

## **Avaliação Participativa do Manejo de Agroecossistemas e Capacitação em Agroecologia Utilizando Indicadores de Sustentabilidade de Determinação Rápida e Fácil**



ISSN 1517-5111

Dezembro, 2006

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 173***

# **Avaliação Participativa do Manejo de Agroecossistemas e Capacitação em Agroecologia Utilizando Indicadores de Sustentabilidade de Determinação Rápida e Fácil**

*Cynthia Torres de Toledo Machado  
Mariane Carvalho Vidal*

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

Equipe de revisão: *Fernanda Vidigal Cabral de Miranda*

*Francisca Elijani do Nascimento*

*Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Editoração eletrônica: *Marcello Batista de Sousa*

Capa: *Marcello Batista de Sousa*

Foto da capa: *Cynthia Torres de Toledo Machado*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Sousa*

*Alexandre Moreira Veloso*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2006): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Cerrados**

---

M149a Machado, Cynthia Torres de Toledo

Avaliação participativa do manejo de agrossistemas e capacitação em agroecologia utilizando indicadores de sustentabilidade de determinação rápida e fácil / Cynthia Torres de Toledo Machado, Mariane Carvalho Vidal. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2006.

44 p. — (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111 ; 173).

1. Comunidade rural. 2. Agroecologia. 3. Metodologia participativa. I. Vidal, Mariane Carvalho. II. Título III. Série

307.72 - CDD 21

---

© Embrapa 2006

# **Autores**

## **Cynthia Torres de Toledo Machado**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisadora da Embrapa  
Cerrados  
cynthia@cpac.embrapa.br

## **Mariane Carvalho Vidal**

Biól., M.Sc., Pesquisadora da Embrapa Hortaliças  
mariane@cnph.embrapa.br

# **Apresentação**

Atividades participativas são premissas básicas em propostas de pesquisa e desenvolvimento em agroecologia em virtude da troca de conhecimentos e percepções entre os agricultores e técnicos e, sobretudo, da valorização do conhecimento local no desenvolvimento e adaptação de alternativas tecnológicas às reais condições dos agricultores e suas propriedades.

Este trabalho detalha a aplicação de uma metodologia para estimativa e acompanhamento das alterações nos agroecossistemas, a qual se aplica perfeitamente bem para difundir as práticas e princípios básicos da agroecologia.

Por meio de determinações práticas e ilustrativas realizadas em campo, as interações e sinergismos que ocorrem dentro dos agroecossistemas são facilmente visualizadas e compreendidas pelos agricultores, que se tornam capazes de identificar, por eles mesmos, os atributos responsáveis pelo desempenho das suas lavouras. A percepção de que essas relações garantem a fertilidade do solo, a proteção das culturas e a produtividade das lavouras é de grande importância para a compreensão do conceito de sustentabilidade dos agroecossistemas, e de que esta reflete estabilidade, qualidade e rentabilidade da produção aliada à manutenção dos recursos naturais solo, água e biodiversidade.

Outro aspecto importante é que os agricultores se tornam os principais condutores do processo de avaliação das suas propriedades, o que é complementado com análises de laboratório, quando necessárias. Eles se tornam também agentes atuantes em todas as intervenções pertinentes para a melhoria dos seus processos produtivos, uma vez que as soluções tecnológicas são escolhidas entre eles e os técnicos na busca de um melhor aproveitamento dos recursos, habilidades e necessidades locais.

*Roberto Teixeira Alves*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução.....	9
A Metodologia Empregada.....	12
A Aplicação da Metodologia de Indicadores no Assentamento Mulungu .....	29
O Assentamento Mulungu.....	30
Atividade de campo .....	33
Resultados Obtidos e Perspectivas Futuras.....	37
Considerações Finais .....	40
Referências .....	42
Abstract.....	44

# **Avaliação Participativa do Manejo de Agrossistemas e Capacitação em Agroecologia Utilizando Indicadores de Sustentabilidade de Determinação Rápida e Fácil**

---

*Cynthia Torres de Toledo Machado*

*Mariane de Carvalho Vidal*

## **Introdução**

Agricultura sustentável geralmente refere-se a um modo de fazer agricultura que busca assegurar produtividades sustentadas em longo prazo, por meio do uso de práticas de manejo ecologicamente seguras (PRETTY, 1995, citado por ALTIERI, 1998). Isso requer que a propriedade ou sistema agrícola seja visto como ecossistemas ou agroecossistemas e otimizados como um todo, levando-se em conta não apenas a produção econômica, mas também a estabilidade e sustentabilidade ecológicas (ALTIERI, 1998).

Os agroecossistemas são considerados como ecossistemas de cultivo relativamente simples, onde a principal unidade funcional, ou seja, o componente principal, é representado pelas plantas cultivadas (ALTIERI, 2002). Os agroecossistemas contêm componentes bióticos e abióticos, sendo que a população vegetal cultivada ocupa um nicho especial no sistema, exercendo importante papel no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes (ALTIERI, 2002). Constituem, portanto, o componente autótrofo ou produtor, em analogia aos níveis tróficos de um ecossistema (NICHOLLS et al., 1999). Compõe ainda um agroecossistema, desempenhando funções-chave, toda a biodiversidade associada à população vegetal cultivada: as espécies invasoras, os insetos, os agentes fitopatogênicos, os microrganismos de solo

(decompositores de matéria orgânica, simbioses, etc) e os insumos e manejo humano (NICHOLLS et al., 1999).

Os agroecossistemas possuem graus diferenciados de complexidade, dependentes, obviamente, da sua diversificação, mas, de maneira geral, se comparados aos ecossistemas naturais como bosques, florestas ou lagos, apresentam características muito peculiares, tais como: (a) a dependência em energia e insumos externos e a perda de muita energia nas colheitas; (b) a possibilidade de perda de nutrientes por erosão, lixiviação e colheitas; (c) o fato de possuírem pouca diversidade, as cadeias tróficas serem simples e muitos nichos estarem abertos – daí o risco de explosão de pragas ser muito alto; (d) são menos resistentes às alterações, em virtude da baixa diversidade funcional e estrutural (NICHOLLS et al., 1999).

A *estabilidade* – compreendida como a constância de produção sob um conjunto de condições ambientais, econômicas e administrativas (CONWAY, 1985, citado por ALTIERI, 2002) – e conseqüentemente a *sustentabilidade* dos agroecossistemas – ou a capacidade de manter sua produção ao longo do tempo –, apesar das restrições ecológicas e socioeconômicas a longo prazo (ALTIERI, 2002), dependem do grau de biodiversidade (ou agrobiodiversidade) dos mesmos, que resultará na complexidade das cadeias tróficas e nas interações entre os componentes dos sistemas agrícolas. Nesse contexto, a preservação e a ampliação da biodiversidade dos agroecossistemas é descrita por Altieri et al. (1987) como sendo o primeiro princípio utilizado para produzir a auto-regulação e a sustentabilidade, uma vez que, a partir da restituição da biodiversidade dos agroecossistemas, numerosas e complexas interações se estabelecem entre o solo, as plantas e os animais.

Assim, os princípios básicos de um agroecossistema sustentável são a conservação dos recursos renováveis, a adaptação dos cultivos ao ambiente e a manutenção de um nível moderado, porém sustentável, de produtividade (ALTIERI, 2002), que advém do equilíbrio entre plantas, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos

coexistentes. Um agroecossistema é, portanto, produtivo e saudável quando prevalecem condições de crescimento equilibradas e as plantas suportam estresses e adversidades (ALTIERI, 1998).

A promoção da sustentabilidade de um agroecossistema depende basicamente de que seu manejo leve à otimização de processos como a disponibilidade e equilíbrio no fluxo de nutrientes, a proteção e conservação da superfície do solo, a preservação e integração da biodiversidade e a exploração da adaptabilidade e complementaridade no uso dos recursos genéticos vegetais e animais. O objetivo é, portanto, trabalhar com sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos dos sistemas criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (ALTIERI, 2002)

Dessa forma, os indicadores de sustentabilidade devem ir além das determinações pontuais e abranger essa noção de efeitos benéficos produzidos pelas interações e sinergismos dos componentes dos agroecossistemas.

Vários indicadores de sustentabilidade vêm sendo utilizados para a caracterização e monitoramento de agroecossistemas, mas poucos métodos propostos são de fácil compreensão e manipulação pelos agricultores (NICHOLLS et al., 2004). Em projetos de agroecologia onde ações e métodos participativos constituem uma das principais premissas, a aplicação de metodologias de indicadores de sustentabilidade deve, além de caracterizar e monitorar os sistemas, fornecer às comunidades a capacidade de observar, avaliar e tomar decisões, adaptando as tecnologias aos conhecimentos dos agricultores e às condições socioeconômicas e biofísicas de seus agroecossistemas.

O presente trabalho detalha uma metodologia de determinação de indicadores de sustentabilidade de fácil entendimento, relatando a sua aplicação por agricultores em áreas de assentamentos-pólo de um projeto de agrobiodiversidade e agroecologia, com o objetivo de caracterizá-la quanto aos aspectos de manejo dos solos e das lavouras,

além de capacitar os agricultores em pré-requisitos agroecológicos que devem ser atingidos para a garantir a sustentabilidade dos agroecossistemas. O projeto em questão, baseado na agroecologia, intitula-se *Manejo Sustentável da Agrobiodiversidade nos Biomas Cerrado e Caatinga*, componente do Programa Biodiversidade Brasil-Itália.

### **A Metodologia Empregada**

A metodologia empregada foi a denominada *Sistema de avaliação rápida da qualidade do solo e sanidade dos cultivos*. Essa metodologia proposta por Altieri e Nicholls (2002) e Nicholls et al. (2004) permite aos agricultores medidas de sustentabilidade de uma maneira comparativa ou relativa, pela comparação ao longo do tempo num mesmo agroecossistema ou pela comparação de dois ou mais agroecossistemas que estão sob diferentes estágios de transição ou sob diferentes práticas de manejo (ALTIERI; NICHOLLS, 2002). Isso permite que os agricultores avaliem os sistemas mais saudáveis e as propriedades que se destacam, possibilitando que, conjuntamente, identifiquem processos e interações biológicas que expliquem seu desempenho superior. Essas informações serão traduzidas para práticas específicas que otimizem os processos agroecológicos desejáveis.

O ponto-chave da metodologia é a compreensão de que existem, segundo Altieri (2002), duas funções no ecossistema que devem estar presentes na agricultura: a diversidade dos microrganismos, plantas e animais e a ciclagem biológica de nutrientes da matéria orgânica, fazendo com que o objetivo desse método (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004) seja avaliar o manejo do agroecossistema por meio de indicadores sensíveis e fáceis de estimar em campo, pela atribuição de notas que variam de 1 a 10 a características relacionadas à sanidade dos cultivos e qualidade de solo e relevantes para as condições de determinados agricultores ou comunidades.

Uma lista de possíveis indicadores-padrão para os atributos de solo e manejo dos cultivos (Tabelas 1 e 2) é apresentada aos agricultores

para que sejam escolhidos, de forma participativa, quais os que serão determinados. Avalia-se se todos são aplicáveis àquela determinada realidade e também se há algum indicador “local” que deva ser incorporado, bem como suas características. Procede-se, a seguir, à explicação detalhada de cada indicador e suas características, antes e durante a atividade de campo, sendo que, em cada um desses momentos, enfatiza-se a importância da participação dos membros das famílias e (ou) das comunidades.

**Tabela 1.** Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – *sanidade dos cultivos* - com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos para cada indicador.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
<b>1. Aparência geral da cultura</b>		
1	Clorótica, folhagem descolorida com sinais de deficiência	
5	Folhagem verde-clara com alguma perda de pigmentação	
10	Folhagem verde-escura, sem sinais de deficiência	
<b>2. Crescimento das plantas</b>		
1	Padrão desigual, ramos finos e curtos, crescimento novo limitado	
5	Padrão mais denso, porém não uniforme. Ramos mais grossos, sinais de novas brotações	
10	Folhagem e ramos em abundância. Crescimento vigoroso	
<b>3. Incidência de doenças</b>		
1	Suscetível, mais de 50 % das plantas com folhas e (ou) frutos danificados	
5	Entre 20 %-45 % das plantas com algum dano	
10	Resistentes, menos de 20 % das plantas com danos leves	
<b>4. Incidência de insetos e pragas</b>		
1	Mais de 85 % das folhas danificadas	
5	Entre 30 %-40 % das folhas danificadas	
10	Menos de 30 % das folhas danificadas	
<b>5. Rendimento atual ou potencial</b>		
1	Baixo em relação à média local	
5	Médio, aceitável	
10	Bom ou alto	
<b>6. Abundância e diversidade de inimigos naturais</b>		
1	Ausência de vespas predadoras/parasitas em uma amostra aleatória de 50 folhas	
5	Presença de pelo menos um inseto benéfico	
10	Mais de 2 indivíduos de uma ou duas espécies de insetos benéficos	

Continua...

**Tabela 1.** Continuação.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
7. Competição e supressão de plantas espontâneas		
1	Plantas estressadas, suprimidas por plantas espontâneas	
5	Presença média de plantas espontâneas, algum nível de competição	
10	Plantas vigorosas suprimindo plantas espontâneas	
8. Diversidade de vegetação		
1	Monocultura	
5	Presença de algumas plantas espontâneas ou presença desigual de plantas de cobertura	
10	Formação densa de plantas de cobertura e vegetação espontânea	
9. Vegetação natural circundante		
1	Circundado por outras culturas, sem vegetação natural	
5	Vegetação natural adjacente em pelo menos um dos lados	
10	Circundando por vegetação natural em pelo menos dois lados	
10. Desenho agroecológico		
1	Sem barreiras de vento, sem corredores de vegetação, apenas 1 cultura plantada, sem rotação	
5	Barreiras e corredores dispersos na área de cultivo, mais de uma cultura plantada na área, sem rotação	
10	Com barreiras de vento e corredores, mais de uma cultura plantada na área, com rotação de culturas	

Dependendo das condições locais, outros indicadores podem ser propostos, além dos descritos na Tabela 1, a fim de complementar a caracterização do agroecossistema, como o seguinte, sugerido por Altieri e Nicholls (2002):

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
Diversidade genética (cultivo de diferentes variedades ou genótipos)		
1	Pobre, domina uma só variedade de determinada espécie	
5	Média, duas variedades	
10	Alta, mais de duas variedades	
Sistema de manejo		
1	Convencional, monocultivo, manejo com agroquímicos	
5	Em transição para orgânico ou agroecológico, com substituição de insumos	
10	Orgânico diversificado ou agroecológico, com pouco uso de insumos naturais externos	

**Tabela 2.** Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – *qualidade de solo* - com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos para cada indicador.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
1. Profundidade do solo		
1	Subsolo quase exposto ou exposto	
5	Fina superfície de solo < 10 cm	
10	Solo superficial > 10 cm	
2. Estrutura		
1	Solto, empoeirado sem visíveis agregados	
5	Poucos agregados que quebram com pouca pressão	
10	Agregados bem formados difíceis de ser quebrados	
3. Compactação		
1	Solo compactado, o arame encurva-se facilmente	
5	Fina camada compactada, alguma restrição à penetração do arame	
10	Sem compactação, o arame é todo penetrado no solo	
4. Estado de resíduos		
1	Resíduos orgânicos com lenta decomposição	
5	Presença de resíduos em decomposição há pelo menos um ano	
10	Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos	
5. Cor, odor e matéria orgânica		
1	Pálido, odor químico e ausência de húmus	
5	Marrom-claro, sem odor, há alguma presença de húmus	
10	Marrom-escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus	
6. Retenção de água (grau de umidade após irrigação ou chuva)		
1	Solo seco, não retém água	
5	Grau limitado de umidade por um curto período de tempo	
10	Considerável grau de umidade por um curto período de tempo	
7. Cobertura do solo		
1	Solo exposto	
5	Menos de 50 % do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
10	Mais de 50 % do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
8. Erosão		
1	Erosão severa, presença de pequenos valos	
5	Evidentes, mas poucos sinais de erosão	
10	Ausência de sinais de erosão	

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
9. Presença de invertebrados		
1	Ausência de atividade de invertebrados	
5	Poucas minhocas e artrópodes presentes	
10	Presença abundante de organismos invertebrados	
10. Atividade microbiológica		
1	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	
5	Efervescência leve a média	
10	Efervescência abundante	

Além dos indicadores descritos na Tabela 2, outros podem ser propostos, dependendo das condições locais, como mostram Altieri e Nicholls (2002), que introduziram o desenvolvimento de raízes em um trabalho conduzido em cafezais. A respeito desse indicador e suas características, deve-se referir à relação existente entre o desenvolvimento das raízes e a estrutura do solo, compactação, retenção de água; e a relação entre as raízes finas e a capacidade de associação com fungos micorrízicos, etc.

Valor estabelecido	Características	Valor estimado
Desenvolvimento de raízes		
1	Raízes pouco desenvolvidas, enfermas, curtas	
5	Raízes de crescimento limitado, observam-se algumas raízes finas	
10	Raízes com bom crescimento, saudáveis e profundas, com presença abundante de raízes finas	

Esses indicadores se originam, geralmente, de efeitos registrados em iniciativas e estratégias de desenvolvimento de formas mais sustentáveis de produção de alimentos de programas baseados em agroecologia, relativos aos efeitos no solo (aumento no conteúdo de matéria orgânica, estímulo à atividade biológica, redução na erosão, melhoria na estrutura, reciclagem e retenção de nutrientes), efeitos sobre pragas e doenças (diversificação cultural reduzindo pragas e estimulando inimigos naturais, consórcios reduzindo patógenos) e efeitos sobre a produção (maior estabilidade e diversidade, menores riscos).

As principais características desses indicadores e do método propriamente dito, e que justificam seu emprego são, de acordo com Nicholls et al. (2004):

- São de fácil utilização pelos agricultores.
- São relativamente precisos e fáceis de analisar e interpretar.
- São práticos para novas tomadas de decisão.
- São sensíveis o bastante para refletir mudanças ambientais e os efeitos de práticas de manejo no solo e nos cultivos.
- Possuem a capacidade de integrar e inter-relacionar propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos.
- Apontam a relação entre os processos existentes no ecossistema, como por exemplo, a relação entre diversidade de plantas e estabilidade de uma população de pragas e (ou) incidência de doenças.

De posse das tabelas-padrão apresentadas a seguir, cada um dos indicadores listados é avaliado no campo, onde os conceitos e características são reforçados, bem como o seu significado e a possível relação entre o atributo em questão e os demais. Em razão de características específicas das comunidades ou das áreas dos agricultores, alguns indicadores podem ser suprimidos, considerando, principalmente, a opinião dos agricultores e suas justificativas. Para esses indicadores, valores de 1 (menos desejável), 5 (valor moderado) e 10 (mais desejável) são estabelecidos conforme as características do solo ou do cultivo e segundo os atributos observados para cada indicador. Valores entre 1 e 10 podem ser assumidos para cada indicador. Após análise, obtém-se a média para qualidade do solo e sanidade dos cultivos. Médias abaixo de 5 são consideradas abaixo do limite mínimo de sustentabilidade.

Essa metodologia foi inicialmente descrita e aplicada em ambientes e situações específicas, como cafezais na Costa Rica (ALTIERI; NICHOLLS, 2002) e vinhedos na Califórnia (NICHOLLS et al., 2004), porém, mediante algumas modificações – como introdução ou supressão de indicadores –, é perfeitamente aplicável a vários agroecossistemas em diferentes regiões.

Os indicadores de *sanidade dos cultivos* (Tabela 1) se relacionam bastante com a diversidade funcional e com elementos da agrobiodiversidade como principais reguladores da saúde das lavouras, afetando diretamente a aparência das plantas, o nível de incidência de pragas e doenças, a tolerância à competição pelas plantas espontâneas e o potencial de produção (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004). Na abordagem desses indicadores, o foco está direcionado para a relação entre a estabilidade e equilíbrio do agroecossistema e a ocorrência de doenças, degradação, competição e o conseqüente declínio dos rendimentos dos cultivos.

As avaliações da *aparência geral da cultura* e do *crescimento das plantas* indicam qual o estado nutricional e de desenvolvimento das culturas, possibilitando a identificação visual do padrão de crescimento das plantas e de possíveis deficiências ou toxicidades, devendo-se citar e (ou) descrever alguns sintomas aparentes. Havendo necessidade, coletam-se, nesse momento, amostras para a realização de análises foliares e para a identificação precisa das possíveis desordens nutricionais.

Por meio da observação visual e avaliação da proporção de dano, são verificadas as *incidências de doenças e pragas*. As pragas são então conceituadas, atentando para o fato de que esses organismos não estão incluídos em uma única classe e que compreendem insetos, ácaros, nematóides, moluscos e outros invertebrados, além de vertebrados como roedores, pássaros e dos vários microrganismos causadores de doenças, como fungos, bactérias, vírus, etc. As ervas invasoras – plantas que crescem onde não são desejadas – também são

uma categoria de pragas (NICHOLLS et al., 1999). Aborda-se a origem da incidência desses problemas, enfocando a modificação do ambiente de tal modo que as condições se tornam favoráveis ao crescimento explosivo de certos organismos que podem causar danos às plantas cultivadas, como, por exemplo, os novos cultivos, o monocultivo propriamente dito, a introdução (intencional ou não) de um inseto em uma área onde não existia antes e a aplicação constante de defensivos. Procura-se também relacionar o estado nutricional com o ataque de insetos e patógenos considerando a resistência conferida por estado nutricional adequado. Observar o fato de que os herbívoros, e mesmo os agentes das doenças, variam e respondem, na sua distribuição, abundância, dispersão e dinâmica populacional, aos atributos estruturais (combinação das lavouras e cultivos no espaço e no tempo) e de manejo (diversidade de culturas, níveis de insumos), enfatizando que a diversificação afeta pragas e insetos, reduzindo herbívoros e estimulando os inimigos naturais; que consórcios em linhas ou mistos reduzem os patógenos; e que o cultivo mínimo e rotações também podem restringir doenças do solo. Havendo necessidade, é preciso encaminhar também insetos e amostras de plantas a laboratórios, além de atentar para práticas alternativas de controle.

*O rendimento atual ou potencial* é estimado em relação a um valor médio alcançado por outros produtores locais ou regionais, ou mesmo por um valor alcançado pelo mesmo agricultor em determinada época. Essa avaliação induz à observação e à anotação desses rendimentos, contribuindo para a organização da escala de produção em função das necessidades e demandas. Aborda-se, nesse ponto, que, em se tratando da conversão para condições de produção orgânica ou agroecológica, poderá haver uma perda inicial nos rendimentos. Atenta-se também para o fato de que a produção poderá ser menor por unidade de área, mas maior em relação a outros fatores, como a unidade de energia e perdas de solo (ALTIERI, 1998), os benefícios dos policultivos que são mais produtivos e a questão da diversidade de produtos, estabilidade de produção e redução de riscos.

Os demais indicadores darão uma idéia da infra-estrutura ou integridade ecológica do sistema, subsistema ou lavoura que está sendo avaliado, em relação aos níveis de diversidade vegetal (espécies), diversidade genética (variedades ou genótipos), diversidade de vegetação circundante e tipo de manejo dado ao sistema, mostrando que uma maior diversidade inter e intra-específica, aliada ao manejo diversificado que promove e aproveita as sinergias da biodiversidade, criam condições mais favoráveis de sustentabilidade. A idéia é fundamentar e incorporar as melhores características ambientais das técnicas agroecológicas, enfatizando seus benefícios e os reflexos na rentabilidade e preservação da base de recursos naturais e da biodiversidade, e, por conseguinte, da capacidade produtiva do agroecossistema.

O ponto básico dessa abordagem reside na ênfase ao fato de que as interações complementares entre os diferentes componentes bióticos do agroecossistema são de natureza múltipla e podem ser utilizadas para induzir efeitos positivos e diretos no controle biológico de pragas específicas das culturas, regeneração e (ou) aumento da fertilidade e conservação do solo (ALTIERI, 1994).

Nesse ponto, os componentes da biodiversidade do sistema ou da agrobiodiversidade são apresentados como sendo as plantas cultivadas, a vegetação espontânea, a vegetação ciliar, os insetos (herbívoros, predadores e parasitas, polinizadores), a macro e mesofauna do solo, bem como a microfauna, que inclui os microrganismos. Deve-se relacionar as funções de cada um desses grupos referindo-se à regulação da população no controle biológico, polinização e dispersão, introgressão genética, competição, alelopatia, fontes de inimigos naturais, predação, supressão de doenças, possíveis parentes silvestres das plantas cultivadas, consumo de biomassa, decomposição, reciclagem de nutrientes e estruturação do solo, entre outras, enfatizando a sua importância na regulação do sistema.

A compreensão dessas interações e sinergismos serão úteis para planejar, melhorar e manejar o agroecossistema. Para tanto, na

medida em que se avaliam os indicadores atribuindo notas às suas características, são apresentadas e conceituadas práticas ou estratégias de melhoramento dos sistemas, tais como os policultivos, culturas de cobertura, adubação verde, agroflorestas, plantio direto, quebra-ventos, rotações de cultura, compostagem, aporte de matéria orgânica, entre outras.

Ao avaliar o indicador *abundância e diversidade de inimigos naturais*, são introduzidos os conceitos de inimigos naturais e equilíbrio de populações, mostrando e atentando para o fato de que esses atributos estão relacionados com a biodiversidade e são sensíveis ao manejo, à seqüência e associações de culturas, diversidade de ervas infestantes, diversidade genética, entre outros fatores e condições. Ainda durante a avaliação desse indicador, e também ao estimar outros, como a diversidade da vegetação e a vegetação natural circundante, enfoca-se que, ao substituir os sistemas simples por sistemas diversos ou agregar diversidade aos sistemas existentes, é possível promover mudanças na diversidade do habitat que favoreçam a abundância dos inimigos naturais por prover hospedeiros/presas alternativas em momentos de escassez da praga; fornecer alimentação (pólen e néctar) para os parasitóides e predadores adultos; prover refúgios para a invernção e nidificação de inimigos naturais; e manter populações aceitáveis da(s) praga(s) por períodos extensos de maneira a assegurar a sobrevivência contínua dos insetos benéficos (ALTIERI, 1994).

No indicador seguinte, *competição e supressão por plantas espontâneas*, é apresentada a questão da competição entre as plantas espontâneas e as culturas implantadas por água e nutrientes, além da possibilidade de as primeiras abrigarem pragas e doenças das plantas cultivadas. Aborda-se também a possibilidade de a vegetação espontânea atuar como sinalizadora de desequilíbrios nutricionais do solo, com a apresentação de tabelas já existentes sobre o assunto (BURG; MAYER, 1999; RICCI et al., 2002). Deve-se atentar também para a condição de certas plantas espontâneas como componentes importantes dos agroecossistemas, por afetarem a dinâmica e a

diversidade de insetos benéficos, que atuam no controle biológico de insetos-praga, além de servirem como fontes alternativas de hospedeiros, de pólen e néctar e fornecerem microhabitats, reforçando a atribuição de “plantas companheiras”. Aproveita-se também esse momento para discorrer e apresentar métodos alternativos ao uso de herbicidas, sobretudo a capina seletiva, plantas de cobertura, cobertura morta, entre outros.

Avaliando a *diversidade da vegetação*, deve-se observar se predominam mono ou policultivos, a presença de plantas de cobertura nas lavouras e mesmo as espontâneas. Conceituam-se monocultivo e policultivo, alertando sobre a característica simplificada da primeira modalidade, carente de diversidade e de mecanismos ecológicos para conter o desenvolvimento de alguns insetos e agentes patogênicos, que então se convertem em pragas em face às condições ambientais que não permitem a multiplicação dos inimigos naturais (NICHOLLS et al., 1999). São também apresentadas as possibilidades para policultivos, como sendo associações de culturas, culturas intercaladas, plantios em faixas ou outro tipo de produção agrícola onde existam mais de um cultivo por vez. Enfatizam-se os benefícios no melhor aproveitamento da terra, particularmente importante em áreas onde as propriedades são pequenas, no aproveitamento dos nutrientes, na possibilidade de diversificação da produção, da oferta de produtos e da alimentação, e na constituição de um método de controle biológico de pragas e doenças, por proporcionar populações menores e mais estáveis desses agentes, condicionados pela disponibilidade de recursos alimentares e micro-habitats para os inimigos naturais (ALTIERI, 1994).

A presença de *vegetação natural circundante* deve ser ressaltada, além do aspecto da diversificação da paisagem do agroecossistema e da barreira física natural contra ventos e contaminantes, também pela formação de habitats e fontes de refúgio e alimentação para os inimigos naturais, de tal forma a constituir uma comunidade complexa com os cultivos que limite ou não permita o desenvolvimento de pragas.

Por fim, o *desenho agroecológico* irá avaliar o estágio da transição agroecológica ou mesmo a adoção de práticas agroecológicas no planejamento de sistemas, tais como cultivos de cobertura, rotação de cultivos, cultivos de contorno, criação de animais, cultivo de diferentes variedades, quebra-ventos, cercas vivas, entre outras. Reforça-se, pois, a afirmativa de Nicholls et al. (1999) que, no desenho de agroecossistemas estáveis, a biodiversidade é fundamental, mediante o uso de sistemas vegetais diversificados que incluem rotações, seqüências de cultivos, policultivos, cultivos de cobertura, manejo de invasoras e corredores de vegetação natural nos campos de cultivo.

Aqui, os conceitos são fixados e enfatiza-se mais uma vez a importância dessas práticas. Os *cultivos de cobertura* são exemplificados como sendo o plantio de leguminosas, cereais ou qualquer outra mistura apropriada no estrato inferior das plantações e pomares, com o objetivo de proteger o solo contra erosão, melhorar o microclima, fortalecer a estrutura e fertilidade do solo e eliminar pragas, incluindo ervas, insetos e patógenos (HAYNER, 1980, citado por ALTIERI, 1998). As *rotações* são definidas como um sistema em que diferentes cultivos crescem em uma mesma área, sucedendo-se uns aos outros, em uma seqüência definida, promovendo os efeitos benéficos da descontinuidade da monocultura no tempo no melhor aproveitamento dos nutrientes e interrupção do ciclo de pragas e patógenos, quando se recomenda a inclusão de leguminosas na rotação dos cultivos para enriquecer o solo com nitrogênio. Os *cultivos de contorno*, os *quebra-ventos* e as *cercas vivas* são apresentados como benéficos na prevenção da erosão, como habitat para a vida silvestre e insetos benéficos, além de fornecerem madeira, matéria orgânica, recursos de polinização e modificação da velocidade do vento e do microclima (ALTIERI, 1998). Recomenda-se árvores frutíferas, plantas aromáticas, entre outras para esse fim. A *criação de animais* integrada à produção vegetal e à produção de esterco pelos mesmos é fonte de nutrientes e matéria orgânica para a manutenção da fertilidade e estrutura dos solos, além de constituir alternativa alimentar e de produtos e subprodutos a serem comercializados. Os benefícios da

*diversidade inter e intra-específica* são reforçados em termos de possíveis resistências ao ataque de pragas e doenças; tolerância diferenciada a estresses ambientais como seca, encharcamento, deficiências de nutrientes, ciclos (materiais mais precoces ou mais tardios); usos diferenciados; garantia de produção e importância de germoplasma nativo.

Por ocasião da determinação dos *indicadores de qualidade do solo* (Tabela 2), introduz-se e reforça-se a condição primordial do solo como organismo vivo e o foco no manejo ecológico do mesmo, nas formas de utilizá-lo, ao mesmo tempo em que se promove o seu enriquecimento por meio de processos biológicos e de reciclagem. São também apresentadas noções gerais sobre formação e origem dos solos, intemperismo das rochas e a ação dos fatores determinantes, tais como o clima, os organismos, a vegetação, a topografia e o tempo sobre a rocha-mãe.

A seguir, com a abertura de um pequeno perfil, aborda-se a questão da *profundidade dos solos*, seu significado, a relação desta característica com a posição na paisagem e a importância para o desenvolvimento e sustentação das raízes das plantas e absorção de água e nutrientes. Verifica-se a exposição do subsolo, afloramento de rochas, presença de pedras, espessura da camada do solo propriamente dito. Pode-se abordar também a noção de horizontes e camadas. Tudo isso é feito em uma linguagem simples e acessível, com a utilização de exemplos locais.

Para a avaliação da *estrutura* do solo, o conceito de agregados é apresentado, de forma simples, como sendo agrupamentos de partículas do solo cuja formação decorre principalmente da atividade dos microrganismos e das raízes, que secretam substâncias capazes de unir as partículas do solo. A presença dos agregados é então observada e os mesmos são testados quanto à sua estabilidade pela resistência ao esboroamento pela pressão dos dedos, de acordo com o método proposto por Burket et al. (1998), citado por Nicholls et al. (2004). Inicia-se, nesse momento, a conceituação das partículas

do solo – areia, silte e argila – e sua relação com a estruturação do solo e disponibilidade de água e ar para as raízes. Enfatiza-se também a importância do manejo adequado do solo na promoção da estabilidade dos agregados, na conservação de uma boa estrutura e, por conseguinte, na disponibilidade de ar, água e nutrientes.

A *compactação* é medida pela penetração vertical de um arame com marcas indicativas da profundidade (de 20 cm em 20 cm, por exemplo) no solo em locais distintos da área, onde os avaliadores tomam nota em qual profundidade ele se curva por causa da resistência do solo. Esse é um exemplo de que, à medida que o usuário se torna familiar com a metodologia, as observações podem se tornar mais refinadas com o uso de instrumentos simples, nesse caso, um pedaço de arame (NICHOLLS et al., 2004). Nessa oportunidade, trata-se da relação entre solo compactado e textura, agregação, bem como do efeito do manejo do solo nessa característica, sobretudo do uso de máquinas. Aborda-se também a relação entre solo compactado e aprofundamento de raízes, e o conseqüente efeito na fixação das plantas e disponibilidade de água e nutrientes. Alternativas para a solução de problemas de compactação também são apresentadas nesse momento, destacando o uso de plantas de cobertura e (ou) adubos verdes, particularmente eficientes na função de subsoladoras naturais.

Noções de decomposição de resíduos e reciclagem de nutrientes são apresentadas por ocasião da avaliação do *estado dos resíduos*. Explica-se o que é a decomposição, como se dá, quais os fatores que a determinam – como o clima e os organismos, por exemplo –, quais os agentes que atuam nas respectivas etapas e os produtos finais. Pelo estado dos resíduos em determinadas situações, infere-se sobre quais desses fatores podem estar atuando e (ou) limitando esse processo. Nesse ponto, ao tratar do efeito dos organismos na decomposição dos resíduos, introduz-se a ação da macrofauna nas etapas iniciais da decomposição e da microfauna, incluindo os microrganismos, nas etapas subseqüentes e na reciclagem dos nutrientes. É um momento importante para introduzir o efeito e importância dos organismos na fertilidade dos solos.

A avaliação seguinte é sobre a *cor, odor e matéria orgânica do solo*. Nesse ponto, explica-se sobre os fatores condicionantes dessas características, os fatores responsáveis pela cor do solo, o conceito de húmus, as fontes de matéria orgânica e a função da matéria orgânica na estrutura do solo, na retenção de água e de fonte de nutrientes. Novamente, nesse ponto, abordam-se estratégias e práticas de manejo que promovam o aporte de matéria orgânica nos solos, tais como coberturas vivas e mortas, restos culturais, adubação verde, adubação orgânica com esterco e compostos.

Avaliando-se a *capacidade de retenção de água*, relaciona-se esse atributo e as características locais com a presença de matéria orgânica, a textura, a estrutura e a cobertura do solo, além de inferir sobre o manejo da irrigação, quando isso for possível.

O indicador seguinte, *cobertura de solo*, permite abordar a cobertura vegetal como meio eficaz de conservação de solo e água e o problema do solo descoberto em relação à retenção de umidade, disponibilidade de água para as culturas, elevação da temperatura do solo e seu efeito sobre os microrganismos, riscos de erosão, entre outros fatores relacionados. Trabalham-se também os conceitos dos tipos de cobertura – morta (mulch) e viva (cultivos de cobertura) –, enfatizando, respectivamente, a importância dos restos culturais e das plantas de cobertura e espontâneas. Ressalta-se o efeito de ambas as coberturas na proteção contra a erosão; o efeito da cobertura morta na redução da evaporação da água do solo e conseqüente manutenção da umidade do solo por mais tempo; e seu possível efeito como supressora de doenças e atenuante dos efeitos das baixas temperaturas nas áreas com riscos de geadas. No tocante aos cultivos de cobertura, em que são empregadas preferencialmente plantas com abundante parte aérea, reforçam-se as suas funções nas simbioses com microrganismos benéficos, sobretudo a fixação biológica de nitrogênio realizada pelas leguminosas utilizadas como adubos verdes. Abordam-se também suas vantagens, tanto em áreas com precipitação intensa ou com problemas de seca.

A *erosão* é determinada pela verificação da presença de veios ou valos típicos do escoamento de água e carreamento de solo. Destaca-se que o processo erosivo resulta na degradação física, química e biológica dos solos, sendo que a física ocorre pelo arraste das partículas do solo, pela destruição da estruturação e pela compactação, quando se elimina a cobertura vegetal ou se realiza um preparo excessivo. À degradação física, seguem-se a química e a biológica, pela perda de nutrientes, de matéria orgânica e de organismos benéficos. As práticas que favorecem e potencializam os processos erosivos, tais como o desmatamento, o solo descoberto, e o não emprego de métodos conservacionistas, tais como terraços e curvas de nível, entre outros, são abordadas nesse momento.

A atividade biológica, medida pela avaliação da *presença de invertebrados e atividade microbiológica*, permite inter-relacionar várias das características já avaliadas. Nesse ponto, é interessante recordar que o solo é um meio onde vivem milhões de pequenos organismos que transformam o que sobrou das rochas e decompõem os restos vegetais. Para avaliar a atividade biológica, buracos são cavados na área em estudo, onde se observa a existência de organismos visíveis a olho nu, ou seja, pequenos insetos, larvas, minhocas, o que determina a *presença de invertebrados*; ao passo que a *atividade microbiológica* é medida pela prática da água oxigenada, que irá estimar o teor de matéria orgânica e a atividade de organismos invisíveis a olho nu, como as bactérias, fungos, actinomicetos e outros. Nesta atividade, uma pequena quantidade de água oxigenada é aplicada em uma amostra de solo para observar a efervescência e, quando houver pouca ou nenhuma efervescência, é sinal de que o solo é pobre em atividade microbiológica e possui pouca matéria orgânica, ao passo que, se houver efervescência significativa, é indicativo de o solo ser rico em matéria orgânica e atividade microbiana (USDA-NRCS, 1998). Devem ser relacionados os efeitos e as funções desses organismos na decomposição dos resíduos e da matéria orgânica, na aeração do solo, na agregação das partículas, retornando assim aos indicadores de estrutura e decomposição de resíduos, além de explicar sobre outras

funções mais complexas e específicas como a fixação biológica do nitrogênio pelos rizóbios, as funções dos fungos micorrízicos, entre outras. É importante também, nesse momento, remeter às técnicas que garantam a manutenção desta vida do solo ou a promovem, tais como a incorporação de matéria orgânica, rotação de cultivos, cobertura de solo, entre outras.

Berbara et al. (2004), ao empregar essa metodologia para avaliar o estado do solo de diferentes lavouras de café, atribuíram nota para a atividade biológica do solo com base na macrofauna observada sobre o solo e vegetação, bem como pelo número de minhocas contadas em um volume de solo de 25 cm x 25 cm até uma profundidade de 10 cm. Nesse trabalho, em cada sistema, uma área de 600 m<sup>2</sup> foi delimitada, dentro da qual as determinações foram feitas. Esse grau de refinamento pode ser atingido, em função das condições locais e objetivos do trabalho.

Com essa prática e o retorno constante aos conceitos já abordados, quando se faz a relação entre os indicadores e as suas respectivas características, as noções e definições vão sendo mais bem apreendidas e fixadas, bem como os conceitos relativos às práticas agroecológicas de manejo do ambiente e a inter-relação entre eles.

Após a atribuição das notas, são construídas tabelas com os indicadores e os valores atribuídos a cada um deles. Os valores dos indicadores são então somados e divididos pelo número de indicadores analisados, obtendo-se assim um valor médio para a qualidade de solo e um valor médio para sanidade dos cultivos (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004). Se o valor médio for inferior a 5 para a qualidade de solo e (ou) sanidade dos cultivos, considera-se que está abaixo do valor limite para a sustentabilidade, e algumas medidas devem ser tomadas para melhorar o desempenho dos indicadores que estão com valores baixos. Quando são comparadas diferentes propriedades ou lavouras, essa média geral dos indicadores de solo e de cultivo serve para verificar quais as que se destacam, tanto pelo melhor desempenho quanto pelo desempenho inferior.

Uma outra forma de representar os resultados é a plotagem de gráficos em forma de radar ou “ameba”. Por meio deles é mais fácil de visualizar os indicadores individualmente, ao mesmo tempo em que também permitem a observação do padrão geral dos mesmos (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004). Os valores médios obtidos para cada indicador são plotados, ligam-se os pontos e constrói-se a “ameba”. Quanto mais próximo a ameba estiver da borda do círculo (próximo à nota 10), mais sustentável o sistema se encontra. A ameba mostra também quais os indicadores que estão fracos (abaixo de 5), permitindo que o agricultor priorize intervenções agroecológicas necessárias para corrigir deficiências no solo, nas culturas ou no sistema, podendo atuar em pontos específicos do sistema que acabam interferindo de maneira positiva em outros parâmetros (NICHOLLS et al., 2004). Por exemplo, o aporte de resíduos orgânicos ao solo aumentará a quantidade de matéria orgânica, além de aumentar a capacidade de retenção de água, promover uma maior atividade biológica e, conseqüentemente, a estrutura física (NICHOLLS et al., 2004).

Esses resultados são, então, retornados aos agricultores e (ou) às comunidades, a fim de que as possíveis intervenções sejam discutidas, planejadas e implementadas de forma participativa.

## **A Aplicação da Metodologia de Indicadores no Assentamento Mulungu**

A aplicação da metodologia Sistema de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos foi realizada em assentamentos-pólo (Mulungu, em Tururu-Itapipoca, CE, Cunha, em Cidade Ocidental, DF e Cajueiro, em Poço Redondo, SE) das atividades do Projeto Manejo Sustentável da Agrobiodiversidade nos Biomas Cerrado e Caatinga, componente do Programa Biodiversidade Brasil-Itália. O projeto tem como objetivo principal o manejo da agrobiodiversidade dentro de princípios agroecológicos e esta metodologia, que enfoca a diversificação dos sistemas produtivos e a qualidade do solo, é uma ferramenta de

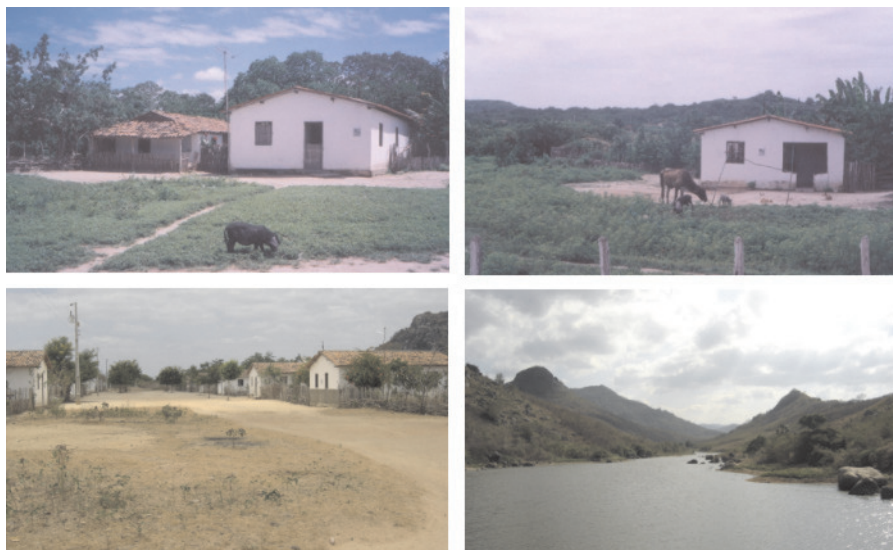
avaliação e monitoramento dos agroecossistemas. A atividade prática foi complementada por entrevistas e questionários básicos sobre aspectos estruturais, socioeconômicos e organizacionais das comunidades, inquirendo sobre aspectos como: atividades produtivas e seu destino (subsistência, comercialização, etc), nível tecnológico (infra-estrutura, equipamentos, sementes, fertilizantes e corretivos), práticas de preparo e manejo do solo, estruturação da comunidade (divisão das tarefas, definição de setores e responsabilidades, participação dos agricultores em assembléias, oficinas, frequência de reuniões), fontes de crédito, acesso à assistência técnica, principais problemas e pontos favoráveis das comunidades.

No presente trabalho, a aplicação da metodologia será exemplificada com as atividades realizadas no Assentamento Mulungu, em Tururu (distrito de Itapipoca, CE), onde os indicadores de qualidade de solo e sanidade dos cultivos foram determinados em maio de 2005. Anteriormente, em maio de 2004, foi realizado um treinamento nessa metodologia para técnicos da Confederação das Cooperativas de Reforma Agrária do Brasil (Concrab), que prestam assistência técnica aos assentamentos, no Sítio Alegria, em Brazlândia, DF.

## **O Assentamento Mulungu**

O Assentamento Mulungu situa-se no Município de Itapipoca, CE, distante cerca de 115 km da capital Fortaleza. O acesso é pelo Município de Tururu, que é 5 km mais próximo do assentamento que Itapipoca, município ao qual pertence politicamente. A região é de Caatinga e o assentamento está na margem esquerda do Rio Mundaú. A área total do assentamento, fundado em 1989, é de 1.176 ha. Cerca de 115 famílias vivem no assentamento, mas apenas 61 são cadastradas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra). As famílias excedentes são parentes dos assentados originais e são chamadas localmente de “agregados”. Os moradores são originários da região, possuem uma base camponesa e religiosa forte e são aparentados entre si (CORDEIRO, 2005).

As casas são situadas em duas agrovilas, em lotes de área média de 1.500 m<sup>2</sup>, e as famílias trabalham em sistema de produção coletivo, organizando-se em quatro grupos que atuam, cada um, em um dia da semana (Fig.1). Existe uma associação de moradores estabelecida, uma creche e uma escola fundamental. O abastecimento de água das casas se dá por meio de poços e reservatórios, e o assentamento possui energia elétrica e um telefone público. Vários moradores recebem aposentadoria, que é a principal fonte de renda de várias famílias (CORDEIRO, 2005).



**Fig. 1.** Residências típicas no Assentamento Mulungu. Na primeira foto, tem-se, ao lado da casa principal, a moradia de um “agregado”. Na parte inferior, a visão geral de uma das agrovilas e do açude.

Entre as atividades produtivas exercidas pelos moradores do Mulungu, estão os cultivos de arroz, feijão, milho, fava, mandioca, banana, coco e caju-anão nas áreas chamadas de roçados, trabalhadas coletivamente no período das chuvas, geralmente de janeiro a maio (CORDEIRO, 2005). Nos quintais das casas, são encontradas árvores frutíferas, poucas hortaliças e algumas plantas medicinais, além da criação de

pequenos animais, como galinhas, porcos e cabras. O principal destino da produção é a subsistência das famílias, segundo Cordeiro (2005), mas os produtores chegam a comercializar o pequeno excedente nas feiras livres de Tururu. Entre os produtos normalmente vendidos, estão o milho, o caju e as frutas da época, como a ata (*Annona* sp.).

Nas áreas coletivas, além dos roçados, cria-se gado, cuja alimentação provém do pastejo da Caatinga, não sendo suplementado por rações. Os moradores possuem também pequenas criações individuais de gado, e o açude, além de suprir as necessidades de água durante o período da seca, fornece peixes como cará, bodó, traíra e piaba (CORDEIRO, 2005).

Predominam na região os solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, mas, no assentamento, os solos, em geral, são pouco profundos e ocorrem vários afloramentos de rocha. Nas áreas próximas ao Rio Mundaú, ocorrem solos aluviais (CORDEIRO, 2005).

As áreas amostradas por ocasião da realização da atividade no assentamento, incluindo a área do roçado, possuem textura média, com teores da areia variando de 51 % a 72 %, 18 % a 35 % de silte e 10 % a 16 % de areia. Deficiência de fósforo (P), boro (B), zinco (Zn) e cobre (Cu) aparecem como as principais limitações nutricionais das áreas, sendo que todas apresentaram teores muito baixos de P e baixos dos micronutrientes. Teores altos de ferro (Fe) e manganês (Mn) também foram observados em todas as áreas, que apresentaram também teores médios de matéria orgânica.

Com relação ao manejo do solo, para a abertura de áreas para o roçado, a caatinga é derrubada, num processo denominado “broca”, e queimada em seguida. As áreas são então gradeadas e plantadas, sendo utilizadas por até 2 anos, permanecendo em pousio pelos quatro anos seguintes, antes de passar por nova “broca” (CORDEIRO, 2005). Há também o hábito de plantio no topo da serra, onde nasce o rio, pela disponibilidade de umidade. A queimada é feita nessas áreas também, que são cultivadas por 1 a 2 anos, a partir de quando mudam para

outra área, promovendo a queimada da serra (CORDEIRO, 2005). Durante a entrevista, observou-se discordância entre os agricultores sobre a prática das queimadas, sua necessidade, seus possíveis benefícios e suas alternativas. O embate se deu entre moradores mais jovens (totalmente partidários de práticas alternativas às queimadas) e outros mais idosos (alguns defensores das queimadas).

Nenhum dos agricultores havia feito análise de solo das suas áreas antes, tampouco utilizam fertilizantes e corretivos. As sementes e manivas são retiradas das próprias lavouras e armazenadas para os plantios seguintes. Com relação aos equipamentos e infra-estrutura, a associação possui um trator que é utilizado para gradear, sendo o restante do trabalho feito manualmente. Existem também equipamentos para irrigação e uma casa de farinha, com duas unidades (2 fornos, 2 prensas e 1 motor), sendo que apenas uma unidade está em funcionamento. A “farinhada” é uma atividade quase que exclusiva das mulheres, que a desempenham de junho a novembro.

## **Atividade de campo**

As observações de campo foram precedidas de uma palestra para os membros da comunidade, em que foram abordados conceitos de agroecossistemas e agricultura sustentável, dimensões ecológica, social e econômica da sustentabilidade, indicadores de sustentabilidade e suas características, finalizando com a explanação sobre as metodologias e seu detalhamento por meio de exemplos e da apresentação do roteiro a ser seguido nas atividades de campo.

Cerca de 100 pessoas estiveram presentes à palestra inicial, entre assentados do Mulungu e comunidades vizinhas, técnicos da Concrab e Incra (Fig. 2). Entre 60 e 70 pessoas participaram da atividade prática, sendo que os participantes foram divididos em grupos liderados pelas pesquisadoras Cynthia Torres e Mariane Vidal, da Embrapa; técnicos que já haviam realizado o treinamento; e pessoas da comunidade que demonstraram interesse e maior compreensão da atividade.



**Fig. 2.** Palestra inicial proferida no Assentamento Mulungu antes das atividades de campo.

O subsistema ou lavoura escolhida foi uma lavoura de feijão-de-corda (macassar ou caupi), consorciado com abóbora e mandioca, que encontra-se na área coletiva do assentamento, em uma área não irrigada, onde parte das atividades do projeto está sendo conduzida.

No início da atividade, os possíveis indicadores-padrão das duas listas (Tabelas 1 e 2) foram apresentados e a comunidade escolheu quais os indicadores a serem determinados. Técnicos e agricultores avaliaram, participativamente, a pertinência das escolhas feitas, quando alguns indicadores foram suprimidos em função de características específicas da comunidade ou da área, considerando a opinião dos agricultores e suas justificativas (Fig. 3).



**Fig. 3.** Área coletiva do assentamento destinada à condução das atividades de campo.

Foram escolhidos 9 indicadores de sanidade dos cultivos (aparência geral da cultura; crescimento das plantas; incidência de doenças; incidência de insetos e pragas; abundância e diversidade de inimigos naturais; competição e supressão por plantas espontâneas; diversidade de vegetação; vegetação natural circundante e desenho agroecológico) e 10 de qualidade de solo (estrutura; compactação; profundidade do solo; estado de resíduos; cor, odor e matéria orgânica; retenção de água; cobertura do solo; erosão; presença de invertebrados e atividade microbiológica). Todos esses indicadores tiveram suas características e conceitos reforçados antes do início e durante a atividade de campo.

Em virtude do número de participantes, grupos de 5 a 7 pessoas foram formados, e as notas atribuídas aos indicadores no campo foram registradas pelo participante designado como monitor do grupo (Fig. 4, 5 e 6). De posse das notas atribuídas a cada indicador por cada um dos grupos, tabelas foram confeccionadas e as médias para cada indicador foram calculadas. A partir dessas médias, os gráficos em formato de radar ou ameiba foram plotados, representando o estado de cada indicador. No presente caso, determinou-se o que chamamos de “tempo zero”, ou seja, o estado atual da área no momento inicial das atividades do projeto. Essas características estão sendo monitoradas temporariamente no decorrer do projeto.



**Fig. 4.** Detalhamento da metodologia e dos conceitos antes do início da avaliação de campo.



**Fig. 5.** Participantes da atividade de campo.



**Fig. 6.** Grupos executando as atividades de campo e membros da comunidade reunidos para a aplicação do questionário e entrevista.

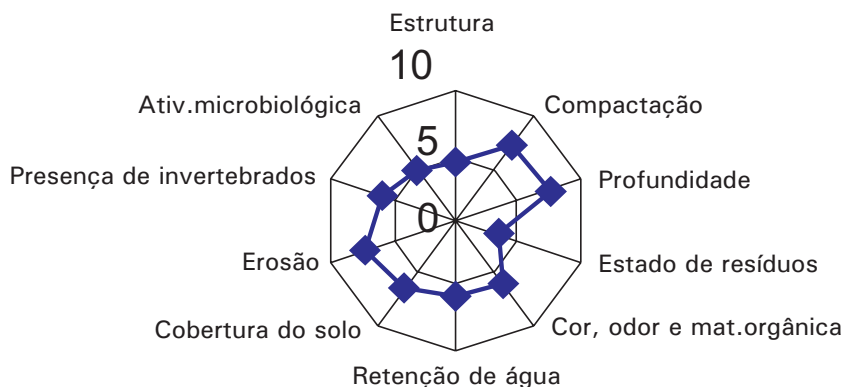
## Resultados Obtidos e Perspectivas Futuras

A média dos valores atribuídos pelos grupos de avaliadores para os indicadores de qualidade de solo e sanidade dos cultivos está apresentada na Tabela 3. Logo a seguir, esses resultados são representados nos gráficos em formato de ameba ou radar.

**Tabela 3.** Média dos valores atribuídos para os indicadores de solo e cultivos no Assentamento Mulungu, CE. Média de 10 notas. Maio de 2005.

	Indicadores	Valor médio
Sanidade dos cultivos	Aparência	6,1
	Crescimento das plantas	6,2
	Doenças	5,5
	Insetos e pragas	6,4
	Inimigos naturais	7,4
	Plantas espontâneas	7,0
	Diversidade de vegetação	6,5
	Vegetação natural	8,6
	Desenho agroecológico	7,7
	Média para sanidade dos cultivos	6,8
Qualidade do solo	Estrutura	4,5
	Compactação	7,1
	Profundidade	7,3
	Estado de resíduos	3,6
	Cor, odor e matéria orgânica	6,0
	Retenção de água	5,9
	Cobertura do solo	6,4
	Erosão	7,0
	Presença de invertebrados	5,8
	Atividade microbológica	5,0
	Média para qualidade do solo	5,9

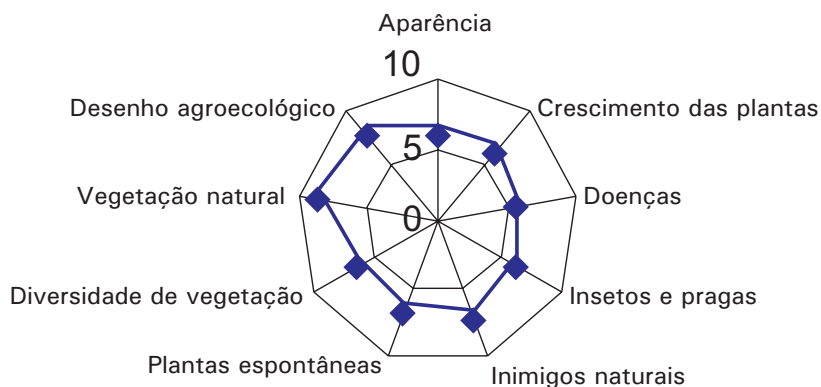
O diagrama de qualidade de solo (Fig. 7) evidenciou deficiência na estruturação do solo, com a presença de poucos agregados visíveis, sendo estes frágeis e facilmente esboroáveis à pressão dos dedos. O valor médio para esse indicador, fornecido pela média das notas atribuídas a campo pelos agricultores, foi 4,5, ou seja, abaixo do valor limite 5, o que indica a necessidade de alguma intervenção para a melhoria do seu desempenho. Verificaram-se também limitações na atividade biológica, tanto pela escassez de elementos da fauna – nota média de 5,8 para presença de invertebrados –, como pela baixa atividade microbiológica, determinada pela efervescência resultante da adição de água oxigenada a amostras de solo (nota média de 5,0) e para o estado de decomposição dos resíduos, que recebeu nota média de 3,6, indicando quantidade significativa de resíduos com lenta decomposição. As limitações observadas se inter-relacionam (decomposição de resíduos e atividade biológica) e (ou) são confirmadas por análises de laboratório: relação entre a agregação do solo e a classe textural (textura média, com 72 % de areia) e teores de matéria orgânica (1,6 dag.kg<sup>-1</sup>).



**Fig. 7.** Representação esquemática dos indicadores de qualidade de solo da área do feijão-de-corda no Assentamento Mulungu.

Essas observações serão traduzidas para práticas específicas que otimizem, entre outros processos agroecológicos, aqueles relacionados com o aumento do teor de matéria orgânica e melhoria da estruturação e atividade biológica do solo.

Já o gráfico correspondente à sanidade dos cultivos (Fig. 8) indicou crescimento menos vigoroso das plantas, alguns sinais de clorose e incidência de doenças. As médias das notas atribuídas foram pouco acima do valor moderado 5. Mais uma vez as deficiências observadas permitiram certa associação e relação com processos do agroecossistema.



**Fig. 8.** Representação esquemática dos indicadores de sanidade dos cultivos da área do feijão de corda no Assentamento Mulungu.

Essa atividade, que vem sendo repetida periodicamente, permitiu que os agricultores avaliassem o sistema e as propriedades que se destacaram e identificassem os processos e interações biológicas responsáveis pelo seu desempenho (Fig.9). Isso se deve à verificação visual dos processos e à possibilidade de eles mesmos realizarem os testes ou as experiências no campo, subsidiados pela base teórica exaustivamente repetida pelos técnicos responsáveis pela condução da atividade. As observações e as práticas simples envolvidas nessa metodologia despertam a curiosidade e facilitam a aprendizagem, fazendo com que a atividade de campo, além de caracterizar o estado atual de cada indicador, se apresente como estratégia e excelente forma de capacitação em agroecologia, introduzindo os conceitos de cada atributo e suas implicações para a sustentabilidade do agroecossistema, definida, de forma bastante simples, como um conjunto de pré-requisitos agroecológicos que devem ser satisfeitos.



**Fig. 9.** Restituição e discussão dos resultados com os agricultores do Assentamento Mulungu.

## Considerações Finais

A atividade vem sendo realizada em assentamentos-pólo de condução de projetos que têm como objetivo principal o manejo da agrobiodiversidade dentro de princípios agroecológicos, e que visam testá-la como um mecanismo de avaliação e monitoramento do manejo dos agroecossistemas. Essa metodologia nos pareceu adequada, primeiro, pela abordagem participativa, e, segundo, porque se baseia em duas características básicas que devem estar presentes nas atividades agrícolas para se buscar a sustentabilidade das mesmas: a diversificação dos sistemas e um solo rico em matéria orgânica e biologicamente ativo.

Trata-se de uma atividade dinâmica e participativa que permite a troca de conhecimentos, impressões e percepções entre os agricultores e técnicos envolvidos. Embora a metodologia apresentada seja ainda uma ferramenta bastante preliminar, necessitando ser melhorada e ajustada, ela vem suprir uma lacuna em uma área de conhecimento onde várias metodologias propondo listas de indicadores para estimar a produtividade, estabilidade, resiliência e adaptabilidade

de agroecossistemas já foram apresentadas (MASERA et al., 1999), mas poucas delas permitem que os agricultores sejam os principais condutores do processo de avaliação, usando poucos indicadores simples para observar rapidamente o estado dos seus agroecossistemas.

Nesse sentido, concordamos com Nicholls et al. (2004) que a metodologia apresentada é um passo na direção de permitir que os próprios agricultores possam observar seus sistemas de forma rápida e tomar decisões direcionadas à melhoria dos atributos que estão insatisfatórios, melhorando as funções do agroecossistema como um todo. Permite também que eles percebam e concluam sobre o nível de sustentabilidade da propriedade, sua evolução no tempo e a comparação entre propriedades sob diferentes sistemas de manejo, identificando quais os sistemas mais saudáveis e a razão de funcionarem melhor.

Trata-se, realmente, de uma metodologia aplicável a diferentes agroecossistemas em vários contextos geográficos e socioeconômicos, conforme também observaram Altieri e Nicholls (2002) em cafezais na Colômbia e Nicholls et al. (2004) em vinhedos na Califórnia.

Além desses relevantes aspectos, verificamos, desde as primeiras aplicações dessa metodologia em nossas atividades práticas, o potencial da mesma para a capacitação dos agricultores em conceitos e premissas da agroecologia e em pré-requisitos ou atributos básicos dos agroecossistemas que devem ser melhorados e (ou) conservados, de modo a se manter produtivos ao mesmo tempo em que os recursos naturais podem ser conservados. Paralelamente, a atividade fornece um caminho natural para a planificação das unidades de produção, baseado na percepção das deficiências dos sistemas, nas necessidades dos agricultores, no uso efetivo dos recursos naturais locais e no planejamento das sucessões de plantios e combinações entre animais e plantações.

O potencial de capacitação e de planejamento deve ser considerado ao avaliar e empregar esse método, apesar de a atribuição das notas poder

contar com certo grau de tendenciosidade e subjetividade, conforme alertam Berbara et al. (2004).

Por fim, através de práticas como essa, os agricultores se tornam capazes de estabelecer relações funcionais entre os variados componentes da propriedade, percebendo que o bom funcionamento de determinadas características acarreta no bom funcionamento de outras. Tornam-se capazes também de verificar que esses sinergismos e interações são responsáveis pelo bom desempenho do sistema, observando, por exemplo, que sistemas mais diversificados possuem uma maior resistência a pragas e enfermidades em razão dos mais altos níveis de biodiversidade, que, por sua vez, conduzem a uma maior capacidade de reciclagem e aproveitamento dos nutrientes e a um solo rico em matéria orgânica e atividade biológica. A percepção de que esses sinergismos garantem a fertilidade do solo, a proteção das culturas e a produtividade das lavouras, tornando-as saudável, é de uma importância inestimável e leva à compreensão do conceito de sustentabilidade dos agroecossistemas: aquele que garante uma produção estável, de qualidade, rentável, pouco dependente de insumos externos – de modo a reduzir os custos de produção –, além de conservar os recursos naturais das propriedades, tais como o solo, a água e a biodiversidade.

## Referências

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

ALTIERI, M. A. O papel ecológico da biodiversidade em agroecossistemas: alternativas.

Cadernos de Agroecologia: biodiversidade, Rio de Janeiro, p. 1-6, 1994.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 1998. 110 p. (Síntese Universitária, 54).

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002. 592 p.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, v. 64, p. 17-24, 2002.

BERBARA, R. L.; ALFARO-VILLATORO, M. A.; MEDINA, B. Y.; SAGGIN JR., O. Avaliação da sustentabilidade do solo na cultura de café sob manejo agroflorestal mediante metodologia baseada no uso de indicadores de qualidade de solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA, 5., 2004, Lages. **Fertibio 2004**. Lages: SBSC, 2004. 1 CD-ROM.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças**. Francisco Beltrão: ASSESSOAR, 1999. 153 p.

CORDEIRO, A. **Relatório do diagnóstico dos locais de implementação do projeto 4: manejo sustentável da agrobiodiversidade nos biomas cerrado e caatinga**. Brasília, DF: Programa Biodiversidade Brasil Itália, 2005. 73 p.

MASSERA, O.; ASTIER, M.; LOPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. Mexico, DF: Mundiprensa: GIRA: UNAM, 1999.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; SÁNCHEZ, E. J. **Manual práctico de control biológico para una agricultura sustentable**. Barcelona: Asociación Vida sana; Valencia: Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 1999. 86 p.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; DEZANET, A.; LANA, M.; FEISTAUER, D.; OURIQUES, M. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, n. 250, p. 33-40, 2004.

RICCI, M. S. F.; ARAÚJO, M. C. F. A.; FRANCH, C. M. C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101 p.

USDA-NRCS. **Maryland soil quality assessment book**. Maryland: Soil Quality Institute, 1998.

# Agroecosystems Management Participatory Evaluation and Knowledge Formation in Agroecology Using Quick and Easy Sustainability Indicators

---

## Abstract

*The present paper has by objective present, in details, with an theoretical approach and a study of case, a rapid and easy comprehension methodology that must be used by farmers to access their agroecosystem sustainability, by the way of indicators that describe the situation of soil and crop health essentials attributes to maintain field productivity. This methodology, developed by California's University researchers, is considered a preliminary attempt that is being improved and adapted for several geographical, biophysics and socioeconomic contexts and particular situations of farmers or communities involved. Values are assigned (varying from 1 to 5 and 5 to 10) in field by farmers to characteristics of soil quality (as structure, compaction, depth, residues, color, odor and organic matter, moisture level, soil cover, erosion, invertebrate and microbiological activity) and of crop health (as crop appearance and growth, disease and pest incidence, natural enemies diversity, potential of yield, vegetation diversity, natural surrounding vegetation and agroecological design), graphics "amoeba-type" are plotted. This graphics allows more easily visualization of the general status of soil quality and crop health attributes, and values lower than 5 in soil quality or crop health are considered below the sustainability, when rectifying measures should be taken to improve the low indicators. All of these procedures, since field evaluation to definition of corrective measures are discussed and introduced on participative way, after discussion between farmers and technicals.*

*Index terms: participatory methodology, agroecological management, sustainability strategiesfeeding.*