



ASPECTOS FÍSICOS DA QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES USOS NO PLATÔ DE IRECÊ, BAHIA ⁽¹⁾

Cesar Oswaldo Arevalo-Hernandez⁽²⁾; Arlicelio Queiroz Paiva⁽³⁾; Luciano da Silva Souza⁽⁴⁾; Elpídio Inácio Fernandes Filho⁽⁵⁾, Laércio Duarte Souza⁽⁶⁾, Carlos Ernesto G. R. Schaefer⁽⁵⁾, Liovando Marciano da Costa⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPQ e Banco do Nordeste do Brasil

⁽²⁾ Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 45.662-900, e-mail: cesar.arevaloh@gmail.com ⁽³⁾ Professor, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA ⁽⁴⁾ Professor, Departamento de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA ⁽⁵⁾ Departamento de Solos da UFV, Viçosa-MG ⁽⁶⁾ Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

RESUMO:

Grandes impactos ambientais produto do avanço de áreas agrícolas tem provocado um decréscimo na qualidade do solo que indica relações entre o manejo do solo e sustentabilidade agrícola, sendo importante na prevenção de degradação de ecossistemas. O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade física do solo sob diferentes usos no Platô de Irecê, Bahia. As coletas de amostras de solos, deformadas e indeformadas, foram realizadas nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m, em áreas com usos de Caatinga, agricultura de sequeiro e irrigado. Foram feitas análises granulométricas, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, macro e micro porosidade, condutividade hidráulica saturada, curva característica de água do solo e análise de agregados. De forma geral, os atributos físicos foram afetados por a área em estudo. Observou-se uma tendência de aumento da densidade do solo nas áreas de agricultura irrigada e sequeiro em relação à caatinga. O IQS obtido a partir das análises estatísticas permite distinguir ambientes sob diferentes usos, podendo ser utilizado não somente para atributos físicos, mas para atributos de forma geral. A área da caatinga foi a que apresentou melhor qualidade do solo em comparação com a área irrigada e em sequeiro.

Termos de indexação: Caatinga, Agricultura irrigada, Agricultura de sequeiro.

INTRODUÇÃO

O Platô de Irecê está localizado em uma região semiárida do Centro Norte do Estado da Bahia e possui solos desenvolvidos de rochas calcárias. A alta fertilidade natural dos solos do Platô de Irecê contribuiu para que essa região se tornasse uma das áreas agrícolas mais importantes do Nordeste.

O avanço das áreas agrícolas resultou na diminuição da vegetação de Caatinga (Pedreira et al., 1985; Car, 2002). Essa ação resultou em impactos ambientais como a compactação dos solos, a ocorrência de erosão laminar e eólica e a redução do teor de matéria orgânica dos solos (Car, 2002), provocando um decréscimo na qualidade do solo.

A qualidade do solo é definida como a capacidade que o solo tem de exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e humana (Doran & Parkin, 1994). A preocupação com a qualidade do solo iniciou-se com Lal & Pierce (1991) alertando sobre a relação entre o manejo do solo e a sustentabilidade agrícola, devido ao grande número de áreas degradadas.

Para a avaliação da qualidade do solo são propostos indicadores biológicos, físicos e químicos. Os indicadores físicos embora não sejam muito variáveis nas áreas amostradas, em comparação com os indicadores biológicos e químicos, são os que condicionam seu comportamento no solo. Para avaliar integralmente a qualidade do solo, foram desenvolvidos índices de qualidade de solo (IQS), que são importantes para a determinação das mudanças da capacidade de produção e integridade dos ecossistemas, pois avaliam a degradação e estresse ambiental (Dexter, 2004). O cálculo do índice começa na definição dos indicadores, como processos e propriedades do solo que são sensíveis às mudanças por fatores naturais e antrópicos (Doran & Jones, 1996). Os pesos e seleção de indicadores são feitos por experiência ou por meio de métodos matemáticos, usando análise multivariada (Doran & Parkin, 1994; Andrews et al., 2002; Gomez, 2009).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade física do solo sob diferentes



usos no Platô de Irecê, Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

O estudo foi desenvolvido no Município de Lapão, localizado na unidade geoambiental Platô de Irecê, região de Irecê, Bahia. Esse município foi escolhido por representar bem o tipo de exploração agrícola que ocorre em toda região.

As coletas de amostras de solos, deformadas e indeformadas, foram realizadas em um Cambissolo Háplico Ta Eutrófico, de textura argilosa, que ocorre em maior extensão no Platô de Irecê (Paiva, 2010), em áreas sob vegetação de Caatinga, agricultura de sequeiro e agricultura irrigada, nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m.

A análise granulométrica foi realizada com três repetições, pelo método do hidrômetro de Bouyoucos

A densidade do solo (Ds) foi feita pelo método do cilindro volumétrico, com três repetições. Para a densidade de partículas (Dp) foi empregado o método do picnômetro. A porosidade total (Pt), macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) foram estimadas com três repetições e obtidas pelo método da mesa de tensão, conforme preconizado por Oliveira (1968). Para a análise de agregados, as amostras foram passadas em peneira com abertura de malha de 4,76 cm para análise, com três repetições (Embrapa, 2011).

A condutividade hidráulica saturada (K_0) foi determinada em laboratório com cinco repetições, usando amostras com estrutura indeformada, coletadas em cilindros de Uhland, de acordo com Embrapa (2011).

A curva característica de água no solo foi determinada conforme técnica descrita por Richards (1949). Para isso, foram utilizadas amostras indeformadas coletadas em cilindros metálicos, que foram saturadas lentamente por um período de 24 horas, as quais serão submetidas às tensões de -6, -10, -33, -100, -300 e -1.500 kPa, com três repetições

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância, em delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando-se a profundidade como subfator. A comparação entre as médias dos atributos e áreas estudadas foi feita pelo teste de Tukey a 5 %. As análises foram realizadas no software estatístico R (R Development Core Team, 2013).

Determinação do índice de qualidade de solo

Foram estabelecidos indicadores e índices de

qualidade para cada solo localizado nos diferentes relevos, cultivados com agricultura de sequeiro e agricultura irrigada, utilizando-se as áreas de Caatinga para efeito de comparação. A determinação dos indicadores foi feita conforme Doran & Parkin (1994), Qi et al. (2009) e Rahmanipour et al. (2014). A designação de escores para cada indicador foi determinada de acordo com Andrews et al. (2002), Qi et al. (2009) e Rahmanipour et al. (2014), utilizando funções padrão de escores, variando de 0 a 1. A determinação dos pesos de cada indicador foi feita conforme Rahmanipour et al. (2014), os pesos resultaram da relação do valor de comunalidade de cada indicador com a soma de todos os indicadores. Finalmente, o índice de qualidade de solo foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Doran & Parkin (1994):

$$\sum_{i=1}^n = WiNi$$

Onde: W_i = peso de cada indicador e N_i = escore de cada indicador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se uma análise de componentes principais para determinar o número de variáveis a serem utilizadas para a elaboração do índice de qualidade do solo (Tabela 1). Foram selecionadas as variáveis grau de floculação (GF), densidade do solo (DS), relação da umidade gravimétrica a 33 kPa com a porosidade total (U33.PT) e diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) que, em seguida, foram submetidas à análises de comparação de médias por profundidade em função da área de estudo (Tabela 2).

A caatinga apresentou melhores valores para a variável DS nas profundidades de 0-10 e 20-40 cm, em comparação com as áreas de sequeiro e irrigada. Embora tenham sido observados maiores valores numericamente para as demais variáveis, não foram registradas diferenças estatísticas significativas. Apesar da existência de diferenças significativas, todos os valores de DS das zonas se encontraram abaixo do valor de limite crítico de 1,55 kg dm^{-3} , proposto por Reinert & Reichert (1999), indicando boas condições de trocas gasosas e potencial de crescimento de raízes, sem impedimento mecânico.

O grau de floculação de argila foi semelhante em todas as zonas (Tabela 2), com exceção da última camada (40-60 cm) onde a área irrigada mostrou valores superiores. Não obstante, esses valores estão abaixo do ótimo de 50% recomendado por Goedert (2005), indicando que existe uma maior suscetibilidade à erosão destes solos.

O diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) apresentou a tendência de melhor qualidade



do solo para a caatinga em comparação com outros usos, porém não apresentou diferenças significativas. Não obstante, todos os valores de todas as zonas apresentaram valores superiores ao mínimo limite crítico de 0,5 mm proposto por Kiehl (1979), indicando que os solos apresentam baixa erodibilidade, pois o DMP se correlaciona negativamente com a erodibilidade (Albuquerque et al., 2000).

Para a porosidade total a zona de caatinga foi superior em comparação às outras zonas somente na primeira camada do solo (0-10 cm), nas outras profundidades não houve diferenças significativas. Apesar disso, os valores médios obtidos para todas as zonas, encontram-se dentro da faixa recomendada de 30 a 60% (Kiehl, 1979).

Com respeito à umidade gravimétrica na capacidade de campo (33 kPa), observa-se que não existiram diferenças significativas, mas a zona de caatinga apresenta maiores valores numéricos em todas as profundidades, em comparação as outras áreas, indicando maior potencial de reserva de água disponível, o que seria de especial importância na zona semiárida.

Tabela 1. Análise de componentes principais das principais variáveis com respectivo valor, e valores Eigen de cada componente

	C1	C2	C3	C4
Eigenvalor	2,09	1,65	1,22	1,06
Proporção de variância	0,36	0,23	0,12	0,09
Proporção acumulada	0,36	0,59	0,71	0,8
Variáveis (Eigenvector)				
Atotal	-0,28	0,27	0,20	-0,40
Silte	0,18	-0,30		-0,20
GF			0,34	0,78
MA	-0,11	-0,52	0,26	
MI	0,32		-0,45	0,20
DS		0,56		-0,15
U33.PT	0,25	-0,14	-0,59	
CH	-0,10	-0,41		-0,30
DC _{MA}	-0,45		-0,25	
DC _{ME}	0,36	-0,16	0,25	
DC _{MI}	0,41	0,15	0,19	-0,13
DMP	-0,45		-0,25	

*Atotal=Areia total, GF=grau de flocculação, MA= macroporosidade, MI= microporosidade, DS=Densidade do solo, U33.PT= relação entre umidade gravimétrica (33kpa) e porosidade total, CH=condutividade hidráulica saturada, DC_{MA}= Distribuição de classes de macroagregados, DC_{ME}= Distribuição de classes de mesoagregados, DC_{MI}= Distribuição de classes de microagregados, DMP= diâmetro médio ponderado de agregados.

O índice de qualidade do solo foi construído com base nas variáveis apresentadas na Tabela 2, com exceção da PT e Umidade gravimétrica a 33 kPa, pois foi utilizada uma relação entre essas variáveis.

Os valores dos índices de qualidade do solo e a comparação de médias por área de estudo são apresentados na Tabela 3. A área de caatinga mostrou uma melhor qualidade de solo em comparação com os outros usos. Nesse sentido, a tendência é que ocorra modificação do equilíbrio de um ambiente natural, sobretudo, pela retirada da vegetação e exposição do solo, com consequentes perdas de qualidade e quantidade de matéria orgânica (Souza et al., 2006).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as áreas com agricultura irrigada e de sequeiro.

Tabela 2. Comparação de médias das variáveis selecionadas depois da análise de componentes principais, por profundidade e área estudada*

Área	Profundidade (cm)			
	0-10	10-20	20-40	40-60
Densidade do solo, kg dm ⁻³				
Caatinga	1,13 ^a	1,15 ^a	1,16 ^a	1,32 ^{ab}
Irrigado	1,28 ^b	1,25 ^a	1,33 ^b	1,25 ^a
Sequeiro	1,28 ^b	1,27 ^a	1,24 ^{ab}	1,36 ^b
Grau de flocculação, %				
Caatinga	30,04 ^a	35,94 ^a	28,90 ^a	29,97 ^b
Irrigado	24,89 ^a	23,54 ^a	44,47 ^a	63,81 ^a
Sequeiro	34,62 ^a	35,58 ^a	35,58 ^a	36,11 ^b
Diâmetro médio ponderado de agregado, mm				
Caatinga	2,48 ^a	2,35 ^a	1,94 ^a	1,65 ^a
Irrigado	1,42 ^a	1,50 ^a	1,51 ^a	1,60 ^a
Sequeiro	1,58 ^a	1,96 ^a	1,93 ^a	1,96 ^a
Porosidade total, %				
Caatinga	50,58 ^a	50,71 ^a	49,89 ^a	43,48 ^a
Irrigado	44,84 ^b	46,40 ^a	44,63 ^a	46,26 ^a
Sequeiro	43,66 ^b	45,92 ^a	45,26 ^a	40,63 ^a
Umidade gravimétrica a 33 kPa, m ³ m ⁻³				
Caatinga	0,27 ^a	0,27 ^a	0,22 ^a	0,22 ^a
Irrigado	0,21 ^a	0,21 ^a	0,20 ^a	0,20 ^a
Sequeiro	0,21 ^a	0,21 ^a	0,21 ^a	0,19 ^a

*Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.



Tabela 3. Valores médios de índice de qualidade do solo submetido a diferentes usos no Platô de Irecê, Bahia*

Área	IQS (Índice de Qualidade do Solo)
Caatinga	0.34 ^a
Irrigado	0.22 ^b
Sequeiro	0.20 ^b

*Letras diferentes indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

Observou-se uma tendência de aumento da densidade do solo nas áreas de agricultura irrigada e sequeiro em relação à caatinga.

O IQS obtido a partir das análises estatísticas permite distinguir ambientes sob diferentes usos, podendo ser utilizado não somente para atributos físicos, mas para atributos de forma geral.

A área da caatinga foi a que apresentou melhor qualidade do solo em comparação com a área irrigada e em sequeiro.

REFERÊNCIAS

ALBURQUEQUE, J.A.; CASSOL, E.A.; REINERT, D.J. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade de agregados. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Viçosa. 24:141-151. 2000.

ANDREWS, S.S.; KARLEN, D.L.; MITCHELL, J.P. A comparison of soil quality indices methods for vegetable production system in northern California. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90: 25–45. 2002.

CAR. Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (Salvador, BA). **Irecê: perfil regional**; Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável - PDRS. Salvador: 2002. 61 p. (Série Cadernos CAR, 29).

DEXTER, A.R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120:201-214, 2004.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, SSSA, 1994. p.1-20.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. *Manual de métodos de análises de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Recife, 2005. Anais. Recife: SBCS, 2005. CD-ROM.

GÓMEZ, J.A.; ÁLVAREZ, S.; SORIANO, M.A. Development of a soil degradation assessment tool

for organic olive groves in southern Spain. *Catena*, 79:9–17. 2009.

KIEHL, E.J. *Manual de edafologia: Relações solo-planta*. São Paulo: Ceres, 1979. 262p.

LAL, R. & PIERCE, F.J. The vanishing resource. In: LAL, R. & PIERCE, F.J. *Soil management for sustainability*. Ankeny, Soil Water Conservation Society, 1991. p.1-5.

OLIVEIRA, L. B. de. Determinação da macro e microporosidade pela “*mesa de tensão*” em amostras de solo com estruturas indeformadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 3:197-200. 1968.

PEDREIRA, A. J. et al. **Projeto Bacia de Irecê – relatório da etapa I**. Salvador: CPRM, 1985. 93 p.

PAIVA, Q.A. Solos carbonático-fosfáticos do Platô de Irecê, BA: Gênese, Mineralogia e Geoquímica. Tese. Viçosa, Minas Gerais, Universidade Federal de Viçosa, 2010.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013. URL <http://www.R-project.org/>. ISBN 3-900051-07-0.

RAHMANIPOUR, F.; MARZAIOLI, R.; BAHRAMI, H.A.; FEREDOUNI, Z.; BANDARABADI, S.R. Assessment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran. *Ecological indicators*, 40:19-26. 2014.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Modificações físicas em solos manejados sob sistema de plantio direto. In: SIEMBRA DIRECTA: UNA HERRAMIENTA PARA LA AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 1999, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Empasc, 1999. CD-ROM.

RICHARDS, L. A. Methods of measuring moisture tension. *Soil Sci.*, Baltimore, 68:95-112. 1949.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINNO, H.B.; SILVA, C.A.; BUZZETTI, S. Frações de carbono, biomassa e atividade microbiana em um Latosso Vermelho sob Cerrado submetido a diferentes sistemas de manejo e usos do solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, 28: 323-329, 2006.

QI, Y.; DARILEK, J.L.; HUANG, B.; ZHAO, Y.; SUN, W.; GU, Z. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. *Geoderma*, 149:325–334. 2009.