

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO DE UM AGROECOSSISTEMA DE CAFÉ POR MEIO DE INDICADORES DE FÁCIL DETERMINAÇÃO**

***Michelle Machado Rigo<sup>1</sup>, Victor Maurício da Silva<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>Mestrandos em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias - UFES / Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal; Cx Postal 16, CEP 29500-000, Alegre-ES. E-mail: michelle.rigo@gmail.com

**Resumo-** O objetivo do presente trabalho foi realizar um diagnóstico do solo de um agroecossistema de café em uma propriedade rural de base familiar por meio de indicadores de fácil entendimento e aplicação. A metodologia empregada, denominada “Sistema de avaliação rápida da qualidade do solo e sanidade dos cultivos”, foi adaptada para as condições locais. Foi utilizada uma listagem de indicadores-padrões para os atributos de solo com respectivos limites de notas. Foi avaliada a resistência do solo à penetração objetivando estabelecer o grau de limitação ao crescimento radicular. Os indicadores “matéria orgânica leve”, “manejo do mato” e “estrutura do solo” foram indicadores que apresentaram notas elevadas, com valores de 8, 9 e 8. O solo do agroecossistema possui fertilidade baixa, o que resultou em nota baixa para esse indicador, com valor 4. No teste de resistência do solo à penetração ficou claro que existe pouca limitação ao crescimento radicular para as duas profundidades avaliadas (0-20 e 20-40 cm). O estudo demonstra que o emprego de indicadores de solo fáceis e rápidos é uma técnica alternativa para corroborar com análises de laboratório na avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, agroecossistema, indicadores de solo

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias: Agronomia

### **Introdução**

A sustentabilidade de um agroecossistema depende de práticas de manejo que levem a otimização da disponibilidade e equilíbrio no fluxo de nutrientes, proteção do solo e preservação da biodiversidade, resultando em sistemas agrícolas complexos onde as interações e sinergismos melhoram a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas.

Vários indicadores vem sendo utilizados para a caracterização e monitoramento de agroecossistemas, mas poucos métodos são de fácil manipulação (ALTIERI;NICHOLLS, 2002).

Em geral, um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade e tem como principal característica a de poder sintetizar conjuntos de informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados

Segundo SCHOENHOLTZ et al. (2000) o conceito de qualidade do solo envolve a avaliação das propriedades e dos processos que nele ocorrem e que permitem que o mesmo funcione efetivamente como um componente saudável do ecossistema.

Nos agroecossistemas de café e em outros sistemas agrícolas, avaliar a qualidade do solo se refere a monitorar ou medir sua condição atual e potencial através de indicadores. O solo é

complexo e de natureza dinâmica, portanto medir a qualidade e a sustentabilidade de um agroecossistema não é tarefa fácil pelas numerosas propriedades do solo e do estado fitossanitário da cultura que poderiam ser utilizadas como indicadores (ALTIERI, 2002). Assim, Altieri e Nicholls (2002) desenvolveram uma metodologia de baixo custo que permite medir a sustentabilidade em cafezais.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi realizar um diagnóstico do solo de um agroecossistema de café em uma propriedade rural de base familiar, por meio de indicadores de fácil entendimento e aplicação.

## Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido no mês de junho de 2010 em uma propriedade rural de base familiar, localizada no distrito de Celina, Alegre – ES, cuja principal atividade econômica é a cafeicultura.

De acordo com a classificação Köppen o clima predominante na região é quente e úmido no verão e inverno seco, a temperatura média anual é de 23° C. O relevo predominante é montanhoso. A propriedade abrange uma área total de 7,2 ha. A área com café a pleno sol é de 1,45 ha.

A metodologia empregada, “Sistema de avaliação rápida da qualidade do solo e sanidade dos cultivos”, proposta por Altieri e Nicholls (2002), foi adaptada para as condições locais. Foi utilizada uma listagem de indicadores-padrões para os atributos de solo com respectivos limites de notas. Os indicadores que constavam nesta listagem estão representados na tabela 1.

De posse da tabela-padrão, os indicadores foram avaliados no campo através da atribuição de notas conforme as características do solo e segundo os atributos observados para cada indicador.

Após a construção da tabela de notas, gráfico em forma de radar foi plotado, de modo a facilitar a visualização dos indicadores individualmente, ao mesmo tempo em que permite a observação do padrão geral. Nesses gráficos, os valores foram plotados e os pontos ligados, mostrando que quanto mais próximo estiver da borda do círculo (próximo a nota 10), mais sustentável é o sistema.

Além dos indicadores descritos acima, também foi avaliada a resistência do solo à penetração objetivando estabelecer o grau de limitação ao crescimento radicular. Para isso, foi utilizado um vergalhão (graduado de 0-20 e 20-40 cm) e uma pedra com seus respectivos pesos conhecidos. O vergalhão foi adentrado no solo com impactos da pedra solta a uma altura de 25 cm. Primeiro foi

feito este processo para a profundidade de 0 a 20 cm, e depois para 20 a 40 cm. Para ambas as profundidades, foram registrados os impactos necessários para a penetração do vergalhão no solo. Posteriormente, os dados brutos foram transformados através de fórmulas em dados de força (MPa) que representam a resistência do solo à penetração. Em seguida, comparou-se a resistência do solo à penetração com a tabela específica adaptada de Canarache (1990) (tabela 2).

O solo da área do cafezal também foi amostrado para as análises química segundo Embrapa (1997) (tabela 3).

Tabela 1 – Indicadores de solo com respectivos limites de notas utilizados para avaliação da qualidade do solo.

Indicador	Valor estabelecido	Característica observada
Plantas indicadoras	0-5	Plantas que indicam solos ácidos, baixa fertilidade, compactado
	5-8	Plantas que indicam solos com fertilidade média
	8-10	Plantas que indicam solos com boa fertilidade
Profundidade do Horizonte A	0-5	< 10 centímetros
	5-8	10-20 centímetros
	8-10	> 20 centímetros
Erosão	0-5	Erosão severa, clara percepção de escoamento ou presença de sulcos
	5-8	Erosão difícil de observar, escoamento não cria sulcos
	8-10	Sem sinais visíveis de erosão
Atividade biológica	0-5	Sem sinais da presença de minhocas e/ou artrópodes
	5-8	Presença de algumas minhocas e/ou artrópodes
	8-10	Abundância de minhoca e/ou artrópodes
Atividade microbiológica	0-5	Nenhuma ou baixa efervescência do solo com aplicação de água oxigenada
	5-8	Média efervescência do solo com aplicação de água oxigenada
	8-10	Elevada efervescência do solo com aplicação de água oxigenada

Diversidade de plantas cultivadas	0-5 5-8 8-10	Monocultivo. Consortio com até 3-4 espécies/ou 1-2 espécie de árvores <b>Alta diversidade de espécies e/ou árvores</b>
Cor, odor e teor de matéria orgânica	0-5 5-8 8-10	Coloração clara, odor desagradável, teor baixo de matéria orgânica Coloração mais escura, ou sem odor marcante médio teor de matéria orgânica <b>Coloração escura, com odor de terra fresca, muita matéria orgânica</b>
Manta orgânica	0-5 5-8 8-10	Não enche a mão ao juntar a serrapilheira Enche a mão mais não sobra <b>Enche a mão e sobra</b>
Estado dos restos vegetais e cobertura do solo	0-5 5-8 8-10	Solo pouco coberto, pouca ou nenhuma palha, sem sinais de decomposição Fina camada de palha, cobertura do solo acima de 50% <b>Solo bem coberto, restos vegetais em diferentes estágios de decomposição</b>
Matéria orgânica leve	0-5 5-8 8-10	Muito pouca matéria orgânica bóia no teste do copo (Fio na beira) Alguma matéria orgânica bóia no teste do copo (superfície quase toda coberta) <b>Muita matéria orgânica bóia no teste do copo (superfície toda coberta)</b>
Profundidade da camada escura	0-5 5-8 8-10	0 - 5 cm 5 - 15 cm <b>&gt; 15 cm</b>
Análise de solo	0-5 5-8 8-10	Baixa fertilidade Média fertilidade <b>Alta</b>
Manejo do mato	0-5 5-8 8-10	Sem manejo (mato a vontade) ou solo sempre limpo (descoberto) Roçadas ou capinas insuficientes <b>Roçadas seletivas ou não com solo protegido</b>
Estrutura	0-5 5-8 8-10	Solo poento desestruturado (sem grânulos ou parece pó) Estrutura fraca desmancha facilmente sob pressão dos dedos <b>Bem estruturado, não desmancha facilmente</b>
Retenção de água	0-5 5-8 8-10	100mL de solo do funil retém menos que 30mL de água de 100mL aplicados 100mL de solo do funil retém 30-35mL de água de 100mL aplicados <b>100mL de solo do funil retém mais que 50mL de água de 100mL aplicados</b>
Impedimentos físicos à velocidade da água	0-5 5-8 8-10	Nenhum Apenas camada de folhas (serrapilheira) <b>Serrapilheira e galhos</b>

Tabela 2. Limites de classes de resistência de solos à penetração e graus de limitação ao crescimento das raízes (adaptado de Canarache, 1990).

CLASSES	LIMITES	LIMITAÇÕES AO CRESCIMENTO DAS RAÍZES
	MPa	
Muito baixa	< 1,1	Sem limitação
Baixa	1,1 a 2,5	Pouca limitação
média	2,6 a 5,0	Algumas limitações
Alta	5,1 a 10,0	Sérias limitações
Muito alta	10,1 a 15,0	Raízes praticamente não crescem
Extremamente alta	> 15,0	Raízes não crescem

Tabela 3- Caracterização química de amostras de solo coletadas em três profundidades.

Amostra	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al		S	T	V
							H+Al	cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			
			mg.dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>					
0 - 20cm	5,2	3	21	0	1,6	0,3	0,6	8,6	1,96	10,54	18,6
20 - 40 cm	5,1	3	22	0	1,5	0,3	0,5	8	1,9	10	19,2
40 - 60 cm	4,3	1,3	23	0	0	0,6	0,8	6,3	0,7	6,9	10

## Resultados

Na tabela 4 encontram-se as notas atribuídas a cada uma das propriedades do solo utilizadas como indicadores de sua qualidade.

Tabela 4 - Valor atribuído aos indicadores de qualidade do solo no agroecossistema de café arábica avaliado no distrito de Celina, Alegre - ES.

Indicadores	Agroecossistema de Café Arábica	
	NOTA (0 - 10)	
1. Plantas Indicadoras	4	
2. Profundidade do horizonte A	6	
3. Erosão	6	
4. Atividade biológica	7	
5. Atividade microbiológica	7	
6. Diversidade de plantas cultivadas	5	
7. Cor, odor e teor de MO	5	
8. Manta orgânica	6	
9. Estado dos restos vegetais e cobertura do solo	6	
10. Matéria orgânica leve	8	
11. Profundidade da camada escura	7	
12. Análise do solo	4	
13. Manejo do mato	9	
14. Estrutura	8	
15. Retenção de água	3	
16. Impedimentos físicos à velocidade da água	8	

A avaliação da qualidade do solo é observada de forma mais nítida através de um gráfico tipo “radar”. A Figura 1 representa os indicadores de qualidade do solo do agroecossistema de café arábica de acordo com os dados apresentados na tabela 4.

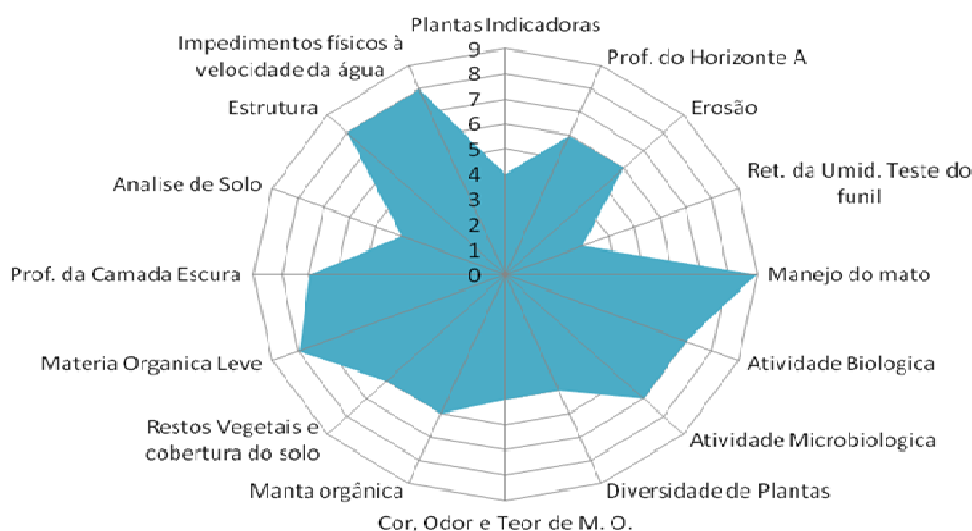


Figura 1. Representação esquemática dos indicadores de qualidade de solo do agroecossistema café.

Em sequência, nas figuras 2 e 3 são apresentados os impactos necessários para penetração do vergalhão e a resistência do solo à penetração para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

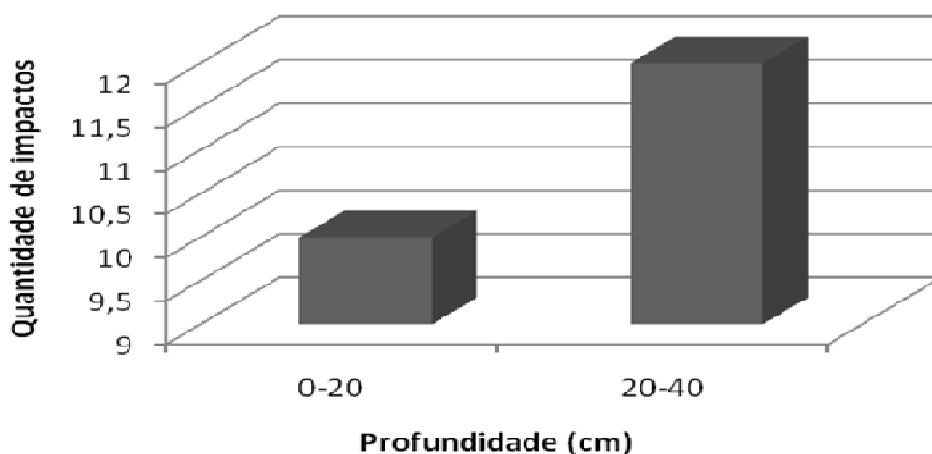


Figura 2. Impactos necessários para a penetração do vergalhão no solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

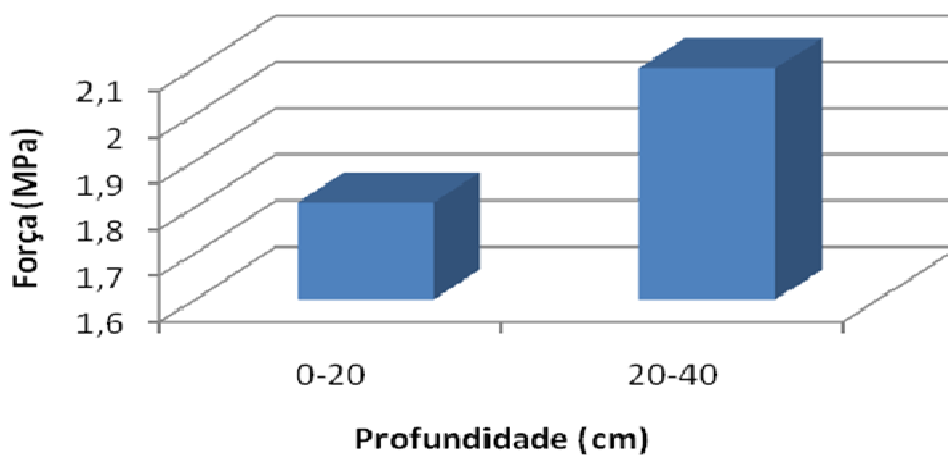


Figura 3. Resistência do solo à penetração para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm.

### Discussão

Na tabela 4 e figura 1, observa-se que “matéria orgânica leve”, “manejo do mato” e “estrutura do solo” foram indicadores que apresentaram notas elevadas, com valores de 8, 9 e 8, respectivamente.

A alta nota do indicador “matéria orgânica leve” pode ser atribuída ao manejo adotado pelo agricultor, onde parte da palha proveniente do beneficiamento do café retorna para a lavoura, favorecendo os teores de matéria orgânica do solo

.Todavia, a nota alta de “manejo do mato” (nota 9), pode ser atribuída a manutenção das plantas espontâneas nas entrelinhas do café, o que favorece a proteção do solo. O manejo do mato adotado pelo agricultor é a roçada seletiva, com eventuais dessecamentos com herbicida (informações repassadas pelo agricultor).

A nota 8 do indicador “estrutura do solo” foi atribuída devido o solo se mostrar visivelmente bem estruturado, não desmanchando facilmente ao toque com as mãos. Isso pode ser atribuído a manutenção da matéria orgânica do solo, através

do manejo adotado, onde parte da palha do beneficiamento do café retorna para a lavoura (como citado anteriormente). Além disso, devido a propriedade se localizar a uma altitude relativamente elevada (de aproximadamente 610 m), isso favorece a manutenção da matéria orgânica do solo, devido a manutenção de temperaturas baixas no decorrer do ano o que indiretamente reduz as taxas de decomposição, pois a atividade microbiológica também é menor.

O teste de retenção de água demonstrou que o solo reteve menos de 30 ml da água aplicada, resultando na menor nota para o indicador “retenção de água” (valor 3) (tabela 4 e figura 1). Ressalta-se que o teste foi realizado com amostra deformada de solo, ou seja, com sua estrutura destruída. Resultado diferente poderia ser obtido se o teste tivesse sido realizado com amostra indeformada (natural) de solo. Neste caso, se esperaria que o mesmo retivesse mais água.

De acordo com a análise de solo (tabela 3), em geral, o solo do agroecossistema possui fertilidade baixa, o que resultou em nota baixa para esse indicador, com valor 4 (tabela 4 e figura 1). A análise de solo demonstra níveis de fertilidade semelhante para as profundidades de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm (tabela 3). Os valores de pH do solo destas amostras se enquadram dentro da classe de média acidez ativa. Os resultados para os teores de fósforo, potássio e magnésio se enquadram dentro da faixa de baixo valor deste nutriente no solo, enquanto que os valores de cálcio e alumínio no solo são considerados médios. Os valores de H+Al são considerados elevados e os valores de soma de bases, capacidade de trocas de cátions e saturação por bases estão abaixo da faixa considerada média para estas variáveis.

No teste de resistência do solo à penetração (figuras 2 e 3), quando se compara os resultados obtidos com a tabela de limites de classes de resistência (tabela 1), ficou claro que existe pouca limitação ao crescimento radicular para as duas profundidades avaliadas. Isso pode ser atribuída a pouca mecanização pesada utilizada nos tratamentos culturais (justificada também pela declividade acentuada do terreno), o que minimiza o problema da compactação do solo.

### Conclusão

A alta nota do indicador “matéria orgânica leve” (valor 8) é atribuída ao manejo adotado pelo agricultor, pois parte da palha proveniente do beneficiamento do café retorna para a lavoura;

A nota 8 do indicador “estrutura do solo” é atribuída devido o solo se mostrar visivelmente bem estruturado, não desmanchando facilmente ao toque com as mãos;

O solo do agroecossistema possui fertilidade baixa, o que resulta em nota baixa para esse indicador (valor 4);

Existe pouca limitação ao crescimento radicular para as duas profundidades avaliadas;

O estudo demonstra que o emprego de indicadores de solo fáceis e rápidos é uma técnica alternativa para corroborar com análises de laboratório na avaliação da sustentabilidade de agroecossistemas.

### Referências

- ALTIERI, M. A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 93, n. 1-3, p. 1-24, 2002.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Turrialba, n. 64, p.17-24, 2002.
- SCHOENHOLTZ, S. H.; VAN MIEGROET, H.; BURGER, J. A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 138, n. 1-3, p. 335-356, 2000.