



Efeito da matéria orgânica na capacidade de suporte de carga em terra preta arqueológica

Marcelo Dayron Rodrigues Soares⁽¹⁾; Renato López Noronha^(1*); Zigomar Menezes de Souza⁽¹⁾; Ingrid Nehmi de Oliveira⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Água e Solos, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 13083-875 (*apresentador: renato.lopez.noronha@gmail.com).

RESUMO: A intensa pressão das ações antrópicas sobre solos antropogênicos, podem promover a sua alteração estrutural. Portanto, o objetivo deste estudo, foi verificar a estrutura mecânica de solos antropogênicos sob usos de feijão guandu e pastagem, por meio da pressão de preconsolidação, tendo como referencial a floresta natural. A pesquisa foi desenvolvida no município de Novo Aripuanã, no sul do Amazonas, em um Latossolo Amarelo eutrófico argissólico, onde foram coletadas amostras indeformadas e deformadas na camada de 0,00-0,10, m, para determinação dos atributos do solo, tais como: densidade do solo, diâmetro médio ponderado, resistência do solo à penetração, macroporosidade, microporosidade, granulometria do solo e teor de matéria orgânica do solo. As amostras indeformadas foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial. Os resultados indicam que os teores de matéria orgânica foram altos para os três sistemas de uso do solo. O elevado teor de matéria orgânica proporcionou menor pressão de preconsolidação nos usos de pastagem e feijão guandu. A densidade do solo, microporosidade, diâmetro médio ponderado e resistência do solo à penetração do solo afetados pelo pisoteio animal favoreceram a maior capacidade de suporte de carga para o uso de pastagem. Com redução da coesão devido ao aumento do conteúdo de água, a floresta natural revelou ser mais suscetível ao processo compressivo que os usos de pastagem e feijão guandu.

Termos de indexação: compactação do solo, pressão de preconsolidação e manejo do solo.

INTRODUÇÃO

Diferentemente da maioria dos solos tropicais, as terras pretas arqueológicas (TPAs) contêm grandes quantidades de matéria orgânica estável no solo e são altamente férteis (GERMANO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2018). Acredita-se que a formação desses solos escuros e férteis esteja relacionada a ação antrópica, por meio da deposição de resíduos

orgânicos em combinação com atividades de queimadas (KAWA et al., 2015).

Nesse contexto, é importante observar que a maioria dos estudos em solos antropogênicos apenas analisa os atributos (densidade do solo, resistência do solo à penetração, macroporosidade, microporosidade e diâmetro médio ponderado), entretanto, são incipientes pesquisas que trataram a investigar a capacidade de suporte de carga (CSCS) neste solo.

Para Dias Júnior e Pierce (1996), a compressibilidade do solo é definida como a facilidade com que o solo não saturado decresce de volume quando sujeito a pressões, sendo função de fatores externos e internos. Segundo este mesmo autor, as curvas de compressão uniaxial admitem a determinação da pressão de preconsolidação do solo, como indicador da capacidade de suporte de carga.

A exploração de terras pretas arqueológicas promove pressão de preconsolidação diferenciada pelos diferentes manejos estudados (feijão guandu e pastagem), tendo como referência a mata nativa em função do teor de matéria orgânica do solo. Dessa maneira, o objetivo deste estudo, foi verificar a estrutura mecânica de solos antropogênicos sob uso de feijão guandu e pastagem, por meio da pressão de preconsolidação, tendo como referencial a floresta natural.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Novo Aripuanã, região sul do Amazonas, Brasil, situado ao longo da rodovia Transamazônica, BR-230, com coordenadas geográficas de 07°51'30" de latitude sul e 61°18'01" de longitude oeste. O clima da região é o tropical chuvoso (BRASIL, 1978).

Foram selecionadas três áreas de estudos sobre terra preta arqueológica, submetidas aos seguintes usos: i) mata nativa (Floresta Amazônica); ii) pastagem (*Brachiaria brizanta*); iii) feijão guandu (*Cajanus cajan*).

A amostragem foi realizada aleatoriamente, de forma que pudesse representar cada sistema de uso



do solo. Foram coletadas 60 amostras por meio de anéis volumétricos com diâmetro e altura de 0,0254 e 0,0635 m, respectivamente, no qual foram coletadas 20 amostras indeformadas na profundidade de 0,00-0,10 m, por sistema de uso do solo.

Os corpos de prova foram saturados e, em seguida tiveram as umidades equilibradas em laboratório à temperatura ambiente, para obtenção de amostras na faixa de umidade com variação de solo seco a saturado, ou seja, cinco teores de umidade: 0,05; 0,13; 0,21; 0,29 e 0,31 $m^3 m^{-3}$, isso para gerar a curva modelo em base às amostras coletas na mata nativa. Logo, as umidades utilizadas para alta e baixa umidade para o feijão guandu foram: 0,06 e 0,26 $m^3 m^{-3}$ e pastagem: 0,09 e 0,25 $m^3 m^{-3}$. Essas umidades foram utilizadas com a finalidade de se avaliar o solo em períodos mais úmidos e mais secos, em comparação sobre a curva modelo.

O método de Dias Júnior et al. (2005) foi utilizado para verificar o impacto dos usos no solo. Este método consiste na divisão desses modelos em três “regiões” Os corpos de provas na região “a” indicam que há compactação adicional; na região “b”, que não ocorreu compactação adicional do solo, mas há tendência que venha a ocorrer se não for levado em consideração a capacidade de suporte de carga do solo; região “c”, ausência de compactação do solo.

As amostras foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial em um consolidômetro automatizado com interação homem máquina (IHM), modelo CNTA-IHM/BR-001/07, Silva et al. (2015), fabricado pela Maschetto Automação & Equipamentos. Os níveis de pressão aplicados ao corpo de prova foram de 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1600 kPa, observando-se a pressuposição de Taylor (1948), que define a deformação máxima de até 90% do corpo de prova, para cada nível de pressão. Esta operação foi determinada automaticamente pelo equipamento.

A partir da curva de compressão, foi estimado o índice de compressão (m) e σ_p , observando a sugestão dos métodos M1 (quando a sucção for menor ou igual a 100 kPa) e M3 (quando a sucção for maior que 100 kPa), propostos por Dias Júnior e Pierce (1995).

Para a elaboração dos modelos de capacidade de suporte de carga do solo, os valores de σ_p foram plotados em função da umidade volumétrica (θ) a que cada corpo de prova foi submetido e, posteriormente, ajustada ao modelo (Equação 1), proposto por Dias Júnior (1994). A partir desse modelo foi possível prever a pressão máxima que o solo pode suportar

em função da umidade, sem que o mesmo apresente compactação adicional.

$$\sigma_p = 10^{(a + bU)} \quad (1)$$

em que, σ_p = pressão de preconsolidação (kPa); U = umidade gravimétrica ($kg kg^{-1}$); a e b = parâmetros de ajuste.

O ajuste e construção dos gráficos dos modelos de capacidade de suporte de carga foram realizadas por meio do software Sigma Plot 11.0, obtendo-se os parâmetros “a” e “b” (intercepto e ângulo de inclinação da reta, respectivamente), os quais possibilitaram estimar as pressões de preconsolidação (σ_p) para cada condição desse estudo.

A análise de variância (ANOVA) foram realizados por meio do software SigmaPlot versão 11.0. Quando os resultados foram significativos, aplicou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para comparação entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do solo para os diferentes sistemas de uso encontra-se na Tabela 1. Os atributos DMP, Ds, Micro e RP apresentaram comportamento semelhante entre si, onde a pastagem apresentou valores superiores aos demais sistemas de uso do solo. Porém, para o atributo Macro, houve um comportamento inverso, no qual a pastagem apresentou valores inferiores aos demais tratamentos.

Tabela 1 – Caracterização do solo na camada de 0,00-0,10 m em Terras Pretas Arqueológicas, considerando diferentes sistemas de uso do solo no município de Novo Aripuanã-AM.

Atributos	Sistemas de uso do solo		
	Floresta Natural	Feijão Guandu	Pastagem
Ds	1,21	1,25	1,31
DMP	2,88	2,80	2,88
RP	0,96	1,25	1,40
Macro	0,28	0,25	0,19
Micro	0,29	0,29	0,33
Areia Total	701,22	750,61	743,29
Silte	199,64	170,06	177,10
Argila	99,13	79,33	79,60
MOS	38,46	44,00	38,00

Ds = densidade do solo ($Mg m^{-3}$); DMP = diâmetro médio ponderado (mm); RP = resistência do solo à penetração (MPa); Macro = macroporosidade ($m^3 m^{-3}$); Micro = microporosidade ($m^2 m^{-3}$); areia total, silte e argila ($g kg^{-1}$); MOS = matéria orgânica do solo ($g kg^{-1}$).



Quanto à textura do solo, a areia, argila e silte apresentaram valores similares para todos os sistemas de uso do solo (Tabela 1). Assim mesmo, o uso do feijão guandu na camada de 0,00-0,10 m proporcionou maior teor de MOS, enquanto que a floresta natural e pastagem apresentaram valores similares para esse atributo (Tabela 1). Verificou-se estreita relação entre o teor de MOS e os atributos Ds e DMP, sendo que na camada estudada encontram-se os maiores de valores de MOS e DMP e menores de Ds.

Ao respeito da CSCS, os coeficientes angulares e lineares variaram entre 2,54 e -0,69 (Figura 1). Seguindo esta mesma ordem, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,82.

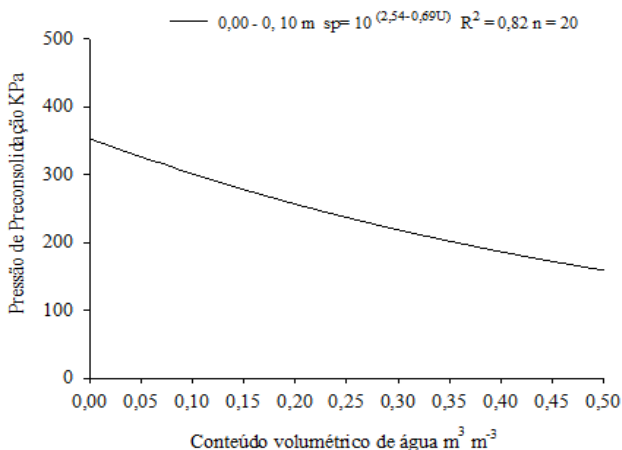


Figura 1 - Modelo de capacidade de suporte de carga para Terra Preta Arqueológica, sob floresta natural na camada de 0,00-0,10 m, no município de Novo Aripuanã-AM.

Os modelos de capacidade de suporte de carga para os usos de pastagem e feijão guandu, em dois cenários distintos, solo seco (baixa umidade) e solo úmido (alta umidade), são apresentados na Figura 2. Para o uso de pastagem, em uma condição de baixa umidade, 30% das amostras apresentaram compactação adicional (região "a" Figura 2A) e, 30% apresentam tendência a compactação caso os valores de CSCS sejam excedidos (região "b" Figura 2A).

Antagonicamente 40% das amostras não sofreram compactação (região "c" Figura 2A). Por outro lado, em uma condição de alta umidade, houve maior tendência a compactação do solo, uma vez que, 70% das amostras demonstraram compactação adicional (região "a" Figura 2A), 10% apresentaram tendência a compactação, caso a CSCS não seja respeitada (região "b" Figura 2A) e, 20% não sofreram compactação (região "c" Figura 2A).

Em contrapartida, para o uso do feijão guandu, em condições de baixa umidade, observa-se poucos indícios de compactação do solo, uma vez que, 70% das amostras apresentaram ausência de compactação (região "c" Figura 2B), enquanto, amostras compactadas e com tendência a compactação, englobadas pelas regiões "a" e "b" do modelo, foram minoria, correspondendo a 10% cada. Em altos teores de umidade, 40% das amostras não sofreram compactação adicional (região "c" Figura 2B), 30% apresentam tendência a sofrer compactação (região "b" Figura 2B) e 30% sofreram compactação (região "a" Figura 2B).

A análise da Figura 3 permite avaliar os valores de CSCS obtidos por cada sistema de uso, em condições de alta e baixa umidade do solo, para camada estudada, em uma condição de alta umidade do solo, a floresta natural apresentou valores de CSCS significativamente inferiores a área de pastagem, enquanto que o feijão guandu apresentou valores semelhantes tanto na floresta natural como na pastagem (Figura 3A). Entretanto, em baixa umidade, ou seja, solo seco, não houve diferença entre os valores de CSCS apresentados pela floresta natural, feijão guandu e pastagem (Figura 3B).

Dentre os três usos na camada de estudada com alta umidade, a pastagem revelou maior CSCS, sendo estatisticamente igual ao feijão guandu e, diferente da floresta natural (Figura 3A). Provavelmente, a elevada CSCS na pastagem, é decorrente da influência do pisoteio animal. Iori et al. (2012) em estudo com áreas de pastagem e mata nativa, verificou que para alta umidade, a pastagem mostrou maior CSCS que a mata e, atribuiu isto, ao pisoteio animal. A CSCS em condições de baixa umidade para todos os usos foi igual, pois não houve diferença estatística entre os usos. Isto pode ser atribuído aos altos teores de MOS, cujo teor pode ser suficiente para estabelecer um efeito cimentante entre os grãos de areia, evidenciando maior coesão para esta condição de umidade.

CONCLUSÕES

O teor de matéria orgânica na camada estudada aliviou a pressão de preconsolidação em terra preta arqueológica sob usos de pastagem e feijão guandu.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil, folha SB. 20, Purus. Rio de Janeiro, 1978. 561p.



DIAS JUNIOR, M. S. et al. Traffic effects on the soil preconsolidation pressure due to eucalyptus harvest operations. *Scientia Agricola*, 62: 248-255, 2005.

DIAS JÚNIOR, M.S. Compression of three soils under long-term tillage and wheel traffic. 1994. 114 p. Tese (Tese de Doutorado) – Michigan State University, East Lansing, 1994.

DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F.J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curve. *Soil Technology*, 8: 139-151, 1995.

DIAS JUNIOR, M.S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 20: 175-182, 1996.

GERMANO, M. G. et al. Functional diversity of bacterial genes associated with aromatic hydrocarbon degradation in anthropogenic dark earth of Amazonia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 654-664, 2012.

IORI, P. et al. Pressão de preconsolidação como ferramenta de análise da sustentabilidade estrutural

de classes de solos com diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36: 1448-1456, 2012.

KAWA, N.C. et al. Household agrobiodiversity management on Amazonian Dark Earths, oxisols, and floodplain soils on the lower Madeira River, Brazil. *Human Ecology*, 43: 339-353, 2015.

OLIVEIRA, I.A. et al. Carbon stock variability and aggregate stability in soil of Amazon, Brazil. *Australian Journal of Crop Science*, 12: 922-930, 2018.

SILVA, R.B. et al. Desenvolvimento, automação e desempenho de um consolidômetro com interface homem-máquina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 39: 416-427, 2015.

TAYLOR, D. W. *Fundamentals of soil mechanics*. New York: J. Wiley, 1948. 700p.

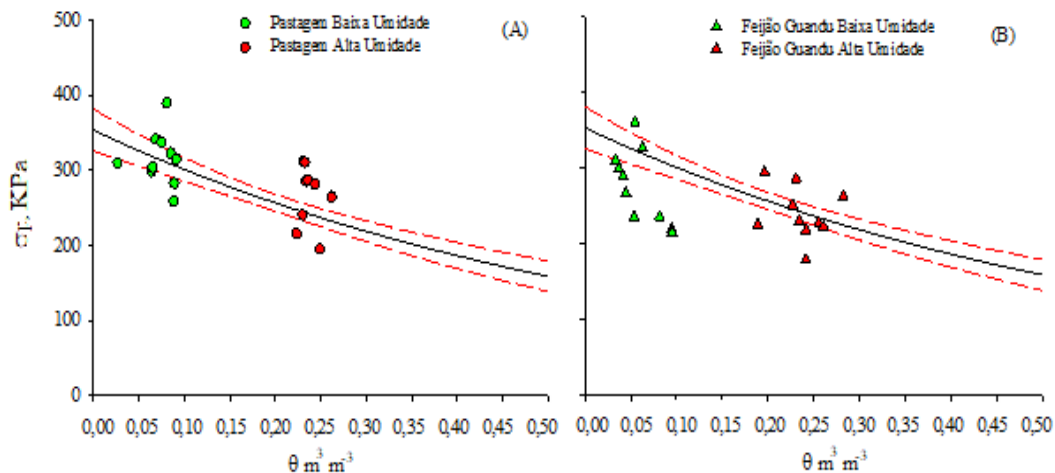


Figura 2 – Modelos de capacidade de suporte de carga para pastagem e feijão guandu cultivados em solos antropogênicos, tendo como referência a floresta natural na camada de 0,00-0,10 (A e B), no município de Novo Aripuanã-AM.

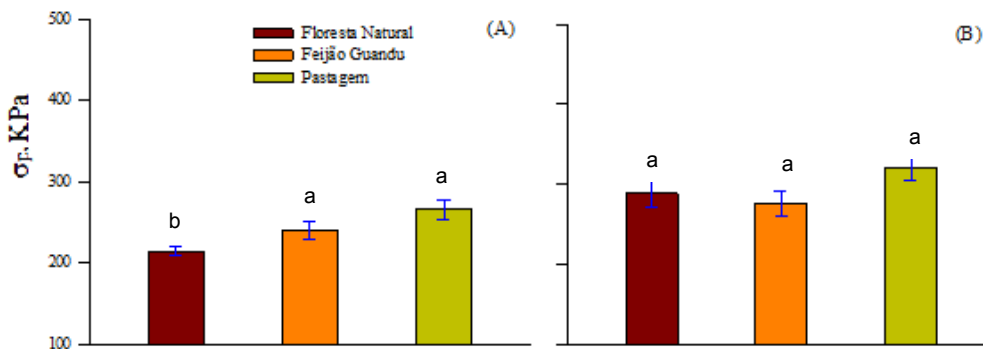


Figura 3 - Capacidade de suporte de carga em terra preta arqueológica sob diferentes usos na camada de 0,00-0,10 m em condições de alta (A) e baixa umidade (B). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.