superfície do solo com plantas espontâneas ou espécies cultivadas e do controle do escoamento superficial com terraços de base estreita e/ou cordões vegetados;
- uso da prática de irrigação.

Três tipos de solos foram identificados nas áreas das propriedades dos agricultores participantes da pesquisa que originou o presente trabalho. Suas principais características são:

1. Argissolo Amarelo Distrófico planossólico: são solos medianamente profundos e mal drenados, apresentando uma camada arável de coloração escura e arenosa. Logo abaixo dessa, ocorrem uma outra camada com maior teor de argila que pode apresentar cores acinzentadas, devido ao excesso de água. Normalmente ocorrem nas partes mais baixas do relevo.

2. Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico: são solos geralmente profundos, bem drenados e com a camada superficial mais arenosa do que o sub-solo. Apresentam coloração escura na camada superior e amarela ou vermelha nas camadas mais profundas, com maior teor de argila. A água infiltra-se mais rapidamente na camada arável e, posteriormente, com mais lentidão nas partes mais profundas. Ocorrem principalmente em relevos ondulados.

3. Neossolo Litólico Distrófico típico: são solos normalmente mais rasos que os argissolos, ocorrendo nas partes mais altas e movimentadas do relevo. A camada arável pode estar assentada sobre a rocha ou sobre um material já em processo de desintegração. Esses solos ocorrem em terrenos mais declivosos, com afloramento rochoso e possuem uma coloração escura na camada arável.

A aplicação desta ferramenta de trabalho por agricultores que utilizam outros sistemas de manejo ou que tenham percepções sobre um solo sadio ou de boa qualidade diferentes daquelas aqui apresentadas, deve ser precedida de uma intervenção técnica capaz de adequá-la à uma nova realidade.

Ainda que seja uma estrutura desenvolvida com e para agricultores, sua utilização sob a orientação técnica qualifica o processo de avaliação, proporcionando uma melhor compreensão dos resultados obtidos.

IV. Grupo participante do projeto

- Alvamir Camargo - Canguçu
- Alzir Bruscatto - Pelotas
- Carlos Scaglione - Pelotas
- Claudino Ferreira Jung - Pelotas
- Cláudio Passos de Ávila - Pelotas
- Ênio Nilo Schiavon – Pelotas
- Ilvanei Nogueira Chaves - Pelotas
- Jurema Portelinha Schiller– Morro Redondo
- Márcia Rodrigues Scheer – Morro Redondo
- Márcio Bruscatto – Pelotas
- Mauro Scaglione – Pelotas
- Helvio Debli Casalinho (Coordenação Técnica)

V. O processo de construção do manual:

O presente manual foi desenvolvido através dos seguintes procedimentos:

- a) identificação, através o uso de entrevistas, da percepção que os agricultores têm sobre o significado de um solo sadio ou de boa

qualidade e sobre que características utilizam 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 de dez indicadores mais relevantes, considerando a ordem cronológica e a frequência de citação;

- e) aplicação de entrevista Dirigida 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 avaliação dos indicadores selecionados;

- h) definição dos critérios para o monitoramento da Qualidade ou Saúde do solo;
- i) organização da estrutura de avaliação;
- j) apresentação da proposta aos agricultores;
- k) verificação do nível de compreensão dos agricultores sobre o modelo proposto, através da aplicação de entrevista Dirigida;
- l) revisão e reorganização da estrutura a partir das sugestões dos agricultores;
- m) construção e apresentação da ferramenta final de trabalho.

VI. Indicadores da Qualidade do Solo mais citados pelos agricultores.

Os termos e expressões utilizados pelos agricultores para expressar suas percepções sobre um solo sadio ou de boa qualidade foram agrupados da seguinte maneira:

- 1. terra solta, fofa, socada, abatumada, apertada, compactada;
- 2. gordura do solo, matéria orgânica;

- 3. terra rasa, presença de saibro, profundidade raízes;
- 4. erosão, valeta, valo, cor da água escorrida;
- 5. presença de minhocas;
- 6. desenvolvimento, cor e viço da planta, crescimento e desenvolvimento de raízes;
- 7. organismos, fermentação do solo, vida do solo;
- 8. facilidade de trabalhar, de arar, de manejar a terra;
- 9. conservação da umidade, drenagem do solo, solo poroso, aerado, aproveitamento de água, secamento rápido;
- 10. cor do solo;
- 11. terra fácil de desmanchar, infra-estrutura do solo;
- 12. tipo de ervas espontâneas;
- 13. presença de N, P, K e micronutrientes;
- 14. cheiro.

Estes trinta e oito termos e expressões foram uniformizados considerando as similaridades de seus significados, resultando no seguinte grupo de indicadores:

- 1. compactação do solo
- 2. matéria orgânica do solo
- 3. profundidade do solo

4. erosão
5. população de minhocas
6. aparência da planta
7. presença de organismos
8. facilidade de trabalhar a terra
9. porosidade do solo
10. cor do solo
11. estrutura do solo
12. plantas indicadoras
13. nutrientes do solo
14. cheiro

Como um número muito grande de atributos pode dificultar o trabalho e a interpretação do agricultor, selecionou-se, considerando a frequência de citação e a ordem cronológica com que foram apresentados, dez indicadores:

- compactação
- matéria orgânica
- profundidade do solo
- erosão
- população de minhocas na camada arável
- aparência da planta

- presença de organismos no solo
- porosidade
- cor do solo
- plantas indicadoras

VII. Avaliação dos indicadores da qualidade do solo: a visão dos agricultores

A leitura e os procedimentos de avaliação de cada um dos indicadores, na percepção dos agricultores, foram sistematizados a partir do conteúdo das entrevistas e apresentam a seguinte descrição:

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 determinadas plantas espontâneas, 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 e pela maior ou menor proximidade do saibro na superfície do solo.

5. **População de Minhocas:** avaliada numericamente em buracos abertos normalmente na profundidade da lavração e pela presença ou ausência de resíduos orgânicos no solo.

6. **População de 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 à fertilidade, acidez, compactação, etc.

VIII. Critérios para avaliação e níveis de limitação dos indicadores da Qualidade do Solo

A partir dos indicadores selecionados e a dos critérios de avaliação estabelecidos pelos agricultores, foram estabelecidos três níveis de limitação para expressar o desempenho dos indicadores: ALTO, MÉDIO e BAIXO. Um nível de limitação retrata, segundo o juízo de valor do usuário, as condições do solo no momento de sua avaliação.

Assim ao avaliar Compactação do Solo, por exemplo, o nível de limitação ALTO indica que há uma grande dificuldade de trabalhar a terra, estando o solo

duro, compactado, deixando infiltrar pouca água, apresentando raízes pequenas e defeituosas. O nível de limitação MÉDIO sugere condições razoáveis, intermediárias, sempre comparando com a pior ou com a melhor condição do solo no momento da avaliação. Já quando não se observa qualquer tipo de perturbação no solo que possa indicar problemas de compactação ou quando esta não é significativa, usa-se a expressão BAIXO. Nesse caso, essa classificação expressa uma situação de solo bem estruturado, solto, fofo, onde as raízes podem crescer e se desenvolver livremente.

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 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.

PRESENÇA DE ORGANISMOS:

Para avaliar a presença de organismos no solo, deve ser adotado o seguinte procedimento:

a) coletar uma amostra de solo da gleba que está sendo analisada, a uma profundidade de mais ou menos 5 a 10 cm;

b) adicionar um pouco de água nessa amostra para umedecê-la, sem encharcá-la demasiadamente;

c) colocar algumas gotas de água oxigenada 20 volumes sobre a amostra;

d) verificar a formação de bolhas (efervescência) na superfície da amostra;

e) fazer esse procedimento em outras amostras de solo coletado de áreas de mata nativa, estrada, ou outras que se diferenciem da gleba analisada;

f) comparar os resultados obtidos com relação a formação de bolhas.

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, sadias, 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, 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 próximas do preto pela maior presença de matéria orgânica.

Baixo: solos escuros, pretos ou quase pretos, com muita matéria orgânica e resíduos em 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 para avaliar e monitorar a Qualidade do Solo ao

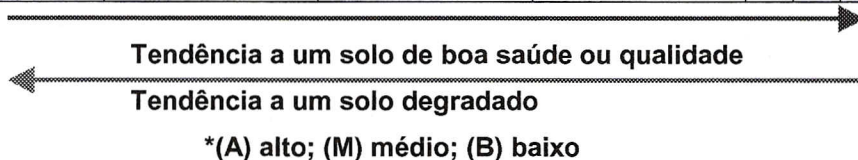
nível de campo. O modelo desenvolvido está apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Guia para avaliação do desempenho dos indicadores da Qualidade do Solo

Avaliador:		Data:		Gleba:		
	Níveis de limitação dos indicadores			Avaliação*		
				Assinalar (A); (M); (B)		
	ALTO (A)	MÉDIO (M)	BAIXO (B)	Ano 1	Ano 2	Ano 3
Compactação	Solo endurecido; implementos não penetram solo; água não infiltra; raízes deformadas; solo pobre em matéria orgânica.	Solo com alguma dificuldade para manejar; alguma resistência para penetração do 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 e difícil de trabalhar; ausência de minhocas.	Camada arável mais escurecida; poucos resíduos; pequena presença minhocas, organismos.	Solo escuro com presença de muitos resíduos, minhocas; fofo e fácil trabalhar.			
Profundidade do solo	Solos rasos, com menos de 20 cm de espessura na camada arável; compactação forte com raízes muito próximas superfície.	Solos com 20 a 40 cm de camada arável; compactação leve, sem ser muito prejudicial às raízes.	Solos com camada arável maior que 40 cm; raízes bem desenvolvidas e profundas; sem pé-de-arado.			
Erosão	Presença sulcos ou valetas que não podem ser desmanchadas; ausência resíduos e de vegetação; cor da água escorrida igual à 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; glebas de superfície pouco ondulada.			

População minhocas	Máximo de duas minhocas por amostra; 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 resíduos, cobertura vegetal e de resíduos orgânicos e de insetos; ao se adicionar água oxigenada numa amostra solo 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; 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	Pequena população de plantas; lavoura falhada; crescimento lento; desenvolvimento pequeno; plantas amareladas ou esbranquiçadas, doentes ou muito atacadas por insetos.	População plantas ainda abaixo do normal; plantas com crescimento e desenvolvimento ainda lento; as cores das plantas já são mais naturais, pouco viçosas; algumas doentes/atacadas por insetos.	População de plantas adequada; plantas saudáveis, de crescimento e desenvolvimento normais; vigorosas, com muito vigor; resistentes ao ataque de doenças e insetos.			
Cor do solo	Cor do solo da camada arável semelhante a cor do saibro; cores com tons amarelados e acinzentados; ausência de matéria orgânica; solos lavados pelo escoamento superficial da água.	Cor da camada arável já é mais escurecida pela presença da matéria orgânica, diferentes da cor do saibro ou subsolo; solos pouco lavados pelo escoamento água.	Solos escurecidos pela presença forte da matéria orgânica e de resíduos em processo de decomposição; há uma boa separação de cores entre a camada arável e a greda ou saibro.			
Porosidade	Pouca matéria orgânica, água demora infiltrar, formação de poças; secamento rápido; solo compactado, pesado, pulverizado ou arenoso.	Presença razoável de matéria orgânica; infiltração ainda é lenta ou não retém adequadamente a água da chuva.	Solo com bom teor de matéria orgânica e resíduos, palha ou cobertura verde, água penetra fácil no solo, mas com boa retenção; solo bem estruturado.			

Plantas indicadoras	Terras com presença forte de guaxuma pouco desenvolvida, maria mole e grama seda, sugerindo solos compactados; barba-de-bode, carrapicho rasteiro, sugerindo solos pobres, com disponibilidade baixa de nutrientes; papuã, sugerindo a presença de solos compactados; erva lanceta, samambaia, azedinha e tiririca, sugerindo solos que precisam de calcário.	Presença de picão-preto, picão-branco ou nabo selvagem em boa quantidade, sugerindo solos de média fertilidade.	Terras com caruru, beldroega, serralha e língua-de-vaca sugerindo solos bem estruturados, retendo boa umidade e com bom teor de matéria orgânica e boa fertilidade.			
---------------------	---	---	---	--	--	--



X. Procedimentos para avaliar os indicadores e monitorar a Qualidade do Solo:

- Selecionar as glebas de sua propriedade de acordo com o tempo de uso com sistema de base ecológica;
- Escolher um local que melhor represente a área da gleba que vai ser estudada para fazer as avaliações;

- Avaliar cada um dos indicadores da Qualidade do Solo, conforme descrição apresentada no presente manual (quadro1). Use seu conhecimento e experiência para obter uma avaliação mais consistente possível.
- Atribuir para cada indicador avaliado, em função da situação encontrada no momento da avaliação, um dos três níveis de limitação estabelecidos, ou seja, ALTO, MÉDIO ou BAIXO (quadro1);
- Marcar na última coluna da direita, na folha que contém o quadro 1, com as letras A (Alto) M (Médio) ou B (Baixo) o resultado de sua avaliação;

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 sugere que, quanto o maior número de indicadores apresentando níveis de limitação baixos, 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 volta-se à 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 também com áreas que estejam sob vegetação nativa. Nesse caso, o propósito é comparar o desempenho dos indicadores da gleba cultivada com o desempenho dos indicadores da gleba de vegetação nativa. O desejável é que a qualidade do solo da área cultivada se aproxime o máximo possível da qualidade do solo que está sob a vegetação natural. Isso significa que o sistema de manejo utilizado está contribuindo positivamente na preservação e melhoria do solo.

A correta utilização desse manual, face as características que apresenta, implica o envolvimento do mesmo usuário, 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 precedido 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 MÉDIOS 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.

XI. Recomendações importantes ao avaliador

- a) A avaliação dos indicadores deverá ser feita sempre pelo mesma pessoa;
- b) As avaliações devem ser feitas separadamente por glebas, em função do tempo de uso de cada uma delas com agricultura de base ecológica;
- c) As avaliações devem ser feitas sempre com o solo em boas condições de umidade;
- c) As avaliações devem ser feitas, preferencialmente, na mesma época do ano;
- d) Anotar sempre toda e qualquer alteração percebida durante os procedimentos de avaliação;
- e) As referências para comparação do desempenho dos indicadores serão dadas pelos resultados obtidos no primeiro ano de avaliação de cada gleba ou pelos

desempenhos dos indicadores obtidos em áreas de vegetação nativa;

- f) O monitoramento da Qualidade do Solo deve ser feito, de preferência, uma vez por ano. Havendo pequena variação de informações, o intervalo entre uma avaliação e outra poderá ser aumentado.

XII. Referências Bibliográficas

- CASALINHO, H. D. **Qualidade do Solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas.** Pelotas, 2003. 192 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, 2003.
- DE LA MAZA, L. M., PEZZLO, M. T., BARON, E. J. **Atlas de diagnóstico em microbiologia,** Porto Alegre, Artmed, 1999. p. 33.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. PNMA/PED – RS. **Agricultura ecológica: alguns princípios básicos.** 1997. 52 p.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais.** São Paulo, Nobel 1980. 541 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.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE.

Soil quality card design guide: a guide to develop locally adapted conservation tools.

NRCS/ Soil Quality Institute. Washington, 1999. 63p. <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQL>. Acesso em: 05.01.2001.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE.

Guidelines for soil quality assessment in conservation planning. NRCS/Soil Quality

Institute.2001.<http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQL>. Acesso em: 03.11.2001.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. Qualitative soil health indicators. **Sustainable agriculture.** v13, n2, 2001.<http://www.sarep.ucdavis.edu/>. Acesso em: 17.05.2002

Contatos:

Helvio Debli Casalinho
Prof. Dr., Departamento Solos
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Universidade Federal de Pelotas
helviodc@ufpel.tche.br