

# AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL E EM PASTAGEM DEGRADADA<sup>1</sup>

Leonardo Bueno Mendes<sup>2</sup>, Khaico Henrique Mendonça<sup>3</sup>, Rafael Pereira Gonçalves<sup>4</sup>, Gustavo Queiroz Evangelista de Almeida<sup>5</sup>, Idelfonso Colares de Freitas<sup>6</sup>, Vladia Correchel<sup>7</sup>

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás. Caixa Postal 131, 74.001-970, Goiânia, GO, Brasil. [leonardoagroufg@gmail.com](mailto:leonardoagroufg@gmail.com); [khaicoufg@gmail.com](mailto:khaicoufg@gmail.com); [R02pg@hotmail.com](mailto:R02pg@hotmail.com); [gustbsb@gmail.com](mailto:gustbsb@gmail.com); [idelfonsocolares@uol.com.br](mailto:idelfonsocolares@uol.com.br); [vladiacorrechel@hotmail.com](mailto:vladiacorrechel@hotmail.com).

Palavras-chave: propriedades físico-químicas do solo, agricultura familiar, policultivos.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agrícola envolve, inevitavelmente, certo grau de transformação dos ecossistemas. É essencial, portanto conhecer estratégias que enfatizem procedimentos que levem a um desenvolvimento ecologicamente sustentável (Altieri & Nicholls, 2000).

Em grande parte do tropico úmido coincidem uma pobreza rural indigna com problemas severos de degradação ambiental. Em outras palavras, ainda não se conseguiu tecnologias capazes de transformar a alta produtividade biológica inerente a este bioma em uma produtividade agrícola satisfatória (Gehring, 2006).

Pelo contrario, a substituição da floresta equatorial nativa por sistemas agrícolas com base na derrubada e queima, caracteriza-se pela baixa eficiência de utilização dos recursos

---

<sup>1</sup> Revisado pelo orientador em 14/06/2011;

<sup>2</sup> Bolsista PIVIC/período 2010-2011. Graduando em Agronomia/EA/UFG. [leonardoagroufg@gmail.com](mailto:leonardoagroufg@gmail.com);

<sup>3</sup> Bolsista PIVIC/período 2010-2011. Graduando em Agronomia/EA/UFG. [khaicoufg@gmail.com](mailto:khaicoufg@gmail.com);

<sup>4</sup> Bolsista PROCOM/período 2010-2011. Graduando em Agronomia/EA/UFG. [R02pg@hotmail.com](mailto:R02pg@hotmail.com);

<sup>5</sup> Bolsista PROVEC/período 2010-2011. Graduando em Agronomia/EA/UFG. [gustbsb@gmail.com](mailto:gustbsb@gmail.com)

<sup>6</sup> Pós-graduando no PPG em Agronomia/EA/UFG. [idelfonsocolares@uol.com.br](mailto:idelfonsocolares@uol.com.br);

<sup>7</sup> Profa. Orientadora, nos programas de IC e PG/PRPPG/PPGA/EA/UFG. [vladiacorrechel@hotmail.com](mailto:vladiacorrechel@hotmail.com)

naturais e suas conseqüências degradantes que colocam em questão a sustentabilidade ecológica e socioeconômica destas formas de uso da terra (Gehring, 2006).

Cerca de 80% dos solos dos trópicos úmidos pertencem às classes dos Latossolos, considerados de baixa fertilidade natural e caracterizados pelo alto grau de intemperismo (Gehring, 2006). As propriedades físicas da maioria destes solos são em geral, favoráveis ao uso agrícola em condições naturais, com uma boa ou razoável drenagem e aeração. No entanto, estão sujeitos à severa degradação em decorrência de modos inadequados de preparo da terra como a compactação por máquinas pesadas ou a retirada da camada orgânica superficial do solo (Gehring, 2006).

Nos ecossistemas naturais os processos de queima da matéria orgânica do solo (MOS) encontra-se em equilíbrio com as entradas (Mielniczuk, 1999). Porém, quando esta vegetação é substituída por sistemas de produção agrícola, este equilíbrio é quebrado com conseqüentes perdas de qualidade e quantidade de MOS (Souza et al., 2006). Assim, faz-se necessário a busca por sistemas de produção que priorize a manutenção do componente orgânico do solo como condição essencial a sustentabilidade.

Os sistemas agroflorestais (SAF's), por manterem uma cobertura vegetal bastante diversificada (similar as florestas), têm sido apresentados como uma alternativa promissora para a agricultura familiar, pois permite retornos econômicos mais estáveis com poucos investimentos e mão de obra, abrindo a possibilidade de melhor conservação dos recursos naturais (Dubois et al., 1996).

Silva & Ribeiro (1997) comentando sobre o manejo físico de solos sob pastagem, relatam que há ampla evidência experimental da limitação do potencial produtivo das culturas por inadequadas condições físicas do solo. Neste contexto, os solos cultivados com pastagens carecem desse tipo de avaliação.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar indicadores físicos e químicos da qualidade de solo em sistema agroflorestal e em pastagem degradada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Caracterização da área de estudo*

O estudo foi realizado em uma área de assentamento do INCRA de Araguatins-(TO), localizado à latitude 5°20'48" (S), longitude 48°30'36" (W) e altitude média local de 80 m. A temperatura média anual é de 28°C, a precipitação média anual de aproximadamente 1.500mm e o solo da região composto de Neossolo Quartzarenico Glei pouco úmido, sendo a vegetação local uma transição entre o Cerrado e a Floresta Amazônica, com predominância da Floresta Amazônica. A pesquisa foi conduzida em condições de campo considerando duas áreas de produção sobre esse solo, localizadas no mesmo lote: Agrofloresta e Pastagem degradada, implantados em 1989. Foram coletadas sete amostras com estrutura deformada por tratamento, distribuídas aleatoriamente em cada área, nas camadas 0 a 5cm, 5 a 10cm, 10 a 20cm e 20 a 40cm de profundidade, totalizando 56 amostras de solo (sete amostras vezes quatro profundidades igual x 2 sistemas de uso e manejo do solo).

As amostras foram coletadas com auxílio de trado holandês e sacos plásticos, sendo o solo retirado nas diferentes profundidades manualmente. Depois, as amostras de solo foram levadas encaminhadas aos laboratórios de solos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA) da UFG, onde foram submetidas às análises químicas de solo, utilizando os procedimentos metodológicos descritos em Embrapa (1997) e outras metodologias descritas a no próximo tópico.

### *Análises químicas do solo*

Foram realizadas análises químicas de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) trocável determinados pela extração com solução de cloreto de potássio (KCl 1N) e medido por absorção atômica. O potássio ( $\text{K}^+$ ) trocável foi extraído com o extrator Melich 1 (HCl 0,05N e  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025N) e determinado por fotômetro de chama e o fósforo (P) foi extraído com o extrator Melich 1 e determinado por colorimetria.

Também foram realizadas a determinação de pH em  $\text{H}_2\text{O}$  pela medição do potencial eletronicamente por meio de eletrodo combinado imerso em suspensão sólido:líquido = 1:2,5 e a determinação da capacidade de troca catiônica (CTC) que foi calculada usando a fórmula:  $\text{CTC}_{\text{Total}} = \text{S} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$  e a saturação por bases (V%) por  $\text{S} / \text{CTC}_{\text{Total}} * 100$ . As análises

químicas das amostras de solo foram feitas no Laboratório de Análises de Solos e Folhas (LASF) da EA/UFG.

### *Análises físicas do solo*

Uma das análises físicas do solo que foram realizadas foi a estimativa do índice de resistência do solo a penetração mecânica, utilizando-se um penetrômetro de impacto modelo Guelph, de haste de 70cm, durante o período chuvoso (verão). Foram realizadas 20 penetrometrias aleatoriamente na área, na camada de 0,0 a 0,40m de profundidade. Os dados de campo (profundidade penetrada por número de impactos aplicados) foram obtidos em número de impactos  $\text{dm}^{-1}$ , cujos valores foram transformados em  $\text{Kgf cm}^{-2}$  através da equação  $R(\text{Kgf cm}^{-2}) = 5,6 + 6,98N$ . Os valores foram multiplicado pela constante 0,098 para transformação em unidades MPa (Stolf et al., 1991). Dada a influência da umidade nas determinações com o penetrômetro foram realizadas coletas de solo para sua determinação nas profundidades 0 a 5cm, 5 a 10cm, 10 a 20cm, 20 a 40cm com cinco repetições em cada área. Outra análise física realizada foi a de estabilidade de agregados estáveis em água conforme método descrito por Madari (2004). Foram coletadas amostras deformadas de solo nas diferentes profundidades. Estas amostras foram colocadas diretamente em uma peneira de 19mm e o solo que passou por ela foi armazenado em um saco plástico. Após secas em sombra, 30g das amostras foram colocadas no aparelho de oscilação vertical que possui uma série de 5 peneiras de 2mm, 1mm, 0,5mm, 0,25mm e 0,105mm, com diâmetro de 125mm.

Foi executada tamisação mecânica durante 15 minutos com oscilação vertical de 35 mm e número de repetições de fases sendo 30 por minuto. Após retirar os agregados de cada peneira com ajuda de uma piceta com água estes foram colocados em estufa com ar forçado para secar a 105 °C até obtido peso constante. Em seguida foram transferidos para um dessecador sob vácuo, resfriados à temperatura ambiente e pesados. Posteriormente foram realizados os cálculos do diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) conforme descrito por Kemper & Rosenau (1986), e índice de estabilidade de agregados (IEA) conforme Castro Filho et al. (1998). Todas análises físicas do solo foram realizadas utilizando os equipamentos do Laboratório de Física do Solo da EA/UFG.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado e os resultados foram processados pelo programa estatístico Assistat versão 7,6 Beta (2001), realizando o Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, pode-se observar que os teores de cálcio e magnésio, na área de pastagem, tiveram valores mais elevados na camada de 0 a 5 cm. Nas camadas de 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 40 cm não houve diferença significativa entre si ao nível de 5 % de probabilidade entre a concentração de nutrientes. A CTC apresentou valores mais elevados na camada de 0 a 10 cm, provavelmente devido à presença de matéria orgânica nessa camada superficial, diminuindo gradativamente nas camadas de 10 a 20 e 20 a 40 cm.

Tabela 1. Valores médios das propriedades químicas do solo sob pastagem e agrofloresta.

Camada, cm	pH	P(Mehl)	K	Ca	Mg	CTC
<b>Pasto</b>						
<b>0 a 5</b>	4,6 a	2,7 a	58,6 a	0,6 a	0,2 a	5,9 a
<b>5 a 10</b>	4,4 a	2,4 ab	46,9 ab	0,3 b	0,1 b	5,9 a
<b>10 a 20</b>	4,4 a	1,9 ab	36,7 ab	0,2 b	0,1 b	4,9 b
<b>20 a 40</b>	4,5 a	1,5 b	30,3 b	0,2 b	0,1 b	3,9 c
<b>Agrofloresta</b>						
<b>0 a 5</b>	4,1 b	2,1 a	37,3 a	0,3 a	0,1 a	5,2 a
<b>5 a 10</b>	4,2 b	1,5 a	30,3 a	0,5 a	0,2 a	5,2 ab
<b>10 a 20</b>	4,4 a	1,1 a	31,1 a	0,4 a	0,1 a	4,1 ab
<b>20 a 40</b>	4,5 a	1,4 a	29,7 a	0,3 a	0,1 a	3,6 b

Médias seguidas da mesma letra horizontalmente não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.

PA: Pastagem Degradada, AG: Agrofloresta. P(melh)mg/dm<sup>3</sup>; K, Ca, Mg mmol/dm<sup>3</sup>e CTC cmolc/dm<sup>3</sup>.

No solo da agrofloresta pode-se observar que os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio não diferiram estatisticamente ao longo dos 40 cm de profundidade, notando uma distribuição praticamente uniforme ao longo do perfil.

Rosa et al. (2003) observaram que os teores de fósforo diminuem em profundidade em solos de sistemas agroflorestais. O pH apresentou valores maiores nas camadas de 0 a 5 e 5 a 10 cm (não diferindo entre si) e os valores da CTC não diferiram ao longo dos primeiros 20 cm de profundidade (Tabela 1).

Na Tabela 2, pode-se observar que na camada de 0 a 5 cm os teores de cálcio e magnésio e o valor do pH foram mais elevados na pastagem degradada, enquanto os valores de fósforo, potássio e CTC não diferiram estatisticamente entre a pastagem e a agrofloresta. Segundo Araujo et al. (2004) teores de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>, abaixo de 2,0 e 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> respectivamente são restritivos a nutrição mineral das plantas. Os autores explicam que o

desenvolvimento de florestas está associado com a eficiente reciclagem de nutrientes que ela efetua.

Tabela 2. Comparação dos indicadores químicos entre a pastagem degradada e a agrofloresta nas diferentes profundidades (Camadas 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40cm).

Propriedades químicas	0-5 cm		5-10 cm		10-20 cm		20-40 cm	
	PA	AG	PA	AG	PA	AG	PA	AG
<b>pH</b>	4,6 a	4,0 b	4,3 a	4,2 a	4,4 a	4,4 a	4,4 a	4,5 a
<b>P(mehl)</b>	2,7 a	2,1 a	2,4 a	1,5 a	1,9 a	1,1 a	1,5 a	1,4 a
<b>K</b>	58,6 a	37,3 a	46,9 a	30,3 a	36,7 a	31,1 a	30,3 a	29,7 a
<b>Ca</b>	0,6 a	0,3 b	0,3 a	0,5 a	0,2 a	0,4 a	0,2 a	0,3 a
<b>Mg</b>	0,2 a	0,1 b	0,1 a	0,2 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a
<b>CTC</b>	5,9 a	5,2 a	5,9 a	5,2 b	4,9 a	4,1 b	3,9 a	3,6 a

\*Médias seguidas da mesma letra horizontalmente não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.  
PA: Pastagem Degradada, AG: Agrofloresta. P(mehl)mg/dm<sup>3</sup>; K, Ca, Mg mmol/dm<sup>3</sup>e CTC cmolc/dm<sup>3</sup>.

Os valores médios mostrados na tabela 2 de pH, fósforo, potássio, cálcio e magnésio não diferiram entre a pastagem e a agrofloresta ao longo da camada de 5 a 40 cm de profundidade. Marin (2002) salienta que mudanças em variáveis do solo devido ao manejo, principalmente químicas não ocorrem em curto espaço de tempo, sugerindo um tempo de 10 a 35 anos para que sejam observadas alterações. A CTC apresentou valores mais elevados na pastagem degradada em relação à agrofloresta nas camadas de 5 a 10 e 10 a 20 cm.

Em relação às propriedades físicas do solo estudadas nas áreas de pastagem e agrofloresta, os valores médios das propriedades estudadas encontram-se na tabela 3. De acordo com os dados apresentados na referida tabela, observa-se que na área de pastagem degradada a quantidade de agregados estáveis retidos na peneira de 2 mm não diferiu estatisticamente ao longo da camada 0 a 40 cm, mantendo em média 62,54% dos agregados, esse comportamento também foi observado por Salton et al. (2008). Na peneira de 1 mm e 0,5 mm as porcentagens também não diferiram ao longo do perfil, com 15,18 e 5,19 % de agregados respectivamente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Distribuição da porcentagem de agregados estáveis em água retidos nas peneiras de diferentes malhas, expressas em milímetros (mm), nas camadas de solo avaliadas em cada sistema de uso da terra em Araguatins, TO.

Camada, cm	% 2	% 1	% 0,5	% 0,25	% 0,105
Pastagem Degradada					
0 a 5	60,44 a	15,74 a	5,06 a	7,28 ab	4,78 ab
5 a 10	65,60 a	15,31 a	5,27 a	6,59 ab	4,40 ab
10 a 20	64,37 a	13,86 a	3,69 a	5,79 b	3,94 b
20 a 40	59,75 a	15,82 a	6,73 a	10,67 a	7,37 a
Agrofloresta					
0 a 5	82,26 a	8,81 b	1,28 b	2,16 b	2 c
5 a 10	66,78 b	13,34 ab	4,53 ab	7,65 a	4,64 bc
10 a 20	58,73 b	15,15 b	5,01 a	9,04 a	5,97 ac
20 a 40	53,85 b	15,78 b	6,16 a	11,81 a	8,12 a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade.

As informações relacionadas à distribuição dos agregados do solo podem ser sintetizadas por meio do cálculo do DMP, que permite comparar diversos sistemas de manejo quanto à organização da estrutura do solo (Salton et al. 2008). Os DMG's (Diâmetro Médio Geométrico) encontrados para a pastagem foram de 1,9 mm nas camadas de 0 a 5 e 5 a 10 cm, 2 mm na camada de 10 a 20 cm e 1,6 mm na camada de 20 a 40 cm.

Na agrofloresta a porcentagem de agregados retidos na peneira de 2 mm foi significativamente maior na camada de 0 a 5 cm, decrescendo essa porcentagem com o aumento da profundidade. Os DMGs foram de 2,5mm na camada 0 a 5 cm, 1,9mm na camada 5 a 10 cm, 1,7mm na camada 10 a 20 cm e de 1,5mm na camada 20 a 40 cm. Os DMPs foram 2,6mm, 2,3mm, 2,1mm e 2mm nas respectivas camadas estudadas.

A figura 1 mostra a distribuição média dos diferentes índices de qualidade estrutural avaliados no presente trabalho, para cada sistema de uso da terra e em cada profundidade avaliada. Nessa figura, pode-se verificar que a agrofloresta mostra melhor condição estrutural para o desenvolvimento das espécies cultivadas que a área sob pastagem.

Comparando os dois sistemas pode-se observar na camada de 0 a 5 cm uma maior porcentagem de agregados retidos na peneira de 2 mm no solo da agrofloresta em relação à pastagem degradada, já nas peneiras de 1mm, 0,5mm 0,25mm e 0,105mm a maior porcentagem de agregados na camada de 0 a 5 cm foi no solo da pastagem.

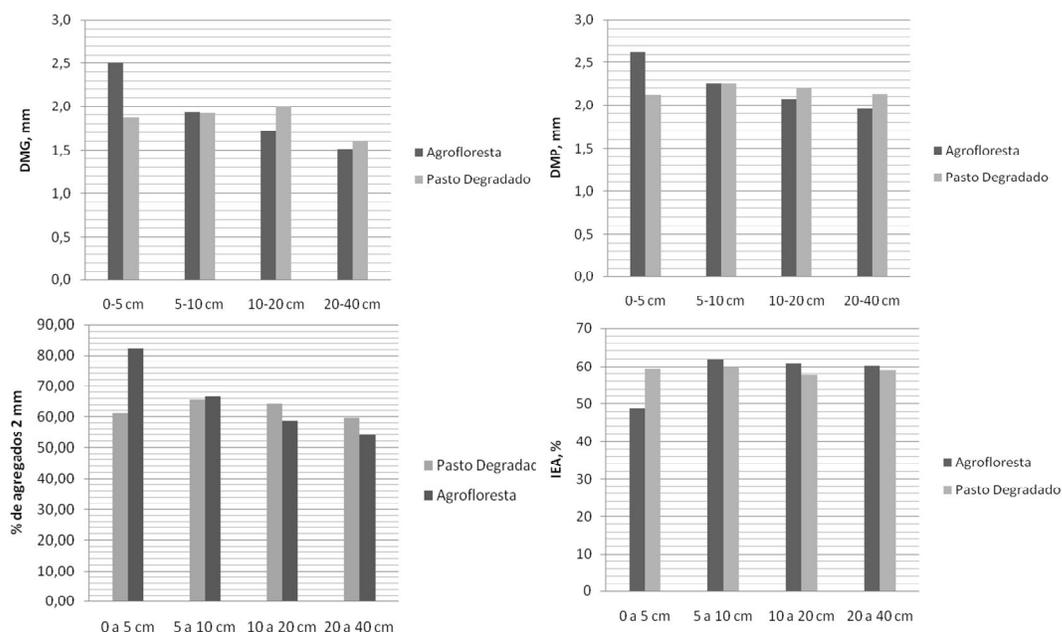


Figura 1. Distribuição de índices de qualidade estrutural por camada de solo nos sistemas de uso da terra em Araguatins, TO. Diâmetro médio geométrico (DMG) e ponderado (DMP), % de agregados com diâmetro > 2 mm, e índice de estabilidade de agregados (IEA).

De acordo com a tabela 4, a partir dos 5 cm de profundidade não houve diferença significativa na quantidade de agregados entre a agrofloresta e a pastagem.

**Tabela 4.** Distribuição da porcentagem de agregados estáveis em água dos solos sob pastagem degradada (PA) e agrofloresta (AG) nas camadas de solo estudadas.

% agregados retidos nas peneiras (mm)	0-5 cm		5-10 cm		10-20 cm		20-40 cm	
	PA	AG	PA	AG	PA	AG	PA	AG
% 2	60,4 b	82,3 a	65,6 a	66,8 a	64,4 a	58,7 a	59,7 a	53,8 a
% 1	15,7 a	8,8 b	15,3 a	13,3 a	13,9 a	15,1 a	15,8 a	15,8 a
% 0,5	5,1 a	1,3 b	5,3 a	4,5 a	3,7 a	5,0 a	6,7 a	6,2 a
% 0,25	7,3 a	2,2 b	6,6 a	7,6 a	5,8 b	9,0 a	10,7 a	11,8 a
% 0,105	4,8 a	2,0 b	4,4 a	4,6 a	3,9 a	6,0 a	7,4 a	8,1 a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem ao nível de 5% de probabilidade na linha.

Com base numa média de 7 repetições pode-se observar que o valor médio da resistência do solo à penetração mecânica na pastagem foi de 1,36 MPa com um coeficiente de variação médio ao longo dos 40 cm de 20,72 %. Já o solo da agrofloresta apresentou-se menos compactado com um valor médio de resistência do solo à penetração mecânica de 0,59 MPa e um coeficiente de variação de 13,18% na mesma profundidade estudada.

A figura 2 mostra a distribuição vertical dos valores médios (n=7) do índice de resistência do solo à penetração mecânica obtida em cada sistema de uso da terra.

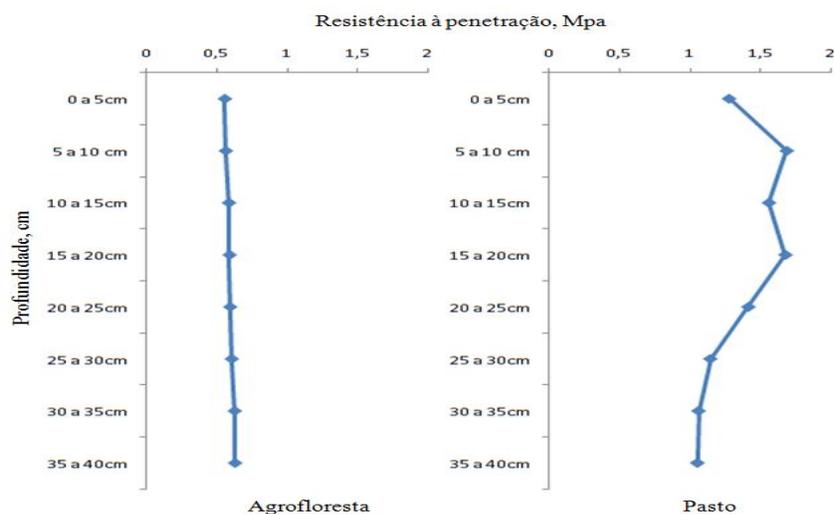


Figura 2. Valores médios (n=7) de índices de resistência do solo à penetração mecânica, na profundidade de 0 a 40 cm, dos solos sob os dois sistemas de uso da terra estudados.

A resistência do solo à penetração das raízes é drasticamente alterada quando ocorre degradação da estrutura do e constitui um indicador mais sensível do efeito do pisoteio de animais na estrutura do que a densidade do solo (Willatte & Pular, 1983). Entretanto, os valores de resistência mecânica do solo variam em função da densidade global e da umidade do solo no momento em que foram efetuadas as medidas (Busscher et al., 1997). No presente estudo, a densidade global do solo<sup>8</sup> (dados não apresentados nesse relatório) não diferiu entre os usos do solo, tão pouco a umidade do solo. Esses fatos estão relacionados com a gênese do

<sup>8</sup> FREITAS, I.C.; CORRECHEL, V. & SANTOS, F.C.V. Efeito do manejo do solo na agricultura familiar avaliado pela Densidade Global. (Resumo completo enviado ao Congresso Brasileiro de Ciência do Solo a ser realizado em Agosto de 2011 em Uberlândia, MG).

Neossolo Quartzarenico, que dispõe de reduzida fração fina (teores de silte + argila), responsável pela adsorção e retenção de água e solutos no solo. Os valores dos índices de resistência do solo à penetração mecânica se encontram abaixo do limite considerado crítico pela literatura ( $\approx 2$  MPa), por isso em nenhuma das áreas esse parâmetro irá prejudicar a produtividade das plantas.

## CONCLUSÃO

A adoção da agrofloresta melhorou as condições de agregação do Neossolo Quartzarenico quando comparada ao uso do solo por pastagem degradada.

## REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. & NICHOLLS, C.I. Agroecologia: teoria e prática para uma agricultura sustentável. México, DF: PNUMA, 2000. 250p.
- ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da Terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p.307 – 315, 2004.
- BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. B. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, J. F. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestral e pastagem no sul da Bahia. **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p.415-425, 2006.
- BUSSCHER, W. J. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v.3, n.2, p.519-524, 1990.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. & PADANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.3 p.527-538, 1998.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro). Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GEHRING, C. O ambiente do trópico úmido e o manejo sustentável dos agroecossistemas.  
**IN:** MOURA, E.G. & AGUIAR, A.C.F. (Ed.). **O desenvolvimento rural como forma de ampliação dos direitos no campo: Princípios e tecnologias.** 1º Ed. Série Agroecologia-UEMA. 2006. v. II, cap. 6. p. 101-129.

KEMPER, W.D. & ROSENAU, R.C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis.** 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. pt 1: Physical and mineralogical methods, p.425-443.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados para o desenvolvimento sustentável.  
**In:** R. P. Andrade, A. de O. Barcellos & C. M. C. da Rocha (ed.). **Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros – Pesquisas para o desenvolvimento sustentável.** **In:** reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, DF, SBZ, 1995. 200p.

MARIN, A. M. P. Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo. 2002. 83f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.

MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F.M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. **In:** CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo.** Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.

ROSA, M. E. C.; OLSZEWSKI, N.; MENDONCA, E. S.; COSTA, M. L.; CORREIA, R. J. Formas de carbono em Latossolo Vermelho Eutroférico sob plantio direto no sistema biogeográfico do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p.911-923, 2003.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em mato grosso do sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v.32, p.11-21, 2008.

SILVA, A.J.N. da; RIBEIRO, M.R. Caracterização de latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.684-688, 1997.

SOUZA, E.D., CARNEIRO, M.A.C., PAULINO, H.B., SILVA, C.A. & BUZETII, S. Frações de carbono, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob Cerrado submetido a diferentes sistemas de manejo e usos do solo. **Maringá**, v.28, n.3, p. 323-329, 2006.

WILLATT, S. T.; PULLAR, D. M. Changes in soil physical properties under grazed pastures. **Australian Journal of Soil Research**, v.22, n.4, p.343-348, 1983.