

ATRIBUTOS QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS DO SOLO EM SISTEMA AGROECOLÓGICO DE PRODUÇÃO

Liamara Perin⁽¹⁾; Franzone de Jesus Farias⁽²⁾; Thaiane Caroline Costa Barros Silva⁽³⁾; Vanessa Marisa Miranda Menezes⁽⁴⁾; Sarita Socorro Campos Pinheiro⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Doutora em Ciência do Solo, Professora do Instituto Federal de Sergipe, liaperin@yahoo.com.br; ⁽²⁾Mestrando em Recursos Hídricos, Consultor na Associação São Domingos de Desenvolvimento Comunitário União Trinfense, franzone_farias@hotmail.com; ⁽³⁾Graduada em Agroecologia, Pesquisadora do do Instituto Federal de Sergipe, caarol-costa@hotmail.com; ⁽⁴⁾Graduada em Engenharia Química, Técnica de laboratório do Instituto Federal de Sergipe; ⁽⁵⁾Doutora em Fitotecnia, Professora do Instituto Federal de Sergipe, sarita.campos@ifs.edu.br.

Resumo: A mudança no uso do solo de uma condição natural para o uso agrícola pode impor mudanças em seus atributos de qualidade, trazendo consequências econômicas para o produtor e ambientalmente para sua região de abrangência. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade química e microbiológica de um solo em sistema agroecológico de produção no município de Simão Dias, região semiárida do Estado de Sergipe. Sendo assim, foram estudadas duas áreas sob manejo agroecológico, usando área de mata nativa como referência. Foram coletadas amostras para as análises químicas e microbiológicas. Os solos são de boa fertilidade, necessitando apenas aumentar os teores de matéria orgânica e menor revolvimento para não afetar a população microbiana do solo.

Palavras-Chave: Qualidade do solo. Manejo do solo. Semiárido.

Abstract: The change in the use of the soil of a natural condition for the agricultural use can impose changes in its attributes of quality, bringing economic consequences for the producer and environmentally for its region of comprehensiveness. The objective of this work is to evaluate the chemical and microbiological quality of a soil according to the agroecological production system in the municipality of Simão Dias, semi-arid region of the State of Sergipe. Thus, two areas were studied for agroecological management, using forest area as reference. In this way, undisturbed samples were collected for the chemical and microbiological analyzes. Therefore, the soils are of good fertility, requiring

only higher levels of phosphorus and increase the organic matter content of the soil.

Keywords: Soil quality. Soil management. Semiarid

INTRODUÇÃO

O solo é a base da produção agroecológica. Deve-se melhorar o solo, dar “vida ao solo” para desta forma ter boa produção. Portanto, a adoção de técnicas de manejo conservacionista do solo e da água são muito relevantes para a sustentabilidade, de tal forma que se possa manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produção.

Os solos, quando submetidos a determinados sistemas de cultivo, tendem a um novo estado de equilíbrio, refletido em diferentes manifestações de seus atributos, as quais podem ser desfavoráveis à conservação da capacidade produtiva dos mesmos. Logo, a relação entre o manejo e a qualidade dos solos pode ser avaliada pelos seus atributos físicos, químicos e microbiológicos.

Sendo assim, os atributos de qualidade do solo são úteis para avaliar o efeito do manejo e seus impactos na sustentabilidade dos agroecossistemas. Consequentemente, a sustentabilidade agrícola está diretamente ligada à qualidade do solo, na perspectiva de uma produção alimentícia tendo como base um solo capaz de cumprir suas funções em condições ambientais seguras e socialmente aceitas. A qualidade do solo é tão importante quanto do ar e da

água como fator determinante para a qualidade global do ambiente. A conscientização de que o solo é um recurso fundamental para o funcionamento dos ecossistemas e a constatação de que os processos de degradação têm afetado uma porção considerável dos solos atualmente em uso, estimulou o interesse pelo conhecimento da qualidade do solo para avaliação da sustentabilidade ambiental (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007)

Entendendo o solo como um corpo vivo acredita-se que a qualidade pode influenciar não só na fertilidade, mas também na biodiversidade de organismos vivos presentes nele. A interação entre os agentes químicos, físicos e biológicos regulam em grande parte as condições requeridas pela planta com relação à fertilidade do solo (PIMENTEL et al., 2006).

No monitoramento da qualidade do solo, diversos parâmetros químicos, físicos e biológicos têm sido considerados como indicadores de qualidade e mudanças do solo. A escolha do método e dos parâmetros depende dos objetivos, recursos disponíveis e condições do contexto local e da pesquisa além das características do solo analisado (CAMARGO, 2016).

A utilização de características químicas do solo para avaliar as mudanças ocorridas em função dos seus diferentes tipos de uso, já vem sendo utilizada há vários anos por diversos autores, a fim de identificar qual a melhor maneira de utilização do solo, sem que ocorram maiores impactos na natureza. Assim, a exploração agrícola com o passar do tempo conduz ao aumento da heterogeneidade do solo por meio de modificações, como desmatamento, preparo da terra, alternância de culturas, uso de fertilizantes e incorporação de resíduos orgânicos fazendo com que uma mesma área com cultivo ou não em distintos sistemas de manejos apresente variação nos atributos químicos do solo (MILINDRO et al., 2016).

Os indicadores químicos retratam parâmetros que são responsáveis pelos processos naturais do funcionamento do solo, como a matéria orgânica (influencia a textura e a biomassa microbiana), o pH (a disponibilidade de nutrientes) e o conteúdo

de nutrientes que está relacionado à produção de biomassa (PINTO, 2014). A matéria orgânica do solo (MOS) é um dos principais indicadores químicos, por ser altamente suscetível frente às práticas de manejo além de estabelecer relação com as demais propriedades do solo, tais como a densidade, a porosidade, a superfície específica, a estrutura e a retenção de água (REINERT; REINERT, 2006).

Também a CTC (Capacidade de Troca de Cátions) é considerada outro importante indicador de qualidade do solo, pois está relacionada à capacidade do solo em reter e fornecer nutrientes às plantas, reduzindo as perdas destes por lixiviação, sendo esta capacidade maior ou menor em função da quantidade de cargas negativas presentes na superfície dos colóides (BARRETO et al., 2008). E o índice de saturação de bases do solo é outro indicativo da condição geral da fertilidade do solo, pois representa a participação das bases trocáveis no complexo de troca.

Os atributos microbianos do solo, tais como a diversidade de microrganismos, atividade enzimática, taxa de respiração e biomassa microbiana, são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais decorrentes do uso agrícola (EPELDE et al., 2014; FERREIRA et al., 2010; FERREIRA et al., 2011)

Para ALVES et al. (2011), na análise qualitativa dos solos, os indicadores biológicos como carbono da biomassa microbiana, respiração microbiana e quociente metabólico têm sido frequentemente sugeridos como mais sensíveis aos impactos causados pelo manejo, tendo em vista que esses sistemas influenciam constantemente a atividade metabólica dos microrganismos.

A biomassa microbiana do solo (BMS) é o componente vivo da matéria orgânica do solo. Sua avaliação é útil para obter informações rápidas sobre mudanças nas propriedades orgânicas do solo, detectar variações causadas por cultivos ou por devastação de florestas, medir a regeneração dos solos após a remoção da camada superficial e avaliar os efeitos de poluentes como metais pesados e pesticidas (FRIGHETTO, 2000).

A respiração basal do solo reflete a produção de CO₂ no solo resultante da atividade respiratória de microrganismos, protozoários, nematóides, insetos, anelídeos e raízes do solo. A respiração é um indicador sensível e revela rapidamente alterações nas condições ambientais que por ventura afetem a atividade microbiana (DE-POLLI; PIMENTEL, 2005).

Quociente Metabólico do Solo (qCO₂) é a razão entre a respiração basal do solo por unidade de carbono da biomassa microbiana, conforme descrito por (ARAÚJO et al., 2007). Altos valores do qCO₂ significam que a população microbiana está oxidando carbono das suas próprias células para sua manutenção, indicando que se encontra em condições adversas ou que o local recebeu incorporação de resíduos orgânicos (ALVES et al., 2011). A combinação das medidas da biomassa microbiana e respiração fornecem a quantidade de CO₂ evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ou respiratório (qCO₂). O qCO₂ indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002).

Pesquisas para conhecer os efeitos do manejo agroecológico sobre os atributos do solo são necessárias para identificar alterações promovidas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar atributos de qualidade dos solos submetidos a diferentes usos agrícolas em sistema agroecológico de produção.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido na Fazenda Barrocas, localizada no Povoado Barrocas município de Simão Dias-Sergipe, definido pelas coordenadas 10°47'37.41 e 37°50'49.88, com altitude de 195 metros. O clima da região é tropical seco e sub úmido e a temperatura média anual é de 24,1° C, com precipitações pluviométricas médias anuais de 880 mm, concentradas nos meses de abril a agosto. A fazenda produz de forma agroecológica desde 2007, possui uma área de 30 hectares ocupada com mata nativa, pastagem, culturas anuais (feijão e milho), perenes

(banana, maçã, pera e café) e outras olerícolas.

A coleta foi realizada no dia 09 de janeiro de 2017 em quatro áreas com diferentes sistemas de manejo e uso do solo. Todas as áreas deste estudo apresentam solo do tipo Planossolo solódico eutrófico e são elas: 1) Área de mata, um fragmento de formação caatinga hipoxerófila/floresta caducifólia, considerada formação secundária de caatinga que a aproximadamente 30 anos foi bastante devastada em função do uso com pecuária/pastagens e culturas anuais; 2) área recém implantada com tomateiros, cultivados neste local a 6 anos; 3) área com de macieiras, implantada a 7 anos; 4) entrelinhas das macieiras com espaçamento de 3x1, cultivadas com diferentes olerícolas. Todas as áreas agrícolas receberam composto segundo recomendação e eram irrigadas por gotejamento.

Análises químicas

Foram determinados: o pH em água; CE (condutividade elétrica), cálcio mais magnésio (Ca²⁺+Mg²⁺), potássio (K⁺), sódio (Na⁺), alumínio (Al³⁺), hidrogênio (H⁺) fósforo assimilável (P) e carbono orgânico total, conforme metodologia da EMBRAPA (1997). Em função dessas determinações, foi calculada a soma de bases (S), a capacidade de troca catiônica (CTC), a percentagem de saturação por base (V) e a percentagem de sódio trocável (PST). Em cada área foram coletadas 3 amostras compostas, cada amostra composta formada por 3 amostras simples, na profundidade de 0-20 cm.

Análises microbiológicas

Foram coletadas 3 amostras compostas como citado acima, porém na profundidade de até 10 cm de profundidade. As mesmas foram levadas ao laboratório e analisadas durante o período máximo de 10 dias. No momento das análises, as amostras passaram por peneira com malha de 2 mm para retirada de pedras, raízes e outros restos vegetais. Todas as análises foram feitas em triplicata e o procedimento experimental foi complementado por prova em branco (controle da análise).

O carbono da biomassa microbiana foi estima-

do pelo método fumigação-extração (SILVA et al., 2007a). A respiração microbiana do solo (RBS) foi determinada mediante a quantificação da evolução de CO₂ liberado em 20 g de amostra de solo, após 72 horas de incubação com solução de NaOH (SILVA et al., 2007b). A relação entre a respiração por unidade de carbono da biomassa microbiana do solo permite estimar o quociente metabólico do solo (qCO₂), que estima a eficiência no uso de substratos pelos microrganismos, podendo ser utilizado como sensível indicador de estresse.

Análise estatística

O tratamento dos dados consistiu da análise de variância e da comparação de médias pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos químicos

Todos os dados obtidos foram interpretados segundo SOBRAL et al., (2007), e comparados em relação ao diagnóstico da fertilidade dos solos do Estado de Sergipe (SIQUEIRA, 2007). Em relação aos dados de fertilidade dos solos analisados (Tabela 1), foi observado que os pH das áreas analisadas não diferiu e que apenas a área da mata apresentou pH dentro da faixa considerada ideal para os solos (5,5 a 6,5), estando as áreas restantes com o pH acima do ideal. Em Sergipe, as maiores frequências de pH acima do ideal estão na mesorregião do sertão, devido ao efeito do clima, para a região agreste ocorre predomínio de solo com pH dentro da faixa do ideal o produtor relatou que não fez calagem nas áreas estudadas, podendo o pH estar maior devido ao efeito da adubação.

Esta localidade está de transição entre Agreste e Semiárido e estes dados de pH acima do ideal nas áreas cultivadas nos indica que cuidados devem ser tomados com adubações, nesse ambiente mesmo sendo orgânico. O pH acima de 6,5 implica em problemas como a disponibilidade de micronutrientes

e excesso de sais. O produtor relatou que não fez calagem nas áreas estudadas, podendo o pH estar maior devido ao efeito da adubação. Nenhuma das áreas necessitaram de calagem pois não apresentaram pH baixo e seu índice de Saturação de Bases (V%) é superior a 80%. Valores altos de saturação de bases predominam nesta região bem como no Sertão por serem áreas como menor lixiviação de cátions pela ação das chuvas.

A CE (Condutividade Elétrica) um indicativo da concentração de sais de um solo, apresentou valor de 3,6 mS/cm de solo na área da mata. Esse valor é considerado mediano, porém já interfere no desenvolvimento de culturas. As áreas cultivadas apresentaram valores baixos, menores que 2 mS/cm de solo, não interferindo no desenvolvimento das culturas. Provavelmente este alto valor na área da mata esteja relacionado aos baixos volumes de chuvas na região e aos pontos de coleta das amostras. Devido à dificuldade de caminhar na caatinga, estas amostras foram coletadas em baixadas, locais que aumentam a concentração de sais.

Associado à CE, a PST (Porcentagem de Sódio Trocável) apresentou valores baixos em todas as áreas que também não diferiram estatisticamente. Os valores de CE, PST, e pH para as áreas avaliadas não caracterizaram estes solos como salinos, salinos-sódicos ou sódicos. Porém os valores de PST acima de 6% indicam que estes solos da ordem Planossolo, apresentam como subordem característica solódica (saturação por Na entre 6 a 15%), sendo portanto um Planossolo solódico eutrófico (V% maior que 50%).

Os teores de Al³⁺ trocável não diferenciam estatisticamente sendo considerados baixos variando entre 0, 1 a 0,15 cmolc/dm³ de solo corroborando com os dados deste elemento no estado.

A acidez potencial, que se refere aos íons de H⁺ e Al³⁺ adsorvidas na superfície de troca, dado necessário para o cálculo da CTC do solo, diferiu estatisticamente para área da mata, apresentando neste local maior valor (médio) em relação às demais (baixo).

Os teores de Ca+Mg foram considerados altos em todas as áreas, tendo a área da mata os maiores va-

lores em relação as áreas agrícolas. Para o estado, a literatura aponta predomínio de áreas com teores baixos e médios de Ca+Mg, sendo apenas 21% áreas com teores altos destes elementos.

A capacidade de troca de cátions (CTC) é um importante indicativo da qualidade do solo, reflete a capacidade do solo em reter cátions essenciais às plantas como o K, Na, Ca e Mg. Os valores de CTC observados neste estudo foram interpretados como altos para a mata, que também diferiu estatisticamente das demais e médios para as áreas agrícolas. Estes dados estão de acordo com a literatura que mostra valores considerados médios de CTC para a região agreste do estado.

Os níveis de P foram considerados médio e não diferiram entre as áreas analisadas. Diferindo da literatura que mostra predomínio de níveis baixos de P em todo o estado e contribuem para restrição no desenvolvimento das culturas.

Já para K, foi observado maior variação entre as áreas avaliadas. A área da mata apresentou maior teor e diferiu estatisticamente das demais, seguido da área das linhas da macieira e com menores valores para a área do tomate e entre linhas das macieiras. Em relação a sua interpretação, as áreas de mata e linha das macieiras apresentaram valores altos e as áreas de tomateiros e entrelinhas das macieiras com valores médios. Para Sergipe, valores baixos

de K são encontrados com mais frequência apenas na região leste, já para as outras regiões ocorre predomínio de teores de médios e altos deste elemento.

O teor de matéria orgânica foi maior na área da mata em relação às demais, porém, todos os valores de matéria orgânica foram considerados baixos nas áreas estudadas, indicando restrição quanto a disponibilidade de N para as culturas.

Em relação às áreas analisadas foi observado que a mata não diferiu estatisticamente para os valores de pH, Al, P, PST e V% porém diferiu, apresentado maiores valores para CE, Matéria Orgânica, K, Ca+Mg, CTC e H+ Al+. A interpretação da fertilidade destas áreas mostrou que apenas os teores de matéria orgânica foram considerados baixos, indicando boa fertilidade destes solos, como também observado em áreas produtoras de milho neste mesmo município (SILVA et al., 2015).

Estudo de solos do Agreste Sergipano também mostraram baixos teores de fósforo e nitrogênio nos solos (matéria orgânica), recomendando maiores adubações com estes elementos (PORTELA et al., 2014).

Podemos observar que as propriedades químicas estudadas apresentam bons indicadores de qualidade (Tabela 2), quando comparado com os valores de referência adotados (SOBRAL et al. 2007), com exceção aos teores de matéria orgânica que necessitam ser aumentados.

Tabela 1: Atributos químicos de qualidade do solo avaliados em sistema agroecológico de produção no município de Simão Dias-Sergipe.

Áreas avaliadas	pH	CE	PST	Al	Al+H	Ca+Mg	CTC	P	K	MO	V
	H ² O	cmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³		g kg ⁻¹	%	
Mata nativa	5,9 a	5,7 a	6,86 a	0,15 b	3,2 a	14,9 a	20,0 a	9,77 a	177 a	10,99 a	83,47 a
Tomateiros	6,9 a	1,4 b	6,30 a	0,1 a	1,8 b	8,4 b	11,0 b	8,5 a	40,3 c	4,44 a	83,42 a
Linhas de macieiras	7,6 a	0,9 b	6,97 a	0,1 a	1,3 b	8,3 b	10,7 b	13,42 a	140 b	4,37 a	87,80 a
Entrelinhas macieiras	6,8 a	0,7 b	6,85 a	0,1 a	1,7 b	7,2 b	9,7 b	9,42 a	52 c	4,83 a	82,29 a

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade. Análise dos atributos químicos do solo, pH, hidrogênio (H⁺), acidez potencial hidrogênio mais alumínio (H⁺+Al), fósforo (P), potássio (K), cálcio mais magnésio (Ca+Mg²⁺), CE (condutividade elétrica), matéria orgânica (MO), percentagem de sódio trocável (PST), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases (V%) para as camadas 0 – 20 cm.

Tabela 2: Níveis de fertilidade do solo avaliados em sistema agroecológico de produção no município de Simão Dias-Sergipe.

Áreas avaliadas	Níveis de Fertilidade										
	pH	CE	PST	Al	Al+H	Ca+Mg	CTC	P	K	MO	V
Mata nativa	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	ALTO	ALTO	MÉDIO	ALTO	BAIXO	ALTO
Tomateiros	ALTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	ALTO
Linhas de macieiras	ALTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	ALTO	BAIXO	ALTO
Entrelinhas macieiras	ALTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	ALTO

Atributos microbiológicos

Os dados de carbono da biomassa microbiana (Tabela 3) mostraram que não houve diferença significativa entre as áreas analisadas.

No momento da coleta das amostras, a região se encontrava em período seco, há no mínimo 5 meses. A área de plantio de tomateiros estava limpa com mudas recém transplantadas, irrigada por gotejamento e logo receberia cobertura morta. As áreas com macieiras também recebiam irrigação por gotejamento e em suas entrelinhas eram cultivadas com diferentes olerícolas. Estes resultados mostraram que mesmo com menor teor de umidade, a área da mata não diferiu das demais em relação a quantidade de microrganismos.

Estudos já mostraram que temperatura, umidade, fluxo de calor no solo e luminosidade configuram condições essenciais para o entendimento e distribuição destes seres vivos nos diversos ecossistemas naturais, inclusive a microfauna (CHAPIN et al., 2002). Também estudos realizados em Caxiuanã – Pará, mostraram a influência de fatores

ambientais, tais como a temperatura e o pH do solo na população microbiana e na fauna do solo (RUIVO et al., 2002; RUIVO et al., 2007).

Em relação a respiração da biomassa microbiana e o quociente metabólico, foi observado (Tabela 3) que as áreas com plantio de tomateiros e olerícolas nas entrelinhas das macieiras, foram superiores estatisticamente em relação as demais. Altos valores do qCO₂ significam que a população microbiana está oxidando carbono das suas próprias células para sua manutenção, indicando que se encontra em condições adversas ou que o local recebeu incorporação de resíduos orgânicos (CAPUANI et al., 2012).

As áreas aqui estudadas que apresentaram maior respiração e quociente metabólicos receberam adubação orgânica na forma de composto e foi revolvida para o plantio das olerícolas. Este maior aporte de adubos orgânicos e o revolvimento estimula a atividade microbiana, podendo levar a morte da população caso não tenha nutrientes suficientes no solo ou degradação da matéria orgânica acumulada no mesmo (SILVA et al., 2012).

Tabela 4: Atributos microbiológicos de qualidade do solo avaliados em sistema agroecológico de produção no município de Simão Dias-Sergipe.

Áreas avaliadas	C _{mic}	RBS	qCO ₂
Mata nativa	270,26 a	72,57 b	0,34 b
Tomateiros	234,67 a	128,50 a	0,66 a
Linhas de macieiras	287,96 a	77,63 b	0,33 b
Entrelinhas de macieiras	226,23 a	143,16 a	0,73 a

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott (1974) a 5% de nível de significância. C_{mic}: carbono da biomassa microbiana do solo (mg C_{mic} kg⁻¹ solo); RBS: respiração basal do solo (mg C-CO₂ kg⁻¹ solo h⁻¹); qCO₂ = quociente metabólico (µg C-CO₂ h⁻¹/µg C-biomassa g⁻¹ solo). Média formada por 3 repetições.

CONCLUSÕES

O uso agrícola dos solos reduziu os teores de CE, matéria orgânica, K, Ca+Mg, CTC e H+Al mas não deferiu estatisticamente o pH, Al, P, PST e V%.

A fertilidade dos solos analisados é considerada boa, apresentando apenas baixos teores de matéria orgânica.

Não houve alteração no carbono da biomassa microbiana em todas as áreas avaliadas, entretanto as áreas com maior revolvimento apresentaram maior respiração microbiana.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T.D.S.; CAMPOS, L.L.; ELIAS NETO, N.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M.F. **Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejo**. Acta Sci. Agro.,33: 341- 347, 2011.
- ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Biosc. J., 23:66-75, 2007.
- BARRETO, A.C.; FREIRE, M.B.G.; NACIF, P. G.S.; ARAÚJO, Q.R.; FREIRE, F.J.; INÁCIO, E.S.B. **Fracionamento químico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos**. R. Bras. de Ci. do Solo, 32:1471-1478, 2008.
- CAMARGO, F. F. **Indicadores físicos, químicos e biológicos da qualidade do solo em sistemas agroflorestais agroecológicos na área de preservação ambiental Serra da Mantiqueira, 241 p**. Tese (doutorado) MG / Flora Ferreira Camargo. – Lavras: UFLA, 2016.
- CAPUANI, S.; RIGON, J.P.G.; BELTRÃO, N.E. de M.; NETO, J.F.de B. **Atividade microbiana em solos, influenciada por resíduos de algodão e torta de mamona**. Ver. Bras. de Eng. Agríc. e Amb., 16:1269–1274, 2012.
- CHAPIN, F.S.; MATSON, P.A.; MOONEY, H.A. **Principles of terrestrial Ecosystem ecology**. Nova York: Springer, 2002, 455 p.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M.S. **Indicadores de qualidade do solo**. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (eds.) **Processos biológicos no sistema solo - planta: ferramentas para uma agricultura sustentável**. Brasília - DF: Embrapa, 2005. 517 p.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed.** rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. p. 212.
- EPELDE, L.; BURGÉS, A.; MIJANGOS, I.; GARBISU, C. **Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study**. Applied Soil Ecology.,75:1-12, 2014.
- FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).
- FERREIRA, E. P. B.; dos SANTOS, H.P.; COSTA, J. R.; De-POLLI, H. RUNJANEK, N.G. **Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management**. Ver. Ciên. Agron., 41: 177-183, 2010.
- FERREIRA, E.P.B.; WENDLAND, A.; DIDONET, A.D. **Microbial biomass and enzyme activity of a Cerrado Oxisol under agroecological production system**. Bragantia, 70:1-9, 2011.
- FRIGHETTO, R.T.S. **Análise da biomassa microbiana em carbono: método de fumigação – extração**. In: FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J. (Coords.). **Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo: manual técnico**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 198 p. (EMBRAPA Meio Ambiente – Documento, 21).
- MILINDRO, I.F.; RODRIGUES, R.A.; SANTOS, M.K.A.; SANTOS, V.B. **Atributos químicos como indicadores de qualidade do solo sob manejo agroecológico**. Cad. de Agroec., 10: 1-5, 2016.
- PIMENTEL, M.S.; AQUINO, A.M.; CORREIA, M.E.F.; COSTA, J.R.; RICCI, M.S.F.; DE-POLLI, H. **Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do médio do Paraíba fluminense-RJ**. Coffee

Science, 1:85-93, 2006.

PINTO, C.R.O. **Efeito do uso do solo sobre seus atributos na microrregião de Chapadinha-MA.** 2014. 85 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

PORTELA, J.C.; CINTRA, F.L.D.; CARVALHO, H.L.; ANJOS, J.L.; MELO, P.O. **Atributos físico – hídricos e químicos de solos sob cultivo de milho na região agreste de Sergipe.** Ag. Ci. no Semiárido, 10:51-58, 2014.

REINERT, D.J; REICHERT, J.M. **Propriedades físicas do solo.** Universidade Federal de Santa Maria. Centro de ciências rurais. Santa Maria- RS, 2006. 18 p.

RUIVO, M.L.P.; PEREIRA, S.B.; BUSSETI, E.P.C.; COSTA, R.F.; QUANZ, B.; NAGAISHI, T.Y.; OLIVEIRA, P.J.; MEIR, P.; MALHI, Y. **Propriedades do solo e fluxo de CO₂ em Caxiuanã, Pará: experimento LBA- Esecaflo.** In: KLEIN, E.L.; VASQUEZ, M.L.; ROSA-COSTA, M.L. (Orgs.) Contribuições à Geologia da Amazônia, V.3. SBG-Núcleo Norte, p. 291-299, 2002.

RUIVO, M.L.P.; BARREIROS, J.A.P.; SILVA, R.M.; SÁ, L.D.A.; LOPES, E.L.N. **LBA-ESECAFLOR Artificially Induced Drought in Caxiuanã Reserve, Eastern Amazonia: Soil Properties and Litter Spider Fauna.** Earth Interac., 11:1-13, 2007.

SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALD, R. **Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study.** Biology & Fertility of Soils, Berlin, 35:96-101, 2002.

SILVA, E.E.; AZEVEDO, P.H.S. de; DE-POLLI, H. **Determinação de carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C).** Seropédica, Embrapa Agrobiologia - Comunicado Técnico, 98, 2007a. 6 p.

SILVA, E.E. da; AZEVEDO, P.H.S. de; DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂).** Seropédica, Embrapa Agrobiologia - Comunicado técnico,

99, 2007b. 6 p.

SILVA, M.S.C.; SILVA, E.M.R.; PEREIRA, M.G.; SILVA, C.F. **Estoque de Serapilheira e Atividade Microbiana em Solo sob Sistemas Agroflorestais.** Flor. e Amb., 19:431-441, 2012.

SILVA, J.N.; LINHARES, P.C.A.; FIGUEREDO, J.P.; IRINEU, T.H.S.; SILVA, J.N.; ANDRADE, R. **Crescimento do milho bandeirante sob lâminas de irrigação e mulching.** Ag. Ci. no Semiárido, 11:87-96, 2015.

SOBRAL, L.F.; VIEGAS, P.R.A.; SIQUEIRA, O. J.W.; ANJOS, J.L., BARRETTO, M.C.V. & GOMES, J.B.V. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe.** Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

SIQUEIRA, O.J.W. de. Diagnóstico da fertilidade dos solos do estado de Sergipe. In: SOBRAL, L.F.; VIEGAS, P.R.A.; SIQUEIRA, O.J.W.; ANJOS, J.L., BARRETTO, M.C.V. & GOMES, J.B.V. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe.** Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.