



ARTIGO CIENTÍFICO

Efluxo de CO₂, atributos físicos e carbono do solo em manejos agroecológicos

CO₂ efflux, physical attribute and soil carbon in agro-ecological management systems

Maria Isabel de Souza Costa¹; Thais Emanuelle Monteiro dos Santos Souza^{2*}; Edivan Rodrigues de Souza³; Jailson Cavalcante Cunha⁴; Lucas Yago de Carvalho Leal⁵

Resumo: A avaliação de atributos solo em sistemas agroecológicos é de fundamental importância para verificar os benefícios desse tipo de manejo. Objetivou-se avaliar as características físicas, o efluxo de CO₂ e o carbono orgânico em diferentes condições de manejo. A área de pesquisa pertence à Unidade de Serviços de Tecnologia alternativa, localizada na cidade de Glória do Goitá, Pernambuco, que desenvolve técnicas com base nos princípios agroecológicos, visando o desenvolvimento sustentável no ambiente rural. Três áreas foram selecionadas: Permacultura, Rotação de Cultura e Mata em Regeneração. Para cada uma das áreas foram coletadas amostras de solo deformadas e indeformadas, em duas profundidades 0-20 e 20-40 cm. As variáveis analisadas foram: granulometria, densidade e porosidade do solo, Carbono Orgânico Total (COT) e calculada a Matéria Orgânica do Solo (MOS). Realizou-se também a medição do efluxo de CO₂ do solo, utilizando uma câmara específica para solo acoplada ao IRGA, modelo 6400XT. Os resultados foram analisados pela comparação de médias utilizando o teste de Scott-Knot a uma probabilidade de 5%. A permacultura e a rotação de cultura apresentaram valores de atributos físicos que se aproximaram da condição de mata. Com relação aos teores de Carbono e MOS, a área de mata obteve as maiores médias, enquanto que para o efluxo de CO₂, as áreas manejadas obtiveram médias superiores, demonstrando os benefícios destes manejos para a melhoria da qualidade do solo.

Palavras-chave: Propriedades do solo; Permacultura; Rotação de cultura; Agricultura orgânica.

Abstract: Evaluation of soil in agroecological systems is of fundamental importance to check the influence of this type of soil management. The aim of this study is to evaluate the physical, CO₂ efflux and the carbon in different management conditions. The survey area belongs to Alternative Technology Services Unit, located in Gloria do Goitá, Pernambuco, which develops techniques based on agro-ecological principles for sustainable development in the rural environment. Three areas were selected: Permaculture, Culture rotation and Forest in regeneration, for each of the areas disturbed and undisturbed soil samples were collected from two layers 0-20 and 20-40 cm. The variables analyzed were: grain size, density, soil porosity, Total Carbon (TC) and Soil Organic Matter (SOM). It was also performed measuring the soil CO₂ efflux, using a specific camera to soil coupled to Irga 6400XT. The results were analyzed by comparison of means using the Scott-Knot test at a probability of 5%. The permaculture and crop rotation had physical attributes values that approached the forest condition. With respect to C and MOS levels, the forest area had the highest averages, while for soil CO₂ efflux, the areas managed obtained higher averages, demonstrating the benefits of these managements to improve soil quality.

Key words: Soil properties; Permaculture; Culture rotation; Organic agriculture.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/03/2016; aprovado em 01/03/2017

¹Bióloga, Recife-PE, isacosta.bio@gmail.com

²Eng(a). Agro. Dra. Sc., Professora adjunta da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife-PE, thaisemanuelle@hotmail.com

³Eng. Agro. Dr. Sc., Professor Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife-PE, edivanrs@hotmail.com

⁴Eng. Agr. Dr. Sc., Pesquisador Bolsista da Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Petrolina-PE; jailson.c.c@gmail.com

⁵Eng. Agrícola, mestrando do programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife-PE, lucasyagol@hotmail.com



INTRODUÇÃO

O uso e ocupação da terra vêm ganhando grandes dimensões desde que a humanidade começou a desenvolver técnicas para sua subsistência. A utilização do solo como base para seu desenvolvimento foi expandindo-se, provocando grandes avanços para a qualidade de vida das pessoas. Esse aumento gerou perspectivas de trabalho e de crescimento populacional, acarretando a construção das grandes cidades e indústrias.

A natureza passou a ser a fonte de recursos, viabilizando a produção em grande escala, o que gera degradação ambiental, provocando perda de diversidade de plantas e animais, desmatamento, aumento da erosão, esgotamento de nutrientes pelo uso excessivo do solo e a utilização de fertilizantes nas lavouras (LAVADO; TABOADA, 2009), diversos tipos de poluições, prejuízos à qualidade e à segurança sanitária dos alimentos, concentração excessiva das produções e abandono de regiões inteiras (MAZOYER; ROUDART, 2010).

As atividades convencionais de manejo do solo, além de impactar diretamente as condições sociais, resultam em degradação da condição física do solo. A intensiva utilização de máquinas gera menos empregos e aumento da compactação do solo, dificultando o desenvolvimento das plantas (SEQUINATTO et al., 2014; MOTA et al., 2012).

A utilização de máquinas agrícolas modifica as condições físicas do solo aumentando a compactação e causando efeitos nas propriedades biológicas e químicas do solo, fazendo com que o solo perca, aos poucos, sua capacidade de reestruturação de suas qualidades. O uso de defensivos agrícolas inviabiliza as ações naturais do local, resultando em desequilíbrios ambientais (SANTOS et al., 2014; PRIETO-BENÍTEZ; MÉNDEZ, 2011).

O processo de emissão de CO₂ do solo está associado à atividade microbiana, respiração das raízes, decomposição dos resíduos vegetais e oxidação da matéria orgânica do solo (LAL, 2009). De todo modo espera-se que com o aumento de matéria orgânica do solo o efluxo de CO₂ seja elevado pela respiração das raízes e maior atividade microbiana, sendo um indicativo aceito para se avaliar sistemas sustentáveis.

Estudo realizado por Spera et al. (2009), comparando áreas com sistema de manejo convencional, rotação de cultura e floresta preservada, concluíram que o uso do solo promoveu alterações que indicam degradação da estrutura do solo, sendo que o sistema convencional de plantio direto proporcionou o maior aumento da compactação do solo. Já a rotação de culturas não afetou os componentes físicos do solo, ou seja, o aumento da agregação das partículas do solo, aumenta os espaços intra e inter agregados e conseqüentemente, a porosidade do solo.

Nesse contexto, vários movimentos contra-hegemônicos se desenvolveram, indo contra esse sistema de produção, buscando saúde alimentar e desenvolvimento sustentável, pensando na preservação da biodiversidade, na disponibilidade de recursos naturais e harmonia do ambiente que os seres humanos estão inseridos. Surge então a agroecologia, trazendo vários princípios de apoio às práticas sustentáveis e de valorização dos saberes e culturas locais.

A agroecologia inovou, trouxe várias práticas de uma agricultura sustentável, a partir do desenvolvimento de agroecossistemas direcionados à conservação e preservação do solo em função da variedade de culturas com sementes

crioulas, gerando benefícios para as pessoas que aderem a essa nova ciência, incentivando os saberes tradicionais, culturais e científicos (CEDILLO et al., 2008).

Assim, o objetivo do presente trabalho é avaliar as características físicas e o carbono do solo, além de determinar o efluxo de CO₂ em três áreas com diferentes manejos agroecológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade de Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA), Campo Sementeira, localizada na Zona da Mata Norte na Mesorregião de Vitória de Santo Antão, no município de Glória do Goitá, Pernambuco, sob as coordenadas são 8°0'50"S de Longitude e 35°16'23"W de Latitude. O município possui uma densidade populacional de 125,17 hab/km² (IBGE, 2010) e uma média anual de precipitação, para os últimos 40 anos no município, foi de 1098,25 mm, segundo dados da Agência Pernambucana de Água e Clima Média anual (APAC, 2014).

Para este trabalho foram escolhidas três áreas, a primeira, denominada de permacultura é a parte mais diversa da unidade, adotando as práticas Permaculturais. Várias tecnologias foram implantadas, contando com oficina, fogão solar e com uso de biogás, viveiro de mudas, horta familiar, biodigestor, caminho produtivo, galinheiro, algumas fruteiras e a bio-casa, a qual foi construída a partir do conhecimento tradicional acompanhado de ações ecológicas modernas.

As coletas foram realizadas especificamente onde a área está em processo de restauração do solo, com o plantio de plantas específicas que não são para consumo humano, nesta área também há a introdução de material orgânico para favorecer o aumento de carbono no solo e atividade microbiana.

A segunda área escolhida, foi denominada de rotação de culturas, onde durante dois anos e meio foi utilizada para o cultivo de inhame e atualmente está sendo utilizada na Rotação de Culturas (RC). A cada replantio, diferentes espécies são plantadas, a fim de que favoreçam as condições do solo para receber um novo cultivo, As culturas já utilizadas na área foram: milho, fava, batata, feijão e mandioca. No momento da coleta, havia o consórcio entre as culturas do milho, fava e batata.

A Terceira área foi denominada de mata em regeneração com vegetação natural em regeneração há 15 anos, anteriormente esta área era utilizada predominantemente para a monocultura, apresentando vegetação recente, com plantas caracteristicamente pioneiras, as quais são de grande importância para a estabilização da vegetação permanentemente nativa. A área foi denominada Mata em Regeneração (MR).

Em cada área foram coletadas cinco amostras deformadas e cinco indeformadas (com anéis de aço inoxidáveis), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, totalizando 30 amostras de solo por profundidade. Para as amostras deformadas utilizou-se o Trado Holandês, enquanto que, para as amostras indeformadas, utilizou-se o Cilindro de Uhlund.

Na preparação das amostras deformadas, o solo foi seco ao ar, destorroado e passado em malha de 2 mm para obtenção da TFSA (Terra Fina Seca ao Ar). A textura do solo foi determinada utilizando-se o método do Densímetro e a

densidade do solo pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

Determinou-se ainda a macro, meso e microporosidade do solo, conforme metodologia de Prevedello (1996).

Para a análise de Carbono Orgânico Total (COT), seguiu-se a metodologia adaptada de Yeomans e Bremner (1988). A obtenção da matéria orgânica foi obtida pela multiplicação do valor de carbono orgânico pelo fator 1,724

O efluxo de CO₂ foi obtido com o auxílio de uma Câmara de fluxo de CO₂ (Modelo 6400-09) acoplada ao IRGA (Modelo LI-6400XT) próximo aos locais da amostragem da coleta do solo na superfície do solo com uso de colares de PCV cravados no solo na profundidade de 5 cm

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco

repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os resultados foram analisados pela comparação de médias utilizando o teste de Scott-Knot a uma probabilidade de 5%, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as áreas com Permacultura na profundidade de 0-20 cm, Rotação de Culturas (RC), nas duas profundidades e Mata em Regeneração (MR) na profundidade 20-40 cm, apresentaram a classe textural Franco Argilo Arenosa, enquanto que, na área de Per (20-40 cm) a classificação textural foi Argilosa e na de RM (0-20 cm), Franco Arenosa (Tabela 1).

Tabela 1. Análise Granulométrica das áreas de Permacultura, Rotação de Cultura e Mata em Regeneração

Análises	Áreas					
	Permacultura		Rotação de Cultura		Mata em Regeneração	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Areia (g kg ⁻¹)	610	478,2	608,2	645,1	709,9	670,1
Silte (g kg ⁻¹)	90	98,5	107,8	110,9	110,1	96,6
Argila (g kg ⁻¹)	300	423,3	284	244	180	233,3
Classe Textural	FAA	A	FAA	FAA	FA	FAA

FAA = Franco Argilo-arenoso; A = Argiloso; FA = Franco Arenoso.

De modo geral, as áreas apresentaram alta porosidade (Tabela 2), apresentando adequada retenção de água principalmente nos microporos, devido seu alto teor de matéria orgânica e argila (FAGERIA; STONE, 2006). A

menor porosidade total ocorreu na área de rotação de cultura (20-40 cm), a qual apresentou uma diferença estatística relevante, comparado com as médias das outras áreas.

Tabela 2. Atributos físicos do solo das unidades de manejo agroecológicos em áreas de Permacultura, Rotação de Cultura e Mata em Regeneração nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm

Análises	Áreas					
	Permacultura		Rotação de Cultura		Mata em Regeneração	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
Porosidade (%)	45,41 a	43,08 a	47,01 a	34,20 b	49,83 a	43,00 a
Macroporos (%)	11,13 b	7,66 b	9,27 b	4,92 b	18,5 a	12,24 b
Mesoporos (%)	6,09 a	4,05 a	7,09 a	4,74 a	9,08 a	7,28 a
Microporos (%)	27,94 a	30,12 a	29,92 a	24,04 b	21,22 b	22,71 b
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1,55 b	1,66 b	1,62 b	1,88 a	1,47 b	1,65 b

Médias seguidas da mesma letra na linha (em cada profundidade) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A maior média de macroporos encontra-se na área da MR (0-20 cm), apresentando solo mais arenoso, enquanto que a área de RC (20-40 cm) apresentou a menor média, não se diferenciando estatisticamente das demais (Tabela 2). Enquanto que os mesoporos não apresentaram diferenças significativas entre si.

Na área de permacultura, as duas profundidades e a rotação de culturas na profundidade de 0-20 cm, apresentaram os maiores valores de microporosidade, apresentando maiores quantidades de argila, enquanto que o menor valor foi encontrado nas áreas de mata em regeneração, nas duas profundidades e RC na profundidade de 20-40 cm.

A porosidade está diretamente relacionada com a textura e estrutura do solo (FERREIRA, 2010). A atuação da MOS é de grande importância para a formação e estabilidade de agregados (CARVALHO et al., 2014; FAGERIA; STONE, 2006).

A porosidade e granulometria de uma área determina o comportamento do solo com relação ao desenvolvimento radicular, circulação do ar, composição orgânica e atividades biológicas. Segundo Valois et al. (2014), a porosidade é

inversamente proporcional à densidade do solo. Já a macroporosidade, que é responsável pela aeração do solo e drenagem interna da água, é desejável que esteja na faixa mínima de 10 %, a fim de suprir as demandas de oxigênio no solo, condição encontrada na MR.

Nos solos que apresentarem maior quantidade de argila, conseqüentemente apresentam maior microporosidade, melhorando a retenção de água e nutrientes, tendo influência também na densidade do solo (LUCIANO et al., 2012). Essa situação pode ser observada na área de permacultura, onde predomina altos teores de argila (Tabela 01). A área de RC apresenta a menor porosidade total, em profundidades maiores, tendo a maior média de Ds, enquanto que a área de MR apresentou alta porosidade, tendo maior volume de macroporos, o que aumenta a aeração do solo e conseqüentemente a drenagem da água (CHIEZA et al., 2013).

Ainda na Tabela 02, verifica-se que a área de RC (20-40 cm) apresentou a maior média com relação a densidade do solo, diferindo estatisticamente das demais. Todas as áreas sofreram, anteriormente, compactação por ação humana, seja

para a construção de prédio ou monocultivo, com isso os valores de densidade do solo mostram que todas as áreas estão com altos valores, tendo a área de RC o valor mais elevado, chegando a 1,88 g cm⁻³ na profundidade de 20-40 cm. Segundo Reinert e Reichert (2006), valores de densidade do solo a partir de 1,65 g cm⁻³, são considerados em situação crítica de compactação, restringindo o crescimento radicular. Porém, nestes resultados, verificam-se os menores valores de densidade do solo na camada mais superficial, o que é proporcionado pelo maior aporte de matéria orgânica.

A área de MR apresentou a menor quantidade de argila, com alta porosidade, diminuindo a densidade, mesmo esta área tendo sofrido grandes impactos pela ação canavieira.

Tabela 3. Análise de Carbono Total, teor de Matéria Orgânica do solo e efluxo de CO₂ de unidades de manejo agroecológicos em áreas de Permacultura, Rotação de Cultura e Mata em Regeneração nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm

Variáveis	Áreas					
	Permacultura		Rotação de Cultura		Mata em Regeneração	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
COT (g kg ⁻¹)	12,64 a	7,00 b	10,60 a	6,76 b	13,90 a	10,30 a
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	21,78 a	11,26 b	18,26 a	11,66 b	23,94 a	17,74 b
Respiração (µ mol m ⁻² s ⁻¹)	6,033 a		4,410 b		3,370 b	

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a análise de MOS, todas as áreas em sua camada mais superficial, apresentaram altas taxas de material orgânico, enquanto que em subsuperfície os teores de MOS foram reduzidos (Tabela 03).

A cobertura morta presente nas áreas preserva as estruturas do solo, permitindo que sofram poucas alterações com relação aos efeitos externos bióticos e abióticos (GARCÍA-ORENES et al., 2010). A área de Permacultura apresenta altos teores de COT e MOS na camada mais superficial do solo, devido ao manejo de reestruturação e fertilidade do solo, com a adição de material orgânico, cobertura morta e plantas específicas, enquanto que na profundidade de 20-40 cm, encontram-se as menores médias dos atributos químicos entre as áreas estudadas, que segundo Rossi et al (2011) é explicada pela deposição de material provenientes da atividade humana.

Na área de RC, esses valores são medianos, estando entre as outras duas áreas, enquanto que na área de MR, encontraram-se altos níveis de COT e MOS, apresentando a área mais superficial com maior abundância dos compostos, contudo a sua respiração foi a mais baixa entre as áreas estudadas. Uma parte do carbono dos resíduos é liberada para a atmosfera como CO₂ e o restante passa a fazer parte da MOS (SOUTO et al., 2013).

Para isso, se faz necessário a presença de decompositores e fixadores de nutrientes, com condições ambientais favoráveis para o seu aparecimento e conseqüentemente, sua permanência. Levando em consideração que essa área apresenta altos valores de macroporos e acrescentando também o efeito da quantidade de argila, que mesmo não se diferenciando estatisticamente das outras áreas, apresenta a menor média de argila presente no solo, gerando um ambiente muito susceptível a drenagem otimizada e entrada de calor, bem como a alta aeração do solo.

Ainda na Tabela 3, verifica-se que a área de permacultura obteve a maior média de respiração do solo, seguida da área de RC e por fim, a da MR, onde as duas últimas não se diferenciam estatisticamente entre si. O valor de efluxo de CO₂ para a área de permacultura se aproxima do

Com o crescimento de árvores permanentes a porosidade foi aumentando, modificando todas as estruturas vinculadas a mudança de vegetação e manejo (ARAÚJO NETO et al., 2014).

Na Tabela 03 encontram-se os resultados de carbono orgânico total, matéria orgânica e efluxo de CO₂. Verificou-se que os maiores teores de COT presente no solo, foram encontrados na área de MR, nas duas profundidades, não se diferenciando estatisticamente da área de Per (0-20 cm) e RC (0-20 cm). O menor valor de CT foi encontrado na área de RC, na profundidade de 20-40 cm, não diferenciando estatisticamente da área de Per (20-40 cm).

valor encontrado por Pinto-Júnior et al. (2009), que para uma Floresta de Transição Amazônica Cerrado, o valor médio do efluxo de CO₂ do solo foi de 5,45 µmolm⁻²s⁻¹.

CONCLUSÕES

A permacultura e a rotação de cultura apresentaram-se como práticas que proporcionaram elevados valores de porosidade do solo, influenciando na retenção de água no solo; em relação à densidade do solo os resultados não se diferenciaram dos valores encontrados para mata em regeneração, demonstrando os benefícios destes manejos para a melhoria da qualidade física do solo;

O aporte de serapilheira, na superfície destes manejos, favoreceu a elevados valores de carbono orgânico e matéria orgânica em superfície;

A área da permacultura apresentou médias superiores de efluxo de CO₂ do solo.

REFERÊNCIAS

APAC, Agência Pernambucana de Água e Clima. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/>>. Acesso em: 01 de novembro de 2014.

ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, A. N.; KUSDRA, J. F.; KOLLN, F. T.; NETO, R. C. A. Atividade biológica de solo sob cultivo múltiplo de maracujá, abacaxi, milho, mandioca e plantas de cobertura. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 4, p. 650-658, 2014.

CARVALHO, M. A., RUIZ, H. A., COSTA, L. M., PASSOS, R. R., ARAÚJO, C. A. S. Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo Vermelho sob duas coberturas do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 10, p. 1010-1016, 2014.

CEDILLO, J. G. G.; GÓMEZ, L. I. A.; ESQUIVEL, C. E. G. Agroecología y sustentabilidad. Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, v. 15, n. 46, p. 51-87, 2008.

- CHIEZA, E. D.; LOVATO, T.; ARAÚJO, E. S.; TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 37, n.1, p. 1393-1401, 2013.
- EMBRAPA, Manual de métodos de análise de solo/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. Qualidade do solo e meio ambiente. *Embrapa Arroz e Feijão*, 2006. 35p.
- FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. In: Lier, Q. de J. van. *Física do solo*. Viçosa: SBCS, 2010. p.1-27.
- FERREIRA, D. F. Sisvar - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.
- GARCÍA-ORENES, F.; GUERREROA, C.; ROLDÁN, A.; MATAIX-SOLERAA, J.; CERDÀ, A.; CAMPOYB, M.; ZORNOZAD, R.; BÁRCENASA, G.; CARAVACAB, F. Soil microbial biomass and activity under different agricultural management systems in a semiarid Mediterranean agroecosystem. *Soil & Tillage Research*, v. 109, n. 2, p. 110-115, 2010.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codm-un=260610&search=||info%20f%C3%ADsicos:-informa%C3%A7%C3%B5es-completas> > Acesso: 15 de dezembro de 2014.
- LAL, R. Challenges and opportunities in soil organic matter research. *European Journal of Soil Science*, Malden, v.60, n.2, p.158–169, 2009
- LAVADO, R. S., TABOADA, M. A. The Argentinean Pampas: A key region with a negative nutrient balance and soil degradation needs better nutrient management and conservation programs to sustain its future viability as a world agro resource. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 64, n. 5, p. 150-153, 2009.
- LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BASTITELLA, B.; WARMLING, M. T. Atributos físicos relacionados à compactação de Solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.6, p. 1733-1744, 2012.
- MAZOYER, M.; ROUDART, L. História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea. São Paulo: Edusp; DF: NEAD, 2010. 100p.
- MOTA, F. O. B.; NESS, R. L. L.; MOTA, J. C. A.; CLEMENTE, C. A.; SOUSA, S. C. Physical quality of an oxisol under different uses. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 1, p. 1828-1835, 2012.
- PINTO-JUNIOR, O. B.; SANCHES, L.; DALMOLIN, A. C.; NOGUEIRA, J. S. Efluxo de CO₂ do solo em floresta de transição Amazônia Cerrado e em área de pastagem. *Acta Amazonica*, v. 39, n. 4, p. 813-822, 2009.
- PRIETO-BENÍTEZ, S.; MÉNDEZ, M. Effects of land management on the abundance and richness of spiders (Araneae): a meta-analysis. *Biological Conservation*, v. 144, n. 2, p. 683-691, 2011.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. Propriedades físicas do solo. Santa Maria, Universidade Federal Santa Maria, 2006. 18p.
- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; BETTA, M.; Polidoro, J. C. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. *Bragantia*, v. 70, n. 3, p. 622-630, 2011.
- SANTOS, F. C.; SIQUEIRA, E. S.; ARAÚJO, I. T.; MAIA, Z. M. G. A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 2, p. 33-52, 2014.
- SEQUINATTO, L.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; MAZURANA, M.; MÜLLER, J. Qualidade de um Argissolo submetido a práticas de manejo recuperadoras de sua estrutura física. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v 18, n 3, p. 344–350, 2014.
- PREVEDELLO, C. L. Física dos solos com problemas resolvidos. Curitiba, Saeafs, 1996. 446p.
- SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A.; SALES, F. C. V.; SOUZA, B. V. Taxa de decomposição da serapilheira e atividade microbiana em área de caatinga. *Cerne*, v. 19, n. 4, p. 559-565, 2013.
- SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; TOMM, G. O.; KOCHHANN, R. A.; ÁVILA, A. Atributos físicos do solo em sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. *Bragantia*, v. 68, n. 4, p. 1079-1093, 2009.
- VALOIS, C. M.; COMIN, J. J.; VEIGA, M.; BRUNETTO, G.; FAYAD, J. A.; BAUER, F. C.; LOSS, A.; MORAES, M. P.; LAZZARI, C. J. R. Atributos físicos de Cambissolo Háplico em vinhedos submetidos a intensidades de tráfego. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 4., p. 1256-1267, 2014.
- YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 19, n.1 p. 1467-1476, 1988.