



Estoque de carbono e atributos físicos do solo em áreas de Terra Preta Arqueológica no Sul do Amazonas

Denilton Carlos Gaio⁽¹⁾; José Maurício da Cunha⁽²⁾; Douglas Marcelo Pinheiro da Silva⁽³⁾; Milton César Costa Campos⁽³⁾; Samuel Pereira de França⁽⁴⁾; Lucivania Izidoro da Silva⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Professor; UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental; Cuiabá, Mato Grosso; E-mail: dcgao@fisica.ufmt.br; ⁽²⁾Doutorando; UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental; ⁽³⁾ Professor; UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente; ⁽⁴⁾ Discente; UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente.

RESUMO: A avaliação dos atributos físicos, matéria orgânica e estoque de carbono em solo de áreas de Terra Preta Arqueológica (TPA), em comparação aos de mata nativa, faz-se necessária para se verificar a manutenção da qualidade física e do estoque de carbono. Deste modo, objetivou-se neste trabalho, avaliar o uso de solos em áreas de TPA sob diferentes usos no Sul do Amazonas. Foi delimitada uma malha com TPA sob floresta natural (FN) e em áreas sob o uso de feijão (Fj) e pastagem (Pt), com dimensões de 2500 m², de 1700 m² e de 4800 m², respectivamente. Nesses locais coletaram-se 88 amostras de solo por malha, nas profundidades 0,0-0,05m, 0,05-0,10m e 0,10-0,20m. Foi determinada em laboratório a densidade do solo (Ds), a macroporosidade (MaP), a microporosidade (MiP), o volume total de poros (VTP), a umidade gravimétrica (Ug), a resistência do solo à penetração (RP), o teor de matéria orgânica (TMO) e o estoque de carbono (EC), e realizado o teste de média em relação ao uso do solo. O uso do solo apresentou mudanças significativas quando comparadas aos atributos sob FN, sendo que os atributos Ds, VTP, MaP e MiP não promoveram alterações significativas para a profundidade 0,00-0,05 m.

Termos de indexação: TPA sob floresta, química e física do solo, usos do solo.

INTRODUÇÃO

Terra Preta Arqueológica é solo cuja característica marcante é a presença de coloração escura e artefatos cerâmicos e/ou líticos indígenas incorporados à matriz dos horizontes superficiais do solo (Kampf & Kern, 2005). Áreas com TPA apresentam uma elevada fertilidade natural; são encontradas no Sul do Amazonas em forma de manchas em meio a uma vasta extensão de terra que é, na grande maioria, extremamente pobre em nutrientes.

Estas áreas, muitas vezes, são utilizadas para atividades voltadas para fins industriais ou produção de alimentos onde, segundo Calonego et al. (2012), o solo preservado em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas adequadas ao desenvolvimento das plantas.

Por não sofrerem interferência humana, os solos de mata nativa apresentam menores valores de densidade e maiores valores da porosidade total (Calonego et al., 2012). A densidade do solo apresenta correlações positiva com a microporosidade e negativa com a macroporosidade e a porosidade total (Cunha et al., 2011), fatores que influenciam no processo de sua compactação. Outras propriedades do solo usadas para avaliar sua qualidade física são a resistência à penetração (RP) e a umidade. Essas, por sua vez estão relacionadas com crescimento e desenvolvimento radicular das plantas.

Em solos de mata nativa, foi observado menor RP em relação ao solo cultivado, ou seja, a densidade do solo é maior sob as plantas de cobertura, o que se reflete na maior resistência do solo à penetração (Cunha et al., 2011; Silva et al., 2012). Observa-se ainda, que há correlação negativa da RP com o teor de matéria orgânica.

No entanto, teor de matéria orgânica do solo sob mata nativa é maior do que em solos adjacentes (Corrêa, 2002; Silva et al., 2008; Andrade et al., 2009), o que favorece a estrutura do solo.

Práticas de uso e manejo de solos, e suas variações, interferem no equilíbrio natural dos ecossistemas, alterando os componentes orgânicos, em quantidade e qualidade (Melo & Schaefer, 2009); têm influência direta e indireta nos atributos do solo (Viana et al., 2011) e, em agroecossistemas brasileiros, seu estudo é base para se alcançar a sustentabilidade agrícola (Cunha et al., 2011).

Avaliar os atributos físicos, matéria orgânica e estoque de carbono do solo em áreas de Terra Preta Arqueológica, sob diferentes usos, no Sul do Amazonas permite se verificar, portanto, a manutenção das qualidades desses solos, objetivo desse trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localizou-se no Município de Manicoré, Amazonas, Brasil, situada ao longo da rodovia Transamazônica (BR-230). O clima da região é Clima Tropical Chuvoso, apresentando um



período seco de pequena duração. A pluviosidade média varia entre 2.250 e 2.750 mm, com período chuvoso entre outubro até junho. As temperaturas médias anuais variam entre 25°C e 27°C e a umidade relativa fica entre 85 e 90%.

A área de TPA sob FN vem sendo preservada a mais de vinte anos, com início de recuperação florestal natural de porte mediano, chegando a apresentar árvores de até quinze metros de altura. Já os usos de TPA sob cultivo de feijão e pastagem abrigou, nos últimos vinte anos, cultivos de milho, feijão e melancia. Posteriormente, foi inserido o pasto para atividades de pecuária, preservando uma área do feijão Guandu abandonada, que logo veio a formar uma intensa camada de cobertura vegetal.

Malhas amostrais foram delimitadas para FN, de aproximadamente 2500 m², de 1700 m² para Fj e 4800 m² para Pf, com espaçamentos de 6 m x 6 m, de 4 m x 5 m e de 8 m x 8 m, respectivamente, totalizando 88 pontos amostrais por malha. Nos pontos de cruzamento da malha foram coletados blocos de solo com estrutura preservada e anéis volumétricos nas profundidades 0,0-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m.

Para determinações Ds, MaP, MiP, VTP e Ug, as amostras de anéis volumétricos foram saturadas por meio da elevação gradual da lâmina de água numa bandeja plástica. Após a saturação, as amostras foram pesadas e levadas à mesa de tensão para determinação da MiP do solo, sendo submetidas a uma tensão de 0,006 MPa (Embrapa, 1997).

Após atingirem o equilíbrio, em um potencial matricial de 0,006 MPa, as amostras foram pesadas e, em seguida, medidas as resistências dos solos à penetração (RP), utilizando-se um penetrógrafo eletrônico modelo MA-933, marca Marconi.

O carbono orgânico total foi determinado pelo método de Walkley-Black, modificado por Yeomans & Bremner (1988). A matéria orgânica foi determinada pelo produto do COT com 1,724 (Embrapa, 1997). Já o estoque de carbono (Ec em Mg.ha⁻¹) é definido pela equação 1:

$$EC = Ds \times h \times COT, \quad \text{Eq. 1}$$

em que Ds é a densidade do solo (g.cm⁻³); h é a espessura da camada de solo amostrada (cm) e COT é o teor de C (em porcentagem).

Análise de variância (ANOVA) de atributos físicos do solo, MO e EC, em relação ao sistema de usos, foram realizadas, comparando-se os valores médios em respeito ao uso de TPA sob FN. Médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 %, utilizando o programa computacional StatSoft (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Interações significativas entre os sistemas de uso do solo foram verificadas para as propriedades físicas Ds, MaP, MiP, VTP e Ug, indicando que o

uso do solo pouco afetou nas variações dessas propriedades (Tabela 1) para a profundidade entre 0,00-0,05 m. Houve, no entanto, mudanças de comportamento para as profundidades subsequentes.

Na profundidade de 0,00-0,05 m, o solo mantido sob Pt apresentou-se menos compactado, com menor valor de Ds, além de maiores valores do VTP em relação ao FN e Fj. Mesmo assim, a Ds não diferiu muito em relação ao sistema de uso do solo dentro da mesma profundidade (0,00-0,05 m). Todavia, houve alterações para as profundidades 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, com menor valor médio de Ds para o uso de FN, não havendo diferença entre os sistemas de uso de Fj e Pt (Tabela 1).

Para Calonego et al. (2012), a ausência de práticas agressivas ao solo em florestas naturais afeta diretamente a estrutura do solo, com baixos valores de Ds. Além disso, os mesmos autores afirmam que tanto os altos valores da MO quanto o elevado valores do VTP reduzem também os valores de Ds. Resultados semelhantes foram encontrados por Campos et al. (2012), para solos não antropogênicos sob o horizonte A, mas que apresentaram valores muito baixo em solos antropogênicos (em TPA). Esse fato pode estar relacionado ao tipo de solo, com características físicas que diferem em relação aos perfis do solo para determinados atributos. Em trabalho realizado por Santos et al. (2011), os autores verificaram valores semelhantes da Ds em TPA com perfil de Neossolo Litólico sob o uso de pastagem, mas com valores baixos em comparação a outros perfis.

Também não houve diferenças significativas entre a MaP com os sistemas de uso para a camada entre 0,00-0,05 m, que apresentou comportamento semelhante para a MiP. No entanto, nas profundidades 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m, observou-se maiores valores para a MaP sob o uso de floresta natural e de MiP sob o uso de pastagem, corroborando assim com os valores do VTP para os sistemas de uso do solo, que apresentaram maiores valores em FN, apesar de haver diferença significativa apenas na profundidade entre 0,05-0,10 m, com menor valor nos sistemas de uso sob Pt. Esses resultados demonstram que os sistemas de uso do solo contribuem efetivamente para a qualidade das condições físicas do solo, promovendo redução da Ds em relação à FN. Resultados semelhantes também foram verificados por Cunha et al. (2011), ao avaliar os atributos físicos de solo cultivado com feijão e milho orgânicos sob a influência das plantas de cobertura, que apresentaram em solo sob mata nativa menores valores de Ds e MiP e maiores valores de MaP e VTP. Para os autores, essas condições foram propícias devido ao solo não sofrer o trânsito de máquinas e equipamentos ou animais.



Em relação à resistência do solo à penetração (RP), houve diferença significativa sob os sistemas de uso do solo para as três profundidades, cujos menores valores da RP estão associados à floresta natural. Esses resultados corroboram também com os obtidos para o baixo valor de Ug e Ds sob o uso de FN, apesar de não haver diferença significativa de Ug em relação aos sistemas de uso para a profundidade 0,00-0,05 m. O solo sob FN apresentou valores de RP menores que 0,50 MPa nos 0,20 m de profundidade, diferindo dos solos manejados, que apresentaram solos menos compactados apenas nos primeiros 0,05 m de profundidade.

Tanto com relação à MO (Figura 1) quanto o EC (Figura 2), houve alterações para os respectivos usos do solo, com maior valor médio sob o uso de feijão na profundidade 0,00-0,05 m; passando a ter menor valor médio na profundidade 0,05-0,10 m. Não há diferença significativa entre os usos na profundidade 0,10-0,20 m. Os valores altos de MO sob feijão Guandu na profundidade 0,00-0,05 m devem estar associados à elevada cobertura vegetal, com mais de 8 meses de plantio sem sofrer práticas intensivas no solo e trânsitos de animais. Em outros estudos, como a de Rossetti et al. (2015), ao determinar o efeito do sistema plantio direto sobre os estoques de carbono e atributos físicos do solo cultivados com soja e milho, e comparação com a mata nativa, identificaram maior concentração de MO sob mata nativa em relação aos demais tratamentos, ao qual os autores associam à deposição contínua de serrapilheira, além da ausência de ação antrópica.

CONCLUSÕES

Apesar de os atributos físicos Ds, VTP, MaP e MiP não apresentarem mudanças significativas em relação ao sistema de uso do solo sob TPA na profundidade entre 0,00-0,05 m, houve alterações significativas em profundidades subsequentes.

A RP apresentou seu menor valor sob FN, quando comparada aos demais usos, que corrobora com baixos valores de Ug e Ds, apresentando solos menos compactados em comparação às demais áreas. Os respectivos usos do solo promoveram alterações aos valores de MO e EC, apresentando melhores resultados em áreas sob o uso de Fj e FN.

AGRADECIMENTOS

Trabalhos executados com recursos da FAPEAM e DINTER/CAPES.

REFERÊNCIAS

- SANTOS, L. A. C.; CAMPOS, M. C. C.; BERGAMIN, A. C.; SILVA, D. M. P.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Característica física de seis sítios de terras pretas arqueológicas na região de Apuí-AM. *Revista Verde*, 6:167-174, 2011.
- CAMPOS, M.C.C.; SANTOS, L.A.C.; SILVA, D.M.P.; MANTOVANELLI, B.C. & SOARES, M.D.R. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, AM. *R. Agro@mbiente On-line*, 6:102-109, 2012.
- CALONEGO, J. C.; SANTOS, C. H.; TIRITAN, C. S. & CUNHA JÚNIOR, J. R. Estoque de carbono e propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Caatinga*, 24:128-135, 2012.
- CUNHA, E. Q.; STONE, L.F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D. & LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e cultura de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:589-602, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997.
- ROSSETTI, K. V. & CENTURION, J. F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 19:252-258, 2015.
- StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 7. 2004. www.statsoft.com.
- KÄMPF, N. & KERN, D. C. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A.P. & CARDOSO, E. J. (Org.). *Tópicos em Ciência do solo*. 1 ed. Viçosa: SBCS, 5:277-320. 2005.
- CORRÊA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesq. Agropec. Bras.*, 37:203-209, 2002.
- ANDRADE, R.S.; STONE, L.F. & SILVEIRA, P.M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. *R. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, 13:411-418, 2009.
- SILVA, F. F.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ARATANI, R. G.; ANDRIOLI, F. F. & ANDRIOLI, I. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho cultivado no sistema plantio direto. *Irriga*, 13:191-204, 2008.
- VIANA, E.T.; BATISTA, M.A.; TORMENA, C.A.; COSTA, A.C.S.; INOUE, T.T. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:2105-2114, 2011.
- MELO, V.F. & SCHAEFER, C.E.G.R. Matéria orgânica em solos desenvolvidos de rochas máficas no nordeste de Roraima. *Acta Amaz.*, 39: 53-60, 2009.
- YEOMANS, J. C. & BREMMER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in S.Sci. Plant Analysis*, 19:1467-1476, 1988.

Tabela 1. Atributos físicos do solo em áreas de Terra Preta Arqueológica (TPA) sob diferentes usos. FN: TPA sob floresta natural; Fj: TPA sob feijão e Pt: TPA sob pastagem. Letras minúsculas comparam os sistemas de uso e maiúsculas as diferenças entre as profundidades pelo teste Tukey a 5%

Uso do solo	Ds (kg dm ⁻³)	MaP	MiP	VTP	RP (MPa)	Ug (kg kg ⁻¹)
		(m ³ m ⁻³)				
0,00 - 0,05						
FN	1,27 a	26,46 a	30,79 a	56,99 a	0,40 b	24,26 a
Fj	1,27 a	26,30 a	30,54 a	56,84 a	0,49 a	24,45 a
Pt	1,24 a	27,04 a	30,79 a	57,84 a	0,48 a	25,24 a
0,05 - 0,10						
FN	1,36 b	22,95 a	28,20 c	51,39 a	0,41 c	20,64 c
Fj	1,42 a	19,42 b	31,73 b	51,23 a	0,65 b	22,31 b
Pt	1,41 a	15,63 c	33,48 a	49,58 b	0,75 a	23,87 a
0,10 - 0,20						
FN	1,37 b	22,07 a	28,29 c	50,35 a	0,38 c	20,78 c
Fj	1,47 a	18,38 b	31,89 b	49,82 a	0,54 b	21,72 bc
Pt	1,46 a	15,88 c	33,26 a	49,13 a	0,63 a	22,79 ab

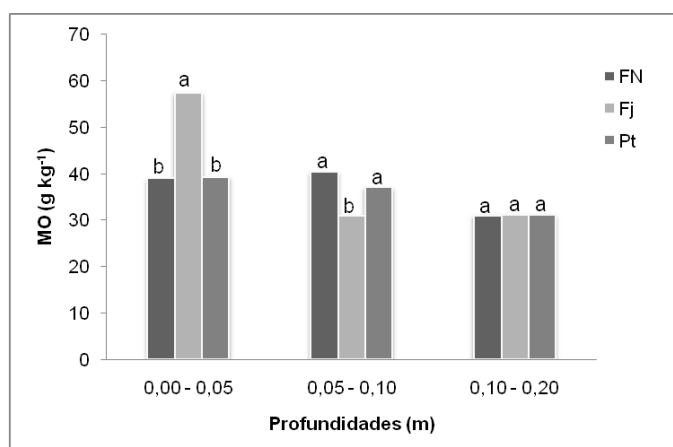


Figura 1. Matéria orgânica sob diferentes usos do solo (FN: TPA sob floresta natural; Fj: TPA sob feijão; Pt: TPA sob pastagem) e em relação às profundidades. Letras minúsculas comparam os sistemas de uso e maiúsculas as diferenças entre as profundidades pelo teste Tukey a 5%.

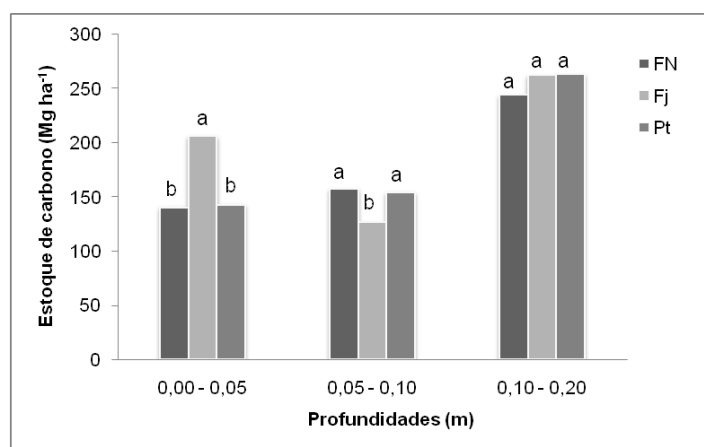


Figura 2. Estoque de carbono sob diferentes usos do solo (FN: TPA sob floresta natural; Fj: TPA sob feijão; Pt: TPA sob pastagem) e em relação às profundidades. Letras minúsculas comparam os sistemas de uso e maiúsculas, as diferenças entre as profundidades pelo teste Tukey a 5%.