

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO SOBRE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Isabela Ribeiro de Freitas Rocha¹; Rafael De Paiva Andrade²; Moniki Campos Janegitz³

¹Engenheira Agrônoma, Faculdades Gammon, Paraguaçu Paulista-SP.

²Mestrando do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) Campinas-SP, E-mail: rafael.andrade31@yahoo.com.

³Professora, doutora em agricultura Faculdades Gammon, Paraguaçu Paulista-SP.

RESUMO

Quando se tem interferência antrópica em área nativa para o uso agrícola, o solo sofre alterações significativas, sejam elas viabilizando e melhorando o cultivo ou inviabilizando o seu uso, sendo assim é de suma importância a escolha do manejo a utilizar, visto que o solo sofre modificações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, e em grande parte sendo irreversíveis. O objetivo deste estudo é avaliar a qualidade de solo em diferentes áreas cultivadas em solo de textura arenosa. O experimento foi realizado em condições de campo no município de Iepê no estado de São Paulo, no período de 90 dias, sob um solo do tipo Latossolo vermelho distroférico. Os tratamentos foram constituídos de 6 diferentes áreas de manejo e/ou cultivo de solo sendo: área de pastagem, cultivo de mandioca, cultivo de cana-de-açúcar, cultivo de eucalipto, área de mata e cultivo de milho, com quatro repetições e delineamento inteiramente casualizado. As variáveis analisadas foram: densidade, porosidade e respiração do solo. Foi estipulada também a infiltração de água no solo em minutos, para um total de 1500ml de água utilizada. De modo geral, a qualidade de solo é diretamente influenciada pelo tipo de cultivo. Quando comparado a área de pastagem com a mata e os outros cultivos, os resultados foram negativos em todas as variáveis, devido a sua compactação e início de degradação. Enquanto a área de milho em preparo convencional de solo, apresentou menor densidade e maior porosidade, que pode ser devido ao excesso de operações mecanizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade; Compactação; Porosidade; Infiltração; Respiração do solo.

EVALUATION OF SOIL QUALITY ON DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS

ABSTRACT

When there is anthropic interference in the native area for agricultural use, the soil undergoes significant changes, whether they make feasible and improve the cultivation or make its use unfeasible, so it is extremely important to choose the management to use, since the soil suffers changes in their physical, chemical and biological properties, largely irreversible. The objective of this study is to evaluate the soil quality in different areas cultivated in sandy textured soil. The experiment was carried out under field conditions in the municipality of Iepê in the state of São Paulo, during a period of 90 days, under OXISOL-type soil. The treatments were constituted of 6 different areas of management and / or cultivation of soil, being: pasture area, cassava cultivation, sugar cane cultivation, eucalyptus cultivation, forest area and corn cultivation, with four replications and completely randomized design. The variables analyzed were: density, porosity and soil respiration. The infiltration of water into the soil in minutes was also stipulated, for a total of 1500ml of water used. In general, soil

quality is directly influenced by the type of cultivation. When comparing the pasture area with the forest and other crops, the results were negative in all variables, due to their compaction and evidence of degradation. While the area of corn in conventional tillage, it presented lower density and greater porosity, which may be due to the excess of mechanized operations.

KEY-WORDS: Density; Compaction; Porosity; Infiltration; Breathing the soil.

INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural, o uso de indicadores da sua qualidade (IQS) é imprescindível para a análise do estágio de degradação. A qualidade do solo pode ser definida como sua eficiência de atuar dentro das limitações do ecossistema para assegurar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e proporcionar a saúde vegetal e animal (DORAN et al., 1996). Melloni et al. (2008) ainda diz que a análise dessa qualidade por meio das características do solo é bastante confusa devido, a abrangência que define um solo de qualidade para um uso específico, à diversidade de correlações entre condições físicas, químicas e biológicas que monitoram os processos e as características relacionadas à sua modificação no tempo e no espaço.

Quando as circunstâncias ambientais (atributos físicos, químicos e biológicos) do solo são exploradas juntamente e relacionadas com ecossistemas diversos, nota-se a visualização e a distribuição da influência dessas variáveis se tornam nítidas. O conceito de aplicar técnicas estatísticas que possibilitem a ordem de amostras em função de uma sequência de condições ambientais ao mesmo tempo, concede uma avaliação simultânea dos fatores ambientais, assim avalia-se a relação de distintos ecossistemas ou usos do solo (MELLONI et al., 2008). Analisando a modificação das propriedades do solo em diferentes situações de seu uso, notou-se, por intermédio da avaliação dos elementos essenciais, que as características do solo que mais se relacionam com as mudanças nos ecossistemas foram o teor de K, Mg, Ca e S, a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade e a percentagem de agregados maiores que 2 mm (ALVARENGA, 1996).

O agrupamento fundamental de indicadores de ordem biológica, física e química: textura, profundidade de solo e de raízes, densidade do solo, infiltração de água no solo, capacidade de armazenamento e retenção de água, conteúdo de água no solo, temperatura do solo, teores de C e N orgânico total, pH, condutividade elétrica, teores de N mineral (NH₄⁺ e NO₃⁻), P, K, C e N da biomassa microbiana, N potencialmente mineralizável, respiração do

solo, C na biomassa em relação ao C orgânico total e respiração microbiana em relação à biomassa, foi alcançado pelos pioneiros Doran; Parkin (1994) e Larson; Pierce (1994) buscando os melhores IQS, porém Doran; Parkin (1994) propuseram esse conjunto de indicadores. A ideia desse conjunto de indicadores é que se relacionem com cinco atividades do solo: capacidade de equilibrar e distribuir o fluxo de água; capacidade de equilibrar e distribuir o fluxo de elementos químicos; proporcionar e sustentar o desenvolvimento de raízes; preservar um habitat biológico apropriado; e retribuir ao manejo, suportando à degradação.

Cada vez que o sistema de produção agrícola viabiliza que o curso de elementos seja elevado, isto é, maior quantidade de elementos orgânicos é introduzido por meio do cultivo de plantas, o sistema solo tem habilidade de se auto arranjar em macroagregados (estruturas complexas e variadas) e com grande capacidade de segurar a energia e matéria adicionada na forma de C. As características resultantes, nessa circunstância, destacam-se por: resistência à erosão hídrica e eólica; infiltração e retenção de água no solo; sequestro de C; habilidade de retenção de cátions; maior estoque de nutrientes; adsorção e complexação de compostos orgânicos e inorgânicos; beneficiamento da biota do solo; elevação da ciclagem dos elementos químicos; e resistência a perturbações e resiliência. Desta forma, a estrutura de solo tem capacidade de desempenhar suas finalidades e alcançar qualidade (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

Sendo de suma importância da definição das propriedades físicas e químicas do solo como indicadores do reconhecimento da qualidade do solo e da interferência sofrida por essas propriedades em consequência dos distintos tipos de manejo e uso do solo, objetivou-se com o presente trabalho a avaliação da qualidade do solo em função de diferentes sistemas de manejo em solo do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distroférico.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado em condições de campo no município de Iepê no estado de São Paulo no período de julho de 2018 a setembro de 2018, o município apresenta um clima quente e temperado. Em Iepê segundo a Köppen e Geiger a classificação do clima é Cfa: clima temperado úmido com Verão quente com 22.0 °C de temperatura média e 1385 mm de pluviosidade média anual (CLIMATE-DATA, 2018).

As áreas avaliadas contam com um solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, solos de baixa fertilidade e altos teores de ferro e de predominância maiores quantidades de areia. Os tratamentos foram constituídos de 6 diferentes áreas de manejo e/ou cultivo de solo sendo: área de pastagem, cultivo de mandioca, cultivo de cana-de-açúcar, cultivo de eucalipto, área de mata e cultivo de milho, delineamento inteiramente casualizado. Para tanto as áreas são caracterizadas por:

- Mata: mata nativa intocada, nunca foi alterada, nem realizado qualquer tipo de manejo;
- Eucalipto: área anteriormente de pastagem, com implantação da cultura do eucalipto há 11 anos;
- Cultura (milho): cultivo realizado com preparo convencional, área anteriormente de pastagem, que a 9 anos vem sendo utilizada para agricultura, ano passado foi plantada soja e este ano milho safrinha;
- Cultura (mandioca): área anteriormente de cana, foi cultivado soja a 3 anos, depois cultivado mandioca por uma safra (+/- 1 ano) e depois plantado mandioca novamente (cultura se encontra com aproximadamente 10 meses);
- Cultura (cana-de-açúcar): área anteriormente de pastagem, onde se cultiva cana-de-açúcar há mais de 12 anos;
- Cultura (pastagem): área de pastagem com grama mato grosso (*Paspalum notatum*), pastagem em estado desgastado, sem reforma há 16 anos.

Dentro de cada tratamento (área), foi feito quatro repetições para as variáveis analisadas sendo elas: densidade, porosidade e respiração do solo, totalizando em 24 parcelas. Também foi estipulada a infiltração de água no solo em minutos, para um total de 1500 ml de água utilizada, com o auxílio de um cano de PVC.

As avaliações de densidades foram realizadas na superfície do solo por anel volumétrico de aço (94,28 cm³), sendo amostras indeformadas. As amostras de solo foram colocadas em estufa a 105°C por 48h, determinado a umidade, calculada a densidade e estipulada a porosidade (EMBRAPA, 1997).

Para a determinação da densidade das partículas foi através da massa da unidade de volume das partículas primárias do solo, sendo pesado 20g de terra fina seca em estufa a 105-110°C por 24 horas, após foi transferido para o balão volumétrico aferido de 50ml, colocado

25ml de álcool etílico, agitado delicadamente e deixado em repouso por mais 24hrs, depois com o auxílio de bureta, foi completado o volume do balão volumétrico com álcool etílico, vagarosamente para eliminar bolhas. Lembrando que: a densidade real considera a porosidade, já a das partículas não.

Fórmulas utilizadas para estipular as variáveis:

a) Cálculo do % Umidade:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{PU - PS}{PS}$$

- PU → Peso úmido
- PS → Peso seco

b) Cálculo da densidade real:

$$D.R. (g/cm^3) = \frac{\text{peso da amostra seca}}{\text{volume do anel}}$$

- D.R. → Densidade real

c) Cálculo da densidade das partículas:

$$D.P. (g/cm^3) = \frac{\text{peso da amostra seca (20g)}}{(50 - \text{volume do alcool gasto})}$$

- D.P. → Densidade das partículas

d) Cálculo da porosidade total:

$$P.T. \% = \left(\frac{1 - \text{densidade aparente}}{\text{densidade real}} \right) \times 100$$

- PT → Porosidade total

Para a avaliação da respiração dos microrganismos, o solo foi coletado na camada superficial (0-5 cm). Para este realizado o método de incubação com NaOH. Onde a liberação de CO₂ no processo respiratório dos microrganismos aeróbicos pode ser determinada através da titulação com ácido, sendo este capturado pelo NaOH. As amostras de solo foram incubadas em potes acondicionadas em ambiente fechado e escuro com um copo com 30 mL de NaOH 0,5 M. Os potes foram fechados e vedados com fita adesiva por um período de incubação de 15 dias, após este período, houve a titulação das amostras. Depois de abertos os potes plásticos, o conteúdo do copo plástico foi colocado em um erlenmeyer juntamente com 1 mL de BaCl₂ e 1 gota de fenolftaleína, e na sequência titulado com HCl 0,5 M.

O cálculo da respiração microbiana foi feito utilizando-se o método da titulação com captura de CO₂ por NaOH pela seguinte fórmula:

$$CO_2 (mg/kg^{-1}) = \frac{(Vb - Va) \times 1,1 \times 1000}{PPS}$$

Sendo:

- Vb → volume de Hcl gasto na titulação da prova em branco
- Va → volume de Hcl gasto na titulação de NaOH da amostra
- 1,1 → fator de correção
- PPS → peso do solo seco

Enquanto para a estimativa de infiltração de água no solo foi utilizado um anel de 15 cm de diâmetro e 12 cm de altura, destes 12 cm foi fincado 2 cm no solo, com um total de 1500ml de água, assim a água infiltrou no perfil do solo em direção predominante vertical, o que evitou a superestimativa da taxa de infiltração. Acompanhou-se a infiltração vertical no anel, em 3 intervalos (minutos) de tempo, marcando se em um cronômetro. O tempo de infiltração do volume total de água utilizada foi estipulada em minutos.

A coleta do solo para determinação das variáveis e a avaliação de infiltração ocorreram todas no mesmo dia até as 11h manhã.

A análise estatística foi a de forma descritiva e em duas etapas: a) resumo estatístico por meio de medidas de posição (média, mediana e moda), dispersão (amplitude total, desvio padrão, coeficiente de variação e curtose) e verificação da normalidade da distribuição e ainda análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey $p \leq 0,005$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A principal causa a ser levada em conta quando se busca produção agrícola com sustentabilidade, é o manejo adequado de solo, visto que as técnicas de preparo e as técnicas adotadas para o manejo afetam diretamente as características físicas, química e biológicas (Carter, 1986; Cattelan & Vidor, 1990; Govaerts et al., 2007), ao qual compõe o tripé sob a qual se assenta a qualidade do solo (DORAN & JONES, 1996).

A variabilidade da qualidade de solo entre os manejos adotados nas áreas agrícolas é alta, sendo importante utilizar neste tipo de comparação como a estatística descritiva, pois segundo Huot (2002) é definida como “o conjunto das técnicas e das regras que resumem a

informação recolhida sobre uma amostra ou uma população, e isso sem distorção nem perda de informação”, ainda que se tenham diferentes condições dentro de cada tipo de manejo de solo.

O coeficiente de assimetria permite distinguir as distribuições assimétricas. Um valor nulo indica que os valores são distribuídos de maneira relativamente iguais em ambos os lados da média, mas não implica necessariamente, uma distribuição simétrica, quanto mais próximo de zero, maior confiabilidade dos dados. Os dados obtidos para densidade real foram moderadamente assimétricos, quando que para densidade real, porosidade e respiração foram fortemente assimétricos, para todos os sistemas analisados (Tabela 2). Apesar de as medidas de posição e de variação viabilizar descrever estatisticamente um grupo de dados, em situações de áreas que, por exemplo, onde existem condições que não podem ser isoladas ou administradas, a distribuição dificilmente é simétrica.

De acordo com a Tabela 2 para as médias da densidade aparente, o CV% variou para menor de 7,71% no sistema de milho e para maior de 22,17% no sistema de eucalipto. Nos sistemas de pasto, mandioca, cana e mata variaram de 13,88% à 18,09%.

Ainda na Tabela 2, o CV% para a área do milho em relação a densidade das partículas foi de 10,58%, enquanto que, para cana foi maior, chegando a um valor de 62,70%. Na análise de porosidade a área de Milho ainda obteve o resultado com 5,39% se diferindo da área de Mandioca que o CV% foi de 35,99%. Em relação a Respiração o CV% na área de Milho foi de 7,48% se diferindo da área de Mandioca que obteve 57,84%.

Tabela 2. Tabela de análise de estatística descritiva para as variáveis, Densidade real (DR), Densidade de partículas (DP), Porosidade (%) e Respiração do solo (mg de CO₂/kg de solo seco), para os seis tratamentos.

Tratamentos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV (%)	Curtose	Assimetria	Desvio Padrão
DR (g cm ⁻³) (Densidade real)								
Pasto	1,59	1,57	1,40	1,80	9,37	0,03	0,27	0,17
Mandioca	1,44	1,43	1,36	1,55	18,09	2,09	0,57	0,08
Cana	1,46	1,47	1,33	1,57	13,88	-1,60	-0,21	0,11
Eucalipto	1,45	1,47	1,37	1,51	22,17	-2,17	-0,57	0,07
Mata	1,24	1,26	1,14	1,30	16,87	0,13	-0,82	0,07
Milho	1,31	1,28	1,24	1,42	7,71	2,03	0,44	0,17

DP (g cm ⁻³) (densidade das partículas)								
Pasto	2,74	2,74	2,63	2,86	27,57	-1,37	0,08	0,10
Mandioca	3,01	3,01	2,86	3,17	23,46	0,79	0,12	0,13
Cana	2,66	2,67	2,60	2,70	62,70	2,49	-0,71	0,04
Eucalipto	2,54	2,50	2,35	2,82	12,46	0,76	0,62	0,20
Mata	2,49	2,51	2,27	2,67	11,83	-5,29	-0,29	0,21
Milho	1,59	2,64	2,46	2,82	10,58	0,45	-21,04	0,15
Porosidade (%)								
Pasto	39,71	37,95	32,58	50,35	4,09	2,45	0,54	9,71
Mandioca	48,96	51,56	39,61	53,13	35,99	3,66	-5,72	1,36
Cana	45,15	45,13	39,61	50,74	9,37	-0,81	0,02	4,82
Eucalipto	42,73	41,55	41,01	46,81	7,66	3,79	0,64	5,58
Mata	49,97	51,40	43,17	53,93	8,01	3,00	-0,68	6,24
Milho	52,33	54,31	46,01	54,67	5,39	3,93	-0,61	9,71
Respiração do solo mg CO ₂ kg solo seco								
Pasto	67,21	66,55	63,14	72,60	16,56	0,39	0,49	4,06
Mandioca	78,71	78,10	77,88	80,74	57,84	3,89	1,33	1,36
Cana	80,96	80,30	75,90	87,34	16,81	0,88	0,41	4,82
Eucalipto	72,99	72,60	67,54	79,20	13,08	-4,20	0,21	5,58
Mata	91,91	92,18	84,26	99,00	14,73	-0,34	-0,13	6,24
Milho	72,71	73,48	60,94	82,94	7,48	-1,88	-0,24	9,71

*CV% comparam desvio padrão em % dos sistemas de manejo, o quanto podem ser homogêneas as amostras ou heterogêneas.

Na Tabela 3 os resultados obtidos para densidade real, de modo geral a área de pasto foi que obteve a maior média, quando comparada à área de milho e de mata, porém não se diferindo estatisticamente dos outros cultivos. Já para a densidade das partículas a área com Mandioca não teve diferença estatística em relação ao pasto que obtiveram maiores médias, enquanto que, a cana, eucalipto, mata e milho resultaram em menores valores, mas não se diferindo estatisticamente.

Na porosidade a área de milho teve a maior média quando comparado com a área de pasto que obteve o menor resultado, no entanto não se diferindo estatisticamente das outras áreas de cultivo e de mata nativa, onde os mesmos resultados foram observados no trabalho de Ferreira et al. (2010). Por ser um Pasto sem reforma a 16 anos a compactação está elevada, podendo apresentar um indício de degradação. Apresentando correlação com as outras

propriedades físicas do solo, a maior parte dos estudos concorda para o fato de que, com o aumento da densidade, acontece a redução da porosidade total, macroporosidade, condutividade hidráulica, absorção iônica, a consequência disso é o aumento da microporosidade e da resistência mecânica à penetração do solo, resultando a redução da produtividade (MELO FILHO et al., 2006; SANTOS et al., 2006; LIMA et al., 2007).

Tabela 3. Teste de médias das variáveis, Densidade aparente (g cm^{-3}), Densidade de partículas (g cm^{-3}), Porosidade (%), Respiração ($\text{mg CO}_2 \text{ kg solo}^{-1}$) e Capacidade de Infiltração ($\text{min}/1500\text{ml de H}_2\text{O}$), para 6 diferentes sistemas de manejo de solo.

Tratamentos	DR g cm^{-3}	DP g cm^{-3}	Porosidade %	Respiração $\text{mg CO}_2 \text{ kg solo}^{-1}$	Infiltração $\text{min } 1500 \text{ ml H}_2\text{O}$
Pasto	1,58 a	2,74 ab	39,71 b	67,2 c	7,73 a
Mandioca	1,44 ab	3,01 a	48,96 ab	78,71 bc	2,68 b
Cana	1,46 ab	2,66 b	45,15 ab	80,96 ab	2,75 b
Eucalipto	1,45 ab	2,54 b	42,73 ab	72,98 bc	2,56 b
Mata	1,24 b	2,49 b	49,97 ab	91,9 a	3,60 b
Milho	1,3 b	2,64 b	52,35 a	72,71 bc	3,94 ab
Média	1,41	2,68	46,47	77,41	3,87
CV%	7,2	5,63	11,32	7,57	36,15
Fcalc	5,82**	5,98**	3,3**	8,63**	5,92**

*As letras minúsculas comparam as diferenças entre os sistemas utilizando o Teste de Tukey $p \leq 0,05$

*O CV% quanto mais perto de 0 menor variação estatística.

Por outro lado, na variável respiração a área de mata, não obteve diferença estatística quando comparada apenas com a área de cana, que pode ser explicado devido a coleta ter sido feita na entrelinha, onde as máquinas não trafegam. Já a menor respiração foi no pasto, o que pode ser um indício de degradação, pois não se faz reforma há 16 anos.

Enquanto na infiltração o pasto obteve o maior resultado de tempo, não se diferindo estatisticamente da área de cultivo de milho, apenas, ainda que tenha tido um tempo de 51% maior sendo resultados semelhantes a pastagem obtidos nos estudos de Pinheiro et al (2009). O maior tempo para a infiltração de água pode estar correlacionado com a densidade real e consequentemente menor porosidade, o que dificulta o fluxo de água no sistema solo.

O solo que se encontra protegido por uma cobertura seja ela viva ou morta, o que aumenta a quantidade de água interceptada. A vegetação ainda amortece a energia de impacto das gotas de chuva, reduzindo a desagregação, a obstrução dos poros e o selamento superficial do solo. Além disto, a presença de cobertura vegetal na superfície também promove a redução da velocidade do escoamento superficial, aumentando o tempo de oportunidade para a infiltração, devido ao aumento da rugosidade hidráulica do percurso ao longo do qual ocorre o escoamento (VOLK et al., 2004). Supõe-se que as raízes das gramíneas dificultam o movimento vertical da água na camada superficial do solo, reduzindo significativamente a capacidade de infiltração. A estrutura do solo quando degradada, ocorre alterações no agrupamento de suas partículas, ocasionando a redução da porosidade total, principalmente dos macroporos, levando a diminuição do espaço transversal para o fluxo de água, acompanhado dos percursos mais tortuosos para o movimento de fluido, prejudicando com isso o processo de infiltração (ALVES et. al., 2007) e passando a contribuir com o processo de erosão.

Na análise de densidade real, o pasto obteve maior densidade que o milho, enquanto na mata foi menor (Tabela 3). Por outro lado, na densidade das partículas a mandioca teve maior densidade que o pasto, porém não se diferindo estatisticamente (Tabela 3), provavelmente porque o cultivo antecessor era cana onde se faz muitas operações com máquinas, resultados parecidos em pastagens são amplamente relatados nos trabalhos de Jakelaitis et al. (2008); Souza et al. (2009); Araújo et al. (2007); LanzaNova et al. (2007); Portugal et al. (2008); Aratani et al. (2009) e Carneiro et al. (2009).

Conforme Vitorino (1986), em análises feitas em mata, pastagens e culturas, a maior densidade do solo nas pastagens a uma camada com estrutura laminar, certamente deve-se ao resultado do pisoteio dos animais e do trânsito de máquinas no solo no decorrer do desenvolvimento dos pastos. O nível de compactação causado pelo pisoteio animal pode ser motivado pela textura, pelo método de pastejo, pela altura de manejo da pastagem, pela fração de restos vegetais na superfície e pelo teor de umidade do solo (LANZANOVA et al., 2007).

Assim como foi discutido anteriormente a área com mandioca não se diferiu estatisticamente do pasto, supostamente podendo ser explicado pelo cultivo antecessor de cana-de-açúcar. Segundo Streck et al., 2004 e Souza et al., 2006, a compactação se define pela diminuição do volume e densidade do solo elevada, assim que uma pressão externa é

realizada. A grande preocupação é áreas agrícolas com problemas de compactação causadas por operações mecanizadas quando se tem um trânsito intenso de máquinas, correlacionado com umidade de solo alta. Ainda Dieese, (2007) diz que o cultivo da cana-de-açúcar é o mais tecnificado, portanto, o que mais utiliza a colheita mecanizada.

Ainda conforme os resultados na Tabela 3, alcançados para respiração do solo, a melhor respiração foi para área de mata nativa, o que poderia ser previsto já que existe maior biodiversidade nesta área, entretanto não se diferiu estatisticamente da área de cana, levando em consideração a amostra sendo coletada na entrelinha onde não ocorre operação mecanizada, onde há condições de água, temperatura e maior fornecimento de nutrientes melhorando as condições de crescimento microbiano no solo, corroborando com os estudos de Sant'anna et al. (2009); Amadori (2009).

Quando existe um ambiente propício para a microbiota do solo, proveniente, de maior contribuição contínua e diversificada de substratos orgânicos oriundos da biodiversidade na vegetação nativa e com níveis diferentes de sensibilidade à degradação, confirmando D'Andrea et al. (2002) e Cardoso et al. (2009). Segundo Perez et al. (2004) no ambiente de mata nativa, a deposição de restos vegetais, o alto volume de raízes e água retida no solo levam a preservação da microbiota do solo, ao mesmo tempo que solos expostos a alta à atividade agrícola apresentam condições contrárias, que geralmente, definem o decréscimo da população microbiana. De acordo com Matsuoka et al. (2003) ressaltam ainda que ambientes propícios para a biomassa microbiana em solos de vegetação natural podem ser conferidos ao acúmulo de resíduos vegetais, que favorece menor variação e grau mais apropriado de temperatura e umidade. A taxa respiratória em níveis elevados revela atividade biológica alta, sendo um atributo desejável, visto que pode indicar alteração rápida de restos vegetais em nutrientes acessíveis para as plantas (BATISTA et al., 2009).

CONCLUSÃO

A qualidade do solo é influenciada pelo tipo de cultivo da área.

A pastagem comparada à mata e aos outros sistemas mostrou efeitos negativos como aumento nas densidades, diminuição da porosidade e maior tempo de infiltração de água no solo, além de diminuir a respiração e conseqüentemente a atividade microbiológica.

A área com milho apresentou menor densidade e maior porosidade o que pode estar relacionado ao preparo intensivo do solo.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.I.N. **Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1996. 211p. (Tese de Doutorado)
- ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 617-625, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n4/a02v31n4.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- AMADORI, C.; FUMAGALLI, L. G.; MELLO, N. A. de. Análise de métodos quantitativos de atividade microbiana em diferentes sistemas de manejo. **Synergismuss cyentifica UTFPR**, Pato Branco, 04 (1). 2009. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/607/350>>. Acesso em: 19 set. 2018.
- ARATANI, R.G.; FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F. & ANDRIOLI, I. Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:677-687, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n3/v33n3a20.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2018.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1099-1108, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n5/a25v31n5.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2018.
- BATISTA, Q. R.; FREITAS, M. S. M.; MARTINS, M. A.; SILVA, C. S. Bioqualidade de área degradada pela extração de argila, revegetada com *Eucalyptus* ssp. E sabiá. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1. p. 146-154, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/625/281>>. Acesso em: 02 out. 2018.
- CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44:631-63, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/16737/1/44n06a12-2.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D. de.; REIS, E. F. dos.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas

de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 33, núm. 1, enero-febrero, 2009, pp. 147-157. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n1/16.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2018.

CARTER, M. R. Microbial biomass as index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil Tillage Res.**, 7:29-40, 1986.

CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo em função de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 14:133-142, 1990.

CLIMATE-DATA. **Clima-Iepê**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/iepe-287143/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

D'ANDREA, A. F. D.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 913-923, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n4/08.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Econômicos. Desempenho do setor sucroalcooleiro brasileiro e os trabalhadores. **Sustainable Development**, v. 10. P. 26-39, 2006.

DORAN, J. W.; JONES, A. J. **Methods for assessing soil quality**. Madison, SSSA, 1996. 411p. (SSSA Special Publication, 49).

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for sustainable environment. Madison, **Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21.

DORAN, J.W.; SARRANTONIO, M. & LIEBIG, M.A. Soil health and sustainability. *Adv. Agron.*, 56:1-54, 1996.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

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, out./dez. 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/7597/6687>>. Acesso em: 03 out. 2018.

GOVAERTS, B.; MEZZALAMA, M.; UNNO, Y.; SAYRE, K.D.; GUIDO, M.L.; VANHERCK, K.; DENDOOVEN, L.; DECKERS, J. Influence of tillage, residue

management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *App. Soil Ecol.*, 37:18-30, 2007.

HUOT, R. **Métodos quantitativos para as Ciências Humanas**. (tradução de Maria Luísa Figueiredo) Lisboa: Instituto Piaget, 2002, 384p.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; VIVIAN, R. Qualidade da camada superficial de solo sob mata, pastagens e áreas cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, p.118-127, 2008.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T., ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:1131-1140, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n5/a28v31n5.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. **In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Eds.). Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society American, 1994. p.37-52. (Special Publication, 35).

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, M. P.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Correlação linear e espacial entre produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1233-1244, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n6/02.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2018.

MATSUOKA, M.; MENDES, L. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 7:425-433, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n3/16660.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. B. M. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:2461-2470, 2008. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n6/v32n6a23.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

MELO FILHO, J. F.; OLIVEIRA, A. S.; LOPES, L. C.; VELLAME, L. M. Análise estatística exploratória e variabilidade da densidade do solo em um perfil de Latossolo Amarelo coeso dos tabuleiros costeiros da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 199-205, 2006. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/cagro/v30n2/v30n2a02.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

PEREZ, K. S.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39:567-573, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n6/v39n6a08.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

PINHEIRO, A.; TEIXEIRA, L. P.; KAUFMANN, V. Capacidade de infiltração de água em solos sob diferentes usos e práticas de manejo agrícola. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 188-199, 2009. Disponível em: <http://ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/viewFile/211/pdf_297>. Acesso em: 29 set. 2018.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.D.A.; COSTA, L.M. & SANTOS, B.C.M. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:249-258, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n1/24.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.

SANT'ANNA, S. A.; FERNANDES, M. F.; IVO, W. M. P. M.; COSTA, J. L. S. Evaluation of soil quality indicators in sugarcane management in Sandy loam soil. **Pedosphere**, Columbia. v. 19. n. 3. p. 312-322, 2009.

SANTOS, M. L.; CARVALHO, M. P.; RAPASSI, R. M. A.; MURAISHI, C. T.; MALLER, A.; MATOS, F. A. Correlação linear e espacial entre produtividade de milho (*Zea mays* L.) e atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob plantio direto do Cerrado Brasileiro. **Acta Science**, Maringá, v. 28, n.3, p. 313-321, 2006. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/939/468>>. Acesso em: 27 set. 2018.

SOUZA, Z. M.; CAMPOS, M. C. C.; CAVALCANTE, Í. H. L.; MARQUES JÚNIOR, J.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. de. Dependência espacial da resistência do solo à penetração e teor de água do solo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.128-134, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n1/a19v36n1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2018.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. **Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar**. Ciência Rural, Santa Maria, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n1/a428cr1179.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2018.

STRECK, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. Ro. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.755-760, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n3/a16v34n3.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2018.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:743-755, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n4/01.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 28, p. 763-774, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v28n4/21799.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2018.