

Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo

Chemical indicators of soil quality for different vegetation cover and management systems

10.17648/2446-4775.2019.759

Costa, Haylla Souza¹; Santos, Talia Sales¹; Cândido, Jeozimarlton Santos¹; Jesus, Lucas Marques¹; Souza, Thiago Arkim Alves¹; Martins, Júlio Cláudio^{1*}.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), Campus Teixeira de Freitas, 882, BR-101, s/n - Zona Rural, CEP: 45985-970, Teixeira de Freitas, BA, Brasil.

*Correspondência: julio.martins@ifbaiano.edu.br.

Resumo

A qualidade dos solos pode ser alterada por eventos naturais ou quando submetidos ao cultivo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades químicas de solos provenientes de diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. Para tanto, amostras de solos, na camada de 10–20 cm de profundidade, foram coletadas em seis áreas com tipos diferentes de cobertura vegetal e sistemas de cultivo para análise de suas propriedades químicas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Verificou-se que os níveis de matéria orgânica (MO) e carbono orgânico (CO) foram maiores nas áreas de remanescente de cultivo agrícola (RCA), mata natural, sistema agroflorestal (SAF) e sistema de cultivo permacultura (SCP). O nível de P foi maior no solo de SCP, enquanto K foi maior no solo de SAF. O pH, Ca, Mg, soma de bases (SB), saturação de bases (V) e de saturação por alumínio (m), de forma geral, tiveram seus melhores índices no solo de SCP. Os resultados encontrados indicam que sistemas de cultivos de base agroecológica e com cobertura vegetal incrementam ou mantêm a fertilidade natural dos solos e, portanto, contribuem para melhoria de sua qualidade.

Palavras-chave: Cultivos agroecológicos. Qualidade do solo. Indicadores de qualidade. Sustentabilidade.

Abstract

The soil quality can be altered by natural events or when submitted to cultivation. Therefore, this study aimed to evaluate the chemical properties of soils from different vegetation cover and management systems. For that, samples of soils, in the 10-20 cm depth layer, were collected in six areas with different types of vegetation cover and cropping systems to analyze their chemical properties. The data were submitted to analysis of variance and the Scott-Knott test at 5% probability. It was verified that organic matter and organic carbon levels were higher in the remaining areas of agricultural crop, natural forest, agroforestry system and permaculture

cultivation system. The P level was higher in soil from permaculture cultivation system, while K was higher in soil from agroforestry system. The soil pH, calcium, magnesium, sum of bases (SB), saturation of bases (V) and saturation by aluminum (m), in general, had their best indexes in soil from permaculture cultivation system. The results indicate that agroecological and vegetation based crop systems increase or maintain the natural fertility of soils and, therefore, contribute to the improvement of their quality.

Keywords: Agroecological farming. Soil quality. Quality Indicators. Sustainability.

Introdução

O solo tem importantes funções na natureza como: na regularização e divisão do fluxo de água no ambiente; na reciclagem e armazenamento de nutrientes e detritos orgânicos; na manutenção da qualidade das águas subterrâneas; habitat para seres vivos; substrato para o desenvolvimento das plantas e degradação de compostos prejudiciais ao ecossistema^[1,2]. Entretanto, quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, os solos tendem a alterar seus atributos devido a substituição de sua cobertura natural pelos mais diversos usos, o que pode afetar sua qualidade, sua capacidade produtiva e a biodiversidade vegetal e animal^[3].

Normalmente, para suprir as alterações negativas na qualidade dos solos são utilizadas práticas convencionais de cultivo como preparo de solo, uso de maquinários e adubação com fertilizantes químicos inorgânicos (adubos minerais). Estes fertilizantes, embora possuam algumas vantagens, podem acarretar problemas de ordem econômica e ambiental^[4].

Uma forma de minimizar o uso de fertilizantes inorgânicos é o aumento ou a manutenção da fertilidade natural dos solos. Isto pode ser alcançado através da adoção de sistemas de cultivos com perfis conservacionistas como os agroecológicos^[5]. Em ambientes de cultivos como os agroflorestais (SAFs) e áreas de matas, a diversidade de espécies nestes ambientes promove a ciclagem de nutrientes retirando-os dos solos para os seus processos metabólicos, mas os retornando para o solo naturalmente, por meio de podas ou senescência de raízes das plantas^[6]. Além disso, em sistemas agroflorestais há o acúmulo de matéria orgânica que é reserva de diversos nutrientes como N, P, K e Mg, que após ser decomposta, recoloca-os à disposição das raízes das plantas^[7]. Dessa forma, os SAFs e a presença de plantas nos sistemas de cultivo têm importante papel na manutenção da fertilidade de solos por fornecer nutrientes através da fixação de nutrientes em suas raízes, da decomposição da biomassa vegetal e por produção de substâncias orgânicas que reduzem a fixação de nutrientes a sítios de ligação com óxidos de ferro e alumínio, os quais tornam estes nutrientes indisponíveis à absorção pelas plantas^[8]. Portanto, SAFs reduzem o revolvimento do solo, favorecendo a recuperação das propriedades físicas e químicas. Embora tenham sido realizados estudos, com o intuito de identificar sistemas de manejo que promovam aumento da qualidade do solo, ainda precisam ser ampliados.

Para o monitoramento da qualidade do solo, de forma a avaliar a viabilidade ambiental de um agroecossistema e que possam ser sugeridas modificações nos sistemas de manejo em utilização pelos agricultores, a tempo de evitar a sua degradação, é necessário definir atributos de solo e dos ambientes sensíveis ao manejo e de fácil determinação^[9]. Para isso, tem sido sugerido como ferramenta, o monitoramento das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos que podem servir como indicadores de qualidade do solo^[10]. A determinação de indicadores químicos é importante, pois está

relacionada aos nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento das plantas e outros organismos. Portanto, são bons indicadores a serem analisados em sistemas de cultivos agrícolas.

Neste sentido, a hipótese para o presente trabalho é que sistemas de cultivos e práticas agroecológicas propiciam melhorias nas propriedades químicas do solo, tornando possível a diferenciação daqueles cultivados convencionalmente. Assim, objetivou-se determinar as propriedades químicas indicadoras de qualidade de solos em ambientes com diferentes coberturas vegetais e manejo.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado no IF Baiano, Campus Teixeira de Freitas (17° 32' 45" S e 39° 43' 26" W), estado da Bahia, Brasil, durante o período de outubro de 2017 a março de 2018. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Af (equatorial), caracterizado pela elevada temperatura média do ar (de 24 °C e 27 °C) e pela alta pluviosidade (1099 mm) de precipitação total anual.

Foram selecionadas seis áreas para coletas de amostras de solos representando diferentes ambientes cultivados e não cultivados, com diferentes tipos de coberturas vegetais. Os ambientes foram: 1) um fragmento de Mata Atlântica em fase de restauração (Mata Nativa); 2) uma área de 1,8 ha, contendo pastagem com predominância de grama batatais *Paspalum notatum* (pastagem não manejada); 3) uma área de 0,2 ha, remanescente de cultivo de cana-de-açúcar; 4) uma área de sistema agroflorestal (SAF) de 0,16 ha, contendo espécies frutíferas, seringueira e outras espécies florestais nativas, representando uma condição de sub-bosque; 5) uma área de pastagem manejada de 0,5 ha, caracterizada por piquetes rotacionados de braquiária; e 6) uma área de sistema de cultivo modelo permacultura (0,16 ha) cultivada com hortaliças, mas contendo diversas outras espécies como pimenta do reino, gliricídia, bananeira, café, milho, plantas medicinais, dentre outras. Todas as áreas de estudo foram localizadas em um solo classificado Argissolo Amarelo.

Cada área foi dividida em três parcelas, sendo cada parcela considerada uma repetição. Em cada parcela foram coletadas, aleatoriamente, dez amostras simples de solos para compor uma amostra composta representando a parcela. As amostras de solos foram coletadas na profundidade de 10 a 20 cm com auxílio de um trado tipo caneca. A profundidade de 10-20 cm foi utilizada por estar dentro da faixa de maior concentração das raízes pilíferas das plantas e das recomendações de amostragens de solos para a maioria dos sistemas de cultivos e, também, para evitar a interferência imediata de qualquer fertilização realizada nos ambientes cultivados sobre as propriedades químicas do solo. As amostras compostas de 500 mL foram acondicionadas imediatamente em sacos plásticos e, posteriormente, armazenadas em caixas térmicas e levadas para posterior análise química no Laboratório.

As amostras no laboratório foram colocadas para secar ao ar, na sombra, e passadas em peneira com malha de 2 mm de abertura. Após as análises, os resultados foram expressos com base em volume (dm³) ou em massa (kg) de terra (terra fina seca ao ar – TFSA) de acordo com a forma de medida da subamostra na análise correspondente. As análises e resultados seguiram a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais [11]. As propriedades determinadas foram: pH em (H₂O); matéria orgânica e carbono orgânico (Método Walkley & Black), bases trocáveis (Ca²⁺, Mg²⁺, método KCl; e K⁺, método Mehlich-1), P disponível pelo método Mehlich-1, acidez potencial (H + Al), assim como foram

estimadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação de bases (V %) e de alumínio (m %).

Os resultados das análises de solos foram organizados em planilhas de Excel, e posterior, analisados por meio da estatística descritiva determinando suas médias e erros padrões da média. Estes dados foram submetidos à análise de variância, seguindo o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott^[12] a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Diferenças significativas no nível de matéria orgânica ($F_{5,10} = 13,73$; $P = 0,017$) e de carbono orgânico ($F_{5,10} = 13,73$; $P = 0,017$) foram encontradas entre os tratamentos. O nível de matéria orgânica e de carbono orgânico foram maiores nos solos das áreas: remanescente de cultivo agrícola (RCA), mata natural (MN), sistema agroflorestal (SAF) e sistema de cultivo permacultura (SCP) (**TABELA 1**). Este maior índice de matéria orgânica nos solos destes ambientes, pode ser devido à adição contínua e ao acúmulo de material orgânico feita de maneira natural através da decomposição ou incremento por adubação orgânica^[13]. Ao longo do tempo o aumento e o acúmulo de carbono orgânico e nutrientes, foram observados^[14] em solos, onde as adubações com esterco bovino era feito constantemente.

Diferenças significativas também foram encontradas no nível de P disponível e de K ($F_{5,10} = 14,27$; $P = 0,014$ e $F_{5,10} = 13,27$; $P = 0,023$, respectivamente) entre os tratamentos. O maior quantitativo de P foi encontrado no solo proveniente do sistema de cultivo de permacultura (SCP), enquanto que o K foi maior no solo de SAF (**TABELA 1**). No sistema de permacultura, todo resíduo vegetal produzido é depositado no solo e a cada replantio é realizada a adubação com fertilizantes orgânicos (esterco bovino) e de outros resíduos de compostagem, o que pode explicar o maior nível de P encontrado neste ambiente. Na área de SAF nenhum tipo de adubação foi realizada, e o maior quantitativo de K encontrado neste ambiente, comparado aos demais, é proveniente da decomposição de material vegetal depositado no solo. Os valores de K e P também foram maiores em um sistema de plantio direto^[15], ou seja, sistema mais conservacionista do solo semelhante ao SAF e o SCP.

Os elementos Ca^{2+} e o Mg^{2+} tiveram seus valores diferenciados entre os tratamentos. O tipo de cobertura vegetal influenciou no pH do solo ($F_{5,10} = 11,93$; $P = 0,036$), variando 5,0 (MN) a 6,6 (SCP) na camada superficial do solo (10 a 20 cm de profundidade). Estes valores de pH encontrados possivelmente são devidos a cobertura vegetal e resultado de processos de mineralização da matéria orgânica e dos exsudatos ácidos liberados pelas raízes das plantas em cada área, uma vez que em nenhuma das áreas foi realizada a calagem, inclusive na área de sistema de permacultura. Embora tenham sido encontradas diferenças no pH, esta faixa de valores encontrada é considerada adequada, não apresentando potencial de causar toxidez às plantas^[16]. Os maiores níveis desses elementos foram encontrados no solo de sistema de cultivo de permacultura. Tais resultados podem ser devido a aplicação contínua de esterco bovino neste sistema de permacultura. Aplicação contínua de esterco proporcionou aumento significativo no pH e nos teores de todos os elementos na camada superficial em relação a áreas não adubadas^[14].

Valores de soma de bases (SB) nos solos tiveram um comportamento semelhante ao Ca e Mg, tendo maiores valores no solo cultivado no sistema de permacultura. A saturação por bases (V) atingiu valores médios acima de 50 % apenas no solo de sistema de cultivo permacultura. Níveis de V entre 50 e 70% são

considerados os mais adequados em termos de fertilidade do solo [11]. Enquanto os índices de saturação por alumínio (m) mais baixos foram encontrados no SCP e no SAF, apenas em dois tratamentos os índices de saturação por alumínio estavam acima do nível tolerável (<15%) (TABELA 1).

De forma geral, nas áreas de remanescente de cultura, mata nativa, pastagem manejada e não manejada, os atributos químicos do solo estudados tiveram valores semelhantes entre si e inferiores aos solos das áreas de permacultura e SAF. Na área remanescente de cultura era cultivada com cana-de-açúcar, mas posteriormente, foram implantadas mudas de espécies florestais na área. Embora, a palhada de cana-de-açúcar possa incrementar teores de carbono de 35 a 40% e outros nutrientes como P e N no solo [16,17], o menor nível de nutrientes encontrados no ambiente de RCA pode ser devido à absorção e uso por outras espécies de plantas presentes na área, uma vez que, neste local não houve reposição de nenhum outro fertilizante. Avaliando diversos atributos químicos [18] como pH, Al, Ca, Mg, Ca e P de solos submetidos ao plantio de laranja, pastagem e mata em seu estado natural, na qual nenhum tipo de adubação foi utilizado, também não foram observadas diferenças entre as variáveis estudadas. No caso do nutriente P, esta não diferença é típica de solos de regiões tropicais, onde as argilas possuem grande capacidade de fixação do fósforo no solo, deixando-o indisponível às plantas. Em comparação aos tipos de pastagem manejada e não manejada, alguns atributos foram maiores na pastagem manejada. Esta diferença pode estar associada aos tratos culturais realizados nestas duas áreas, onde na pastagem manejada é realizada a fertilização das plantas.

TABELA 1 – Propriedades químicas (média ± EP) de solos coletados na profundidade de 10–20 cm em diferentes áreas no IF Baiano, Campus Teixeira de Freitas. N= 3.

Variável	Tipo de cobertura vegetal / sistema de cultivo*					
	RCA	PM	MN	SAF	PNM	SCP
C.O. (dag kg ⁻¹)	1,8 ± 0,3 a	1,5 ± 0,1 b	1,9 ± 0,2 a	2,3 ± 0,2 a	1,4 ± 0,0 b	1,8 ± 0,0 a
M.O. (dag kg ⁻¹)	3,2 ± 0,5 a	2,6 ± 0,2 b	3,4 ± 0,4 a	4,0 ± 0,3 a	2,5 ± 0,0 b	3,1 ± 0,1 a
pH (H ₂ O)	5,3 ± 0,0 b	6,3 ± 1,1 a	5,0 ± 0,2 b	5,7 ± 0,0 b	5,5 ± 0,0 b	6,6 ± 0,6 a
P (mg dm ⁻³)	9,3 ± 5,1 b	15,1 ± 8,4 b	1,9 ± 0,4 c	8,4 ± 3,8 b	2,9 ± 1,1 c	87,3 ± 9,8 a
K ⁺ (mg dm ⁻³)	38,5 ± 12,5 b	42,0 ± 3,0 b	45,5 ± 8,5 b	76,5 ± 33,5 a	23,5 ± 1,5 c	27,0 ± 0,0 c
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,0 ± 0,2 c	0,5 ± 0,0 d	1,1 ± 0,4 c	1,5 ± 0,4 b	0,6 ± 0,1 d	1,9 ± 0,0 a
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,5 ± 0,1 b	0,4 ± 0,2 b	0,4 ± 0,1 b	0,7 ± 0,1 b	0,2 ± 0,0 c	1,1 ± 0,3 a
SB (cmol _c dm ⁻³)	1,6 ± 0,3 c	1,6 ± 0,7 c	1,7 ± 0,5 c	2,4 ± 0,6 b	0,9 ± 0,1 d	3,4 ± 0,6 a
V (%)	32 ± 5 c	42 ± 12 b	25 ± 9 c	31 ± 8 c	25 ± 6 c	66 ± 14 a
m (%)	9 ± 4 b	12 ± 6 b	23 ± 5 a	4 ± 1 c	15 ± 6 b	0 ± 0 c

*RCA: remanescente de cultivo agrícola; PM: pastagem manejada; MN: mata natural; SAF: sistema agroflorestal; PNM: pastagem não manejada; SCP: sistema de cultivo permacultura; Letras minúsculas, nas linhas, comparam diferenças entre as áreas de cultivo a 5 % pelo teste Scott-Knott.

Conclusão

O tipo de cobertura vegetal e manejo influencia na qualidade química dos solos. Áreas de sistemas de cultivo agroecológicos, especialmente aqueles com cobertura vegetal mais diversificada apresentam maior qualidade química (atributos relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas) nos solos comparados aos demais sistemas de cultivo. Assim, para incremento e manutenção de propriedades químicas nos solos, a adoção de práticas e sistemas de cultivos de base agroecológica podem ser boas alternativas e, assim, contribuir para a redução do uso de fertilizantes sintéticos nos cultivos agrícolas.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal Baiano pela concessão das bolsas de PIBIEX Jr., e à Dr^a Iara Lopes pela revisão e sugestões para correção deste trabalho.

Referências

1. Lima VC, Lima MR, Melo VF. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. 1^a ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 2007. ISBN 85-89950-02-6. [\[Link\]](#).
2. Moreira FMS, Cers JE, Zanetti R, Stümer SL. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal**. 1^a ed. Lavras: Editora UFLA. 2013. ISBN 978-85-8127-023-4.
3. Silva GF, Santos D, Silva AP, Souza JM. Indicadores de qualidade do solo só diferentes sistemas de uso na mesorregião do Agreste Paraibano. **Revista Caatinga**. 2015; 28 (3): 25-35. ISSN 1983-2125. [\[CrossRef\]](#).
4. Pavinato PS, Ceretta CA, Giroto E, Moreora ICL. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Cienc Rural**. 2008; 38 (2): 358-364. ISSN 0103-8478. [\[CrossRef\]](#).
5. Altieri M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Guaíba Agropecuária. 2002. ISBN 9788577431915.
6. Correa FLO, Ramos JD, Gama-Rodrigues AC, Muller MW. Produção de serapilheira em sistema agroflorestal multiestratificado no Estado de Rondônia, Brasil. **Cienc e Agrotecnol**. 2006; 30 (6): 1099-1105. ISSN 1413-7054. [\[CrossRef\]](#).
7. Santos GA, Silva LS, Canellas LP, Camargo FO. **Fundamentos de matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2^a ed. Porto Alegre: Metrópole; 2008. ISBN 978-89-85401-73-9.
8. Gama-Rodrigues AC. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solos de tabuleiros da Bahia, Brasil**. Viçosa. 1997. Tese de Doutorado [Programa de Pós-graduação em Ciências dos Solos] – Universidade Federal de Viçosa, MG.
9. Lieig MA, Doran JW. Impact of organic production practices on soil quality indicators. **J. Environ Quality**. 1999; 28(1):1601-1609. [\[CrossRef\]](#).
10. Doran JW, Parkin TB. **Defining and assessing soil quality**. In: Doran JW, Coleman DC, Bedicek DF, Stewart BA, editores. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Soil Science Society American, 1994. p. 3-21. [\[Link\]](#).
11. Ribeiro AC, Guimarães PTG, Alvare VVH. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5^a Aproximação**. 1^a ed., Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: Viçosa. 1999. ISBN 01.15.0174.
12. Scott A, Knott M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**. 1974; 30(3):507-512. [\[Link\]](#).
13. Mielniczuk J. **Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas**. In: Santos GA, Camargo FAO, editores. *Fundamentos da matéria orgânica do solo – sistemas tropicais e subtropicais*. 2^a ed. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 2-8.
14. Galvão SRS, Salcedo IH, Oliveira FF. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesq Agropec Bras**. 2008; 43(1):99-105. ISSN 0100-204X. [\[CrossRef\]](#).

15. Rheinheimer DS, Kaminski J, Lupatini GC, Santos EJS. Modificações em atributos químicos de solo arenoso sob sistema plantio direto. **Rev Bras Cienc Solo**. 1998; 22(4):713-721. ISSN 1806-9657. [[CrossRef](#)].

16. Canellas LP, Velloso ACX, Marciano CR, Ramalho JFGP, Rumjanek VM, Rezende CE, et al. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhicho e adição de vinhaça por longo tempo. **Rev Bras Cienc Solo**. 2003; 27(5):935-944. ISSN 1806-9657. [[CrossRef](#)].

17. Canellas LP, Baldotto MA, Busato JG, Mariano CR, Menezes SC, Silva NM, et al. Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Rev Bras Cienc Solo**. 2007; 31(2):331-340. ISSN 1806-9657. [[CrossRef](#)].

18. Ferreira JTP, Ferreira EP, Silva WC, Rocha ITM. Atributos químicos e físicos do solo sob diferentes manejos na microrregião serrana dos quilombos – Alagoas. **Agrarian Academy**. 2014; 1(1):89-101. ISSN 2357-9951. [[CrossRef](#)].

Histórico do artigo | Submissão: 20/02/2019 | **Aceite:** 15/03/2019 | **Publicação:** 08/07/2019

Conflito de interesses: O presente artigo não apresenta conflitos de interesse.

Como citar este artigo: Costa HS, Santos TS, Cândido JS, Jesus LM, et al. Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. 2019; 13(Supl.): 42-48. e-ISSN 2446.4775. Disponível em: <<http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/759>>. Acesso em: dd/mm/aaaa.

Licença CC BY 4.0: Você está livre para copiar e redistribuir o material em qualquer meio; adaptar, transformar e construir sobre este material para qualquer finalidade, mesmo comercialmente, desde que respeitado o seguinte termo: dar crédito apropriado e indicar se alterações foram feitas. Você não pode atribuir termos legais ou medidas tecnológicas que restrinjam outros autores de realizar aquilo que esta licença permite.

