



## **POLICULTIVO E SUA INFLUÊNCIA EM ALGUNS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO**

Karine da Silva Simões<sup>1</sup>, Ademir Trindade Almeida<sup>2</sup>, Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto<sup>3</sup>, José Renato Carneiro de Almeida<sup>4</sup>, Clóvis Pereira Peixoto<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Msc. Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (karinesimoes01@hotmail.com). Cruz das Almas-Brasil.

<sup>2</sup> Msc. Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

<sup>3</sup> Dra. Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

<sup>4</sup> Msc. Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

<sup>5</sup> Dr. Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014**

### **RESUMO**

Objetivou-se, por meio deste trabalho, avaliar alguns atributos físicos e químicos do solo, quando submetidos a diferentes sistemas de cultivo no solo, no semiárido baiano. Os sistemas de cultivo avaliados foram: cultivo convencional, caatinga e policultivo, em duas localidades do semi-árido baiano. As amostras foram coletadas em um transecto com 8 pontos (repetições), espaçados de 5 m. Para as análises dos atributos físicos foram coletadas amostras indeformadas de solo, à uma profundidade de 0-0,15 m, utilizando anéis metálicos de 100 cm<sup>3</sup>. Já as amostras para análises químicas foram coletadas na mesma linha diagonal à área, também com oito pontos, distanciados em 12 m, na profundidade de 0-0,20 m. Foi realizada a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Nos dois locais estudados dos municípios de Cafarnaum e Umburanas, o sistema caatinga favoreceu uma menor saturação de bases e maior saturação de alumínio, que se reflete na maior acidez desse solo. O sistema de policultivo favoreceu maior acúmulo de matéria orgânica em relação ao sistema convencional, mas apenas na localidade de Umburanas.

**PALAVRAS-CHAVE:** matéria orgânica, saturação de bases, semiárido.

### **POLY CULTURE AND ITS INFLUENCE ON SOME CHEMICAL AND PHYSICAL ATTRIBUTES OF SOIL**

#### **ABSTRACT**

The objective, through this work, to evaluate some physical and chemical soil when subjected to different cropping systems on soil, in Bahia. The cropping systems were: conventional cultivation, caatinga and polyculture in two localities in the semi-arid of Bahia. Samples were collected on a transect with 8 points (repetitions) spaced 5 m. For the analysis of the physical attributes undisturbed soil samples were collected to a depth of 0-0.15 m, using metal rings 100 cm<sup>3</sup>. However, the samples for chemical analyzes were collected on the same diagonal line to the area, also with eight points,

spaced at 12 m at a depth of 0-0.20 m. Analysis of variance was performed and applied the Tukey test at 0.05 probability. In both study sites of the cities of Cafarnaum and Umburanas the caatinga system favored a lower base saturation and higher aluminum saturation, which is reflected in the higher acidity of the soil. The polyculture system favored greater accumulation of organic matter in relation to the conventional system, but only in the locality of Umburanas.

**KEYWORDS:** organic matter, base saturation, semi-arid.

## INTRODUÇÃO

A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento de indicadores físicos, químicos e biológicos. A qualidade do solo tem efeitos profundos na saúde e na produtividade de um determinado ecossistema e nos ambientes a ele relacionados. A determinação de indicadores de qualidade de solo se faz necessária para possibilitar a identificação de áreas problemáticas utilizadas na produção, fazer estimativas realistas de produtividade, monitorar mudanças na qualidade ambiental e auxiliar agências governamentais a formular e avaliar políticas agrícolas de uso da terra (LIBARDI, 2005).

A busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido a tônica das discussões em torno do tema “manejo correto para uma agricultura sustentável”. Uma dessas alternativas é a utilização de sistemas agroecológicos, entre eles, o policultivo que é o cultivo de várias espécies vegetais em uma mesma área, de forma simultânea, de tal forma que venha a proporcionar melhorias na qualidade do solo, principalmente no que se refere à promoção de aumento nos teores de matéria orgânica, proporcionado pela maior cobertura do solo em função da deposição de restos vegetais (CARNEIRO et al., 2009).

A utilização inadequada do solo, tem ocasionado a degradação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (SÁ et al., 2010). Como, por exemplo, a desestruturação e compactação, perdas de solo e nutrientes por erosão e lixiviação, redução da fertilidade, oxidação acelerada da matéria orgânica, perdas de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P) e dos reservatórios de nutrientes associados a matéria orgânica e a diminuição da quantidade e diversidade de organismos do solo (LEITE et al., 2010).

A degradação das terras das regiões semi-áridas ocorre da mesma forma que em outras regiões e resulta, também, em alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Nesse caso, o diferencial deve-se ao efeito das características climáticas do semi-árido, tanto em relação à intensidade de degradação como à capacidade de regeneração das áreas degradadas, elevadas no primeiro caso e muito lenta no segundo (MALUCHE-BARETTA et al., 2006). Corrêa et al. (2009) reforçam que as alterações provocadas pelos diferentes usos do solo na região semiárida devem ser estudadas para a proposição de modelos sustentáveis que maximizem a produção e evitem a degradação dos recursos naturais, levando em consideração os aspectos de clima e solos característicos da região. No presente trabalho teve-se como objetivo avaliar alguns atributos físicos e químicos da qualidade do solo, em três sistemas de cultivo (cultivo convencional, caatinga e policultivo), em duas localidades do semi-árido baiano.

## MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas em três sistemas de cultivo do solo: cultivo convencional, caatinga e policultivo, em duas localidades distintas do semiárido baiano: uma no município de Cafarnaum e outra no município de Umburanas. As unidades de avaliação do policultivo foram indicadas pelo Instituto de Permacultura da Bahia e contemplaram o sistema de policultura perene. Em cada local, município e forma de cultivo do solo, as amostras foram coletadas em um transecto com 8 pontos (repetições), espaçados de 5 m. Para as análises dos atributos físicos, foram coletadas amostras indeformadas de solo, à uma profundidade de 0-0,15 m, utilizando anéis metálicos de 100 cm<sup>3</sup>. Já as amostras para análises químicas foram coletadas na mesma linha diagonal à área, também com cinco pontos distanciados em 12 m, na profundidade de 0-0,20 m, utilizando-se trado holandês onde, em cada ponto, foram retiradas seis sub-amostras para formação de uma amostra composta de aproximadamente 500 g.

### Indicadores Físicos

Foram utilizados como indicadores físicos os seguintes atributos: macroporosidade, densidade do solo, condutividade hidráulica no solo saturado, relação umidade volumétrica retida a 33 kPa/porosidade total (Uv33/PT) e relação de água disponível/porosidade total (AD/PT) e resistência à penetração (RP), utilizou-se os seguintes métodos: porosidade total, macro e micro, densidade do solo, retenção de água em câmaras de pressão de Richards (KIEHL, 1979); condutividade hidráulica no solo saturado pelo método do permeâmetro de carga decrescente LIBARDI (2005). Para a resistência à penetração, foi utilizado o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, seguindo metodologia proposta por STOLF et al. (1983). Os dados experimentais de resistência à penetração foram obtidos em kgf cm<sup>-2</sup> e depois multiplicados pela constante 0,098 para transformação em MPa. Objetivando padronizar as medidas de resistência a penetração para um mesmo conteúdo de água, neste caso retida na tensão de 100 kPa, medidas de resistência à penetração e umidade foram coletadas durante 8 meses, abrangendo desde a época mais úmida até a mais seca, de maneira a obterem-se medidas para diversas umidades no solo.

### Indicadores Químicos

Para os indicadores químicos foram utilizados: capacidade de troca catiônica (CTC), percentagem de saturação por bases (V%), percentagem de saturação por alumínio (m%), matéria orgânica (M.O), pH, soma de bases (S) e fósforo disponível. Todas as amostras foram transportadas para os laboratórios de física do solo e química e fertilidade do solo do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, onde foram preparadas de maneira que fosse possível realizar as análises propostas.

Dentro de cada local, o delineamento foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (uso do solo) e oito repetições. Realizou-se a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, para comparação das médias entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que os resultados apresentam-se semelhantes nas duas localidades onde as avaliações foram realizadas. Nos dois locais, o policultivo situou-se em posição intermediárias em relação a caatinga e ao convencional, sendo melhor que este último em todos os aspectos. Observa-se também que os valores nos sistemas antropizados foram inferiores ao sistema natural de caatinga (Tabela 1).

**TABELA 1.** Atributos físicos em diferentes sistemas de cultivo (caatinga, policultivo e cultivo convencional), em duas localidades do semiárido baiano

| Tratamentos  | Macro                          | Micro | VTP   | DS                  | K <sub>0</sub>     | RSP   |
|--------------|--------------------------------|-------|-------|---------------------|--------------------|-------|
|              | m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> |       |       | kg dm <sup>-3</sup> | cm h <sup>-1</sup> | MPa   |
| Cafarnaum    |                                |       |       |                     |                    |       |
| Caatinga     | 0,27a                          | 0,25c | 0,52a | 1,05a               | 110,70a            | 0,94a |
| Policultivo  | 0,16b                          | 0,35a | 0,51a | 1,11a               | 32,98b             | 1,06a |
| Convencional | 0,18b                          | 0,32b | 0,50a | 1,08a               | 13,93b             | 1,15a |
| Umburanas    |                                |       |       |                     |                    |       |
| Caatinga     | 0,21a                          | 0,23a | 0,44a | 1,30a               | 83,09a             | 0,90a |
| Policultivo  | 0,24a                          | 0,21a | 0,45a | 1,31a               | 44,02a             | 1,05a |
| Convencional | 0,20a                          | 0,24a | 0,44a | 1,35a               | 34,05a             | 1,36a |

Macro - Macroporos; Micro - Microporos; VTP - Volume total de poros; Ds - Densidade do solo; K<sub>0</sub> - Condutividade hidráulica saturada e RP - Resistência do solo à penetração; Médias seguidas da mesma letra na vertical, dentro de cada local e atributo avaliado, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade

A densidade do solo (Ds) é muito baixa nos três sistemas avaliados e não foi alterada pelo sistema de cultivo, apesar do pequeno incremento observado no sistema policultivo, outro aspecto relativo a este indicador refere-se ao fato dos seus valores estarem muito abaixo do limite crítico (1,27 kg dm<sup>-3</sup>), considerado como impeditivo ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas em solos da mesma classe textural à dos solos analisados neste trabalho. Segundo FERREIRA et al. (2010), a variação na Ds diminui com o incremento do teor de MO e tende a aumentar com a profundidade, sendo influenciada por uma infinidade de fatores associados à diminuição do teor de MO, tais como volume total de poros, deixando a densidade do solo e porosidade muito relacionadas, maior compactação e diminuição da porosidade do solo, entre outros.

Apesar de não haver diferenças em relação à densidade do solo, observam-se diferenças significativas nos valores de macro e microporosidade entre os sistemas. Em ambos os casos observa-se redução destes atributos em relação à caatinga, cuja causa deve estar associada ao uso e trânsito de máquinas para o preparo convencional do solo e seus efeitos ainda não totalmente eliminados pelo sistema policultivo. Isso mostra que os atributos mencionados pouco contribuem para discriminar os tipos de manejo e uso do solo, corroborando com outros estudos que evidenciam maior discriminação pelos atributos biológicos (MALUCHE-BARETTA et al., 2006).

Os efeitos observados indicam redução de 40,7 e 33,3% na macroporosidade determinadas pelo policultivo e sistema convencional, respectivamente, em relação à caatinga. De forma coerente verificou-se o contrário em relação à

microporosidade, cujo acréscimo em relação ao uso natural foi de 40 para o policultivo e 28% para o sistema convencional. Essas alterações até melhoraram a relação macro/microporos em relação à caatinga, cujo valor indica certo desbalanceamento na mesma.

Com relação à resistência do solo à penetração, assim como para a densidade do solo, os valores observados estão bem abaixo do limite crítico de 2 MPa, podendo ser considerados como resistência moderada, conforme a classificação proposta por ARSHAD et al. (1996). Não obstante, verifica-se que houve incremento de valores, 12,76% no policultivo e 22,34% no convencional, em relação ao sistema de uso caatinga. Entretanto, esses valores de resistência à penetração não são considerados impeditivos ao crescimento e desenvolvimento de plantas, que podem variar de 3 a 5 MPa, esses fatores podem ser ocasionados principalmente nas camadas superficiais devido às alterações nas propriedades físicas, principalmente a porosidade do solo (MAGALHAES et al., 2009).

A condutividade hidráulica do solo saturado foi o indicador que apresentou maior discriminação e diferença entre os sistemas, caatinga, policultivo e convencional, muito embora não tenha se verificado diferença estatística entre o policultivo e o cultivo convencional. Essas diferenças estão associadas às alterações ocorridas na porosidade, especialmente na faixa dos microporos, cujo incremento contribui para reduzir a permeabilidade do solo. Segundo CARVALHO et al. (2004), a condutividade hidráulica é uma variável que traduz a facilidade com que a água se movimenta ao longo do perfil de solo. Sua determinação torna-se imprescindível, visto que o movimento da água no solo está diretamente relacionado à retenção e transmissão da água às plantas e, conseqüentemente, pela redução da erosão hídrica.

Diferentemente do que se observou em Cafarnaum, na localidade de Umburanas não se observou diferenças entre os sistemas avaliados. No entanto, alguns dos valores observados apresentam-se limitantes, como pode ser verificado com a densidade do solo, cujos valores estão acima do limite crítico de  $1,27 \text{ kg dm}^{-3}$  (ALVARENGA et al., 1996). No caso do volume total de poros, em todos os sistemas de uso, a porosidade encontrada foi inferior a 50%, assim como a relação entre macro e microporos que diferem daquela considerada ideal por KIEHL (1979).

Em Umburanas, assim como em Cafarnaum, a condutividade hidráulica do solo saturado foi a variável com maior grau de discriminação entre os sistemas, muito embora não se tenha verificado diferença estatística entre seus valores.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados da análise dos atributos químicos em duas localidades do semi-árido baiano (Cafarnaum e Umburanas), em função de diferentes sistemas de uso do solo. Com relação ao pH, verifica-se que nos sistema convencional os valores foram mais elevados, nos dois locais avaliados, provavelmente pelo fato de haver sido feita a calagem. Estes resultados estão de acordo com CARNEIRO et al. (2009), onde os valores de pH não diferiram no Neossolo, mas sim no Latossolo, indicando que a calagem, antes da implantação das culturas, contribuiu para o seu aumento, o que é corroborado com a diminuição do teor de  $\text{Al}^{3+}$  e aumento dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ .

**TABELA 2.** Atributos químicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso (caatinga, policultivo e convencional), em dois locais do semiárido baiano

| Tratamentos             | Local            | pH               | P                 | S                 | CTC              | V      | m      | M.O.   |
|-------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|
|                         |                  | H <sub>2</sub> O | mgdm <sup>3</sup> | cmol <sub>c</sub> | Kg <sup>-1</sup> | %      |        |        |
| <b>1 - Caatinga</b>     | <b>Cafarnaum</b> | 4,53 b           | 0,09 a            | 3,63 b            | 9,92 b           | 36,23c | 22,86a | 2,64 a |
| <b>2 - Policultivo</b>  |                  | 5,43 b           | 0,10 a            | 7,76 a            | 12,48a           | 61,48b | 1,76 b | 2,21 a |
| <b>3- Convencional</b>  |                  | 6,39 a           | 0,10 a            | 10,39a            | 13,13a           | 78,80a | 0,00 b | 1,99 a |
| <b>1 - Caatinga</b>     | <b>Umburanas</b> | 4,59 c           | 0,06 b            | 6,30 b            | 12,93a           | 47,53c | 21,91a | 4,05 a |
| <b>2 - Policultivo</b>  |                  | 5,35 b           | 0,14 b            | 8,31 a            | 11,34a           | 72,45b | 0,43 b | 3,71 a |
| <b>3 - Convencional</b> |                  | 6,38 a           | 0,20 a            | 10,95a            | 11,38            | 96,12a | 0,00 b | 2,30 b |

Médias seguidas da mesma letra na vertical, dentro de cada local e atributo avaliado, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

De acordo com MELLONI et al. (2008), o pH é um importante indicador ligado à acidez do solo e disponibilidade de nutrientes às plantas, pois influencia diretamente na atividade microbiana do solo e no crescimento vegetal. ALMEIDA et al. (2005) avaliaram o efeito de dois sistemas de manejo na modificação de atributos químicos de um Cambissolo Húmico aluminico léptico, em Lages (SC). Os teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e P e os valores de pH foram maiores nos sistemas agrícolas em comparação ao campo nativo. Estes resultados são semelhantes ao observados neste trabalho, onde a fertilidade do solo para estas variáveis foi melhorada, diferenciando sistemas de produção da vegetação nativa. PAVINATO et al. (2009) verificaram elevação na disponibilidade de Ca e Mg em consequência da decomposição dos resíduos. Isso preconiza que em sistemas mais conservacionistas onde não acontece o revolvimento do solo, verifica-se a proteção da fertilidade do solo dos agentes erosivos além de proporcionar incrementos na disponibilidade de nutrientes para as plantas.

Os teores de fósforo variaram de 0,09 a 0,10 mg dm<sup>3</sup>, em Cafarnaum (não diferindo significativamente entre si) e de 0,06 e 0,20 mg dm<sup>3</sup>, em Umburanas, sendo neste caso, mais baixo na caatinga (0,06 mg dm<sup>3</sup>). FALLEIRO et al. (2003) observaram incremento de fósforo no plantio direto e, segundo estes autores, isto se deu em função da manutenção de resíduos de plantas na superfície do solo, neste sistema, o que favorece a ciclagem de fósforo, contribuindo para o incremento e disponibilidade dos estoques de fósforo, ao longo do tempo de plantio direto.

A capacidade de troca de cátions (CTC) foi inferior (9,92 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>), na caatinga em relação ao sistema de policultivo (12,48 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) e convencional (13,10 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>), em Cafarnaum. Já em Umburanas, não houve diferença estatística entre os sistemas estudados. Verifica-se, no entanto, que a soma e porcentagem de saturação de bases foi menor e a saturação de alumínio foi maior, na caatinga, nos dois locais estudados. FIDALSKI et al. (2007), estudando a espacialização dos indicadores de qualidade de um Latossolo cultivado com citros, observaram que a fertilidade do solo estava concentrada na camada superficial, concordando com os resultados deste estudo, em que na camada de 0-20 cm foram verificados resultados mais elevados de pH, SB, fósforo no sistema convencional em relação ao policultivo. Esses resultados podem ser atribuídos à baixa densidade da vegetação encontrada, além da baixa deposição de material orgânico proveniente dessa vegetação. O processo de decomposição e mineralização é a principal fonte

de nutrientes para as plantas em ambientes não fertilizados (MACHADO, et al., 2010).

Quanto ao teor de matéria orgânica, em Cafarnaum não houve diferença estatística entre os sistemas estudados. Já em Umburanas, este teor foi inferior no sistema convencional (2,30%) e superior no sistema de policultivo (3,71%) e caatinga (4,05%), que não diferiram entre si. VALLADARES et al. (2008) encontraram, analisando Organossolos da Bahia, BA, correlação negativa entre a Ds e a MO, o que pode ser explicado pela baixa densidade da matéria orgânica em relação à fração mineral do solo. Considerando-se os sistemas de preparo do solo, observou-se que o solo sob o sistema convencional de manejo, em relação ao plantio direto, apresentou médias estatisticamente menores, para as variáveis pH, MO, Ca, K, Sb, CTC e V%, sendo que, sob plantio direto, o solo apresentou fertilidade adequada, à exceção do teor de fósforo, que foi muito abaixo daquele observado na vegetação nativa, reflorestamento e plantio convencional (LOURENTE et al. 2011).

Segundo VEZZANI & MIELNIEZUK (2009) a maneira mais prática para aumentar a qualidade do solo é promovendo o melhor manejo da matéria orgânica do solo. Para esses autores, manejar o solo para aumentar a matéria orgânica pode melhorar a produtividade e qualidade ambiental e podendo assim reduzir a severidade e os custos financeiros dos fenômenos naturais. Como a percentagem de saturação de alumínio nos dois locais e sistemas de uso estudados, foi inferior a 50%, evidencia-se que estes solos não são caracterizados como álicos.

## CONCLUSÕES

Em Cafarnaum e Umburanas, o sistema caatinga favorece a uma menor saturação de bases e maior saturação de alumínio, que se reflete na maior acidez desse solo. Nos dois locais estudados, o sistema de policultivo não se mostrou efetivo em incrementar a CTC e a soma de bases do solo..O sistema de policultivo favorece ao maior acúmulo de matéria orgânica em relação ao sistema convencional apenas na localidade de Umburanas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A.; BERTOL, I.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JÚNIOR, W. A. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.437-445, 2005.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison, Soil Science Society of America. New York: SSSA, 1996 Cap. 49, p.123-141.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.147-157, 2009.

CARVALHO, R.; GOEDERT, W. J.; ARMANDO, M. S. Atributos físicos de qualidade de um solo sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.1153-1155, 2004.

CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. G. S.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F. J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A. & MELO, D. V. M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.2, p.305-314, 2009.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1097-1104, 2003.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de Sistemas de Manejo de Pastagens nas Propriedades Físicas do Solo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; SCAPIM, C. A. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho cultivado com citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.9-19, 2007.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.  
LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; HOLANDA NETO, M. R.; ARAÚJO, F. S. & IWATA, B. F. Atributos químicos e estoques de carbono em Latossolo sob plantio direto no cerrado do Piauí. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p. 1273-1280, 2010.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: USP, 2005. 335p.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTES, F. M.; ALOVISIA, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, p.20-28, 2011.

MACHADO, R.L.; RESENDE, A.S.; CAMPELLO, E.F.C.; OLIVEIRA, J.A.; FRANCO, A.A. Soil and nutrient losses in erosion gullies at different degrees of restoration. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p.945-954, 2010.

MAGALHÃES, W. de A.; CREMON, C.; MAPELI, N. C.; SILVA, W. M. da; CARVALHO, J. M. de; MOTA, M. S. da. Determinação da Resistência do Solo à penetração sob Diferentes Sistemas de Cultivo em um LATOSSOLO sob Bioma Pantanal. **Agrarian**, v. 2, n. 6, p.21-32, 2009.

MALUCHE-BARRETA, C. R. D.; AMARANTE, C. V. T.; KLAUBERG-FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.4, p.1531-1539, 2006.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N. **Indicadores da qualidade do solo**. *Informe Agropecuário*, v.29, p.17-29, 2008.

PAVINATO, P. S.; MERLIN, A. & ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.1031-1040, 2009.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J.F.; TEIXEIRA, A. H. C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, F. M. **Desertificação no Semiárido brasileiro**. ICID+18 2a Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, Fortaleza, 2010.

STOLF, R. ; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. L. Recomendação para uso do penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar Stolf. **Revista STAB açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.1,p.10 -12, 1983.

VALLADARES, S. G.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; EBELING, A. G. Caracterização de solos brasileiros com elevados teores de material orgânica. **Revista Magistra**, Cruz das Almas, v.20, p.95-104, 2008.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 743-755, 2009.