



LIMITES DE ATTERBERG E SUA CORRELAÇÃO COM A GRANULOMETRIA E MATÉRIA ORGÂNICA DOS SOLOS

K. D. Ribeiro^{*}, L. K. Souza

UNIFOR - Centro Universitário de Formiga, Formiga, MG, Brasil

Article history: Received 02 April 2018; Received in revised form 20 June 2018; Accepted 25 June 2018; Available online 28 June 2018.

RESUMO

Há várias práticas mecanizadas realizadas na agricultura moderna, que geram cargas que podem modificar a estrutura e afetar as propriedades físicas dos solos. Assim, o manejo correto e a prevenção da compactação do solo são importantes na agricultura sustentável. Entre as propriedades relacionadas ao manejo dos solos, tem-se a granulometria, o teor de matéria orgânica e a consistência. As duas primeiras influem na última que, por sua vez, permite definir quando um solo se encontra friável, condição ideal para as práticas agrícolas mecanizadas. O presente trabalho objetivou avaliar a correlação existente entre os limites de consistência do solo com sua granulometria e teor de matéria orgânica, com vistas ao manejo adequado dos solos sob agricultura mecanizada. Para tanto, foram coletadas amostras de solo, em diferentes profundidades, que foram caracterizadas quanto à textura, teor de matéria orgânica, limite de plasticidade, limite de liquidez e índice de plasticidade. Os resultados mostraram que a área estudada se caracteriza pela presença de solo de textura franca, medianamente plástico e de baixa concentração de matéria orgânica, sendo recomendado que as práticas agrícolas mecanizadas sejam realizadas quando a umidade do solo se encontrar abaixo de 29%. A granulometria do solo influenciou significativamente sobre os limites de consistência do solo da área estudada e a concentração de matéria orgânica do solo não influenciou os valores de limites de consistências do solo analisado.

Palavras-chave: Consistência. Plasticidade. Umidade.

CORRELATION BETWEEN GRANULOMETRY AND ORGANIC SOIL MATTERS WITH LIMITS OF ATTERBERG

ABSTRACT

The characterization of soils under mechanized agriculture is important for its correct management and prevention of compaction. Among the properties related to soil management, the granulometry and the organic matter content influence the consistency; and the consistency allows defining when a soil is friable, an ideal condition for mechanized agricultural practices. The objective of this work was to evaluate the correlation between soil consistency limits and grain size and organic matter content, aiming at the adequate management of soils under mechanized agriculture. Soil samples were collected at different depths, which were characterized by texture, organic matter content, plasticity limit, liquidity limit and plasticity index. The results showed that the studied area is characterized by a medium textured soil, moderately plastic and low organic matter concentration. It is recommended that mechanized agricultural practices be performed when soil moisture is below 29%. Soil granulometry had a significant influence on the soil consistency limits of the

* katiadr@bol.com.br

studied area and the soil organic matter concentration did not influence the values of soil consistency limits.

Keywords: Consistency. Plasticity. Moisture.

INTRODUÇÃO

O setor da agricultura tem se destacado em termos econômicos devido à ótima produtividade de produtos primários e à modernização gerada pelo uso de tecnologias e manejos mecanizados. Essa mecanização, porém, conforme Stone et al. (2002), aumenta os índices de compactação do solo, que podem trazer prejuízos ao solo e às plantas.

São várias práticas mecanizadas na agricultura, indo desde o preparo do solo até a colheita, onde circulam sobre o solo maquinários pesados, gerando cargas, o que pode modificar a estrutura e afetar as propriedades físicas dos solos (STRECK, 2003).

A suscetibilidade à compactação do solo devido ao uso de maquinários pesados, dentre outros fatores, depende do estado de consistência do solo. Em função do teor de umidade, o solo pode apresentar características iguais às de um líquido ou de um sólido, onde entre estes dois estados limites, o solo passará ainda por outros dois estados, o plástico e semissólido, sendo estes denominados estados de consistência dos solos (ROSA, 2015).

Os limites de Atterberg referem-se ao limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e limite de contração (LC), sendo iguais aos valores de umidades que separam um estado de consistência do solo de outro. Conhecendo-se os valores dos limites de Atterberg, é possível saber, em função da umidade natural do solo (U), se o solo se encontra no estado sólido ($U < LC$), no estado friável ($LC < U < LP$), no estado plástico ($LP < U < LL$) ou no estado viscoso ($U > LL$).

A passagem de um estado de consistência para outro é gradual. No estado viscoso ou líquido, a massa de solo apresenta propriedades e aparência de uma suspensão, ou seja, não possui forma própria e tem resistência ao cisalhamento

nula. No estado plástico, a massa de solo pode ser moldada sem apresentar variação sensível do seu volume, ruptura ou fissuramento. No estado friável ou semissólido, a massa de solo tem a aparência de um sólido, mas sofre redução de volume se for submetido à secagem. No estado sólido, a secagem da massa de solo não mais provoca redução de seu volume. (GRECO, 2015).

A consistência do solo é afetada por fatores como a granulometria e teor de matéria orgânica (LORENZO, 2010). Conhecer as relações entre os limites de Atterberg, granulometria e matéria orgânica permite uma caracterização dos solos que pode servir de subsídio para o planejamento do manejo mecanizado do solo para fins de prevenção dos efeitos adversos da compactação.

Uma das características físicas mais importantes do solo é a textura ou granulometria, que caracteriza as quantidades de areia, silte e argila presentes no solo. Solos que apresentam alta porcentagem de finos, são muito influenciados pela umidade, causando grandes variações nas suas propriedades plásticas (SOUZA et al., 2000). Nessas circunstâncias, a simples análise granulométrica não é confiável para caracterizá-los, sendo recomendada a caracterização granulométrica juntamente com a de consistência.

A matéria orgânica do solo (MO) influi positivamente sobre sua densidade, porosidade, liberação e fixação de nutrientes (NASCIMENTO et al., 2010) e formação de agregados (LUCHESE et al., 2002). Influi ainda nos limites de liquidez e plasticidade dos solos, podendo aumentar seu índice de plasticidade (SILVA; MIRANDA, 2016).

O diagnóstico do estado de consistência do solo, e dos fatores que

influenciam nesses estados, permite inferir sobre sua resistência mecânica à compressão, logo, sobre sua suscetibilidade à compactação (LORENZO, 2010). De posse dos resultados da caracterização das áreas mecanizadas quanto aos limites de Atterberg, granulometria e teor de matéria orgânica, pode-se, então, programar as práticas agrícolas visando evitar o manejo quando o solo se encontrar nos estados plástico e viscoso, onde a suscetibilidade à compactação é maior, evitando assim a redução da penetração de raízes, da permeabilidade de água e da absorção de

nutrientes (BEUTLER et al., 2004), bem como o aumento do escoamento superficial e a probabilidade de se instalarem fenômenos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água da região. Nota-se que o manejo inadequado da umidade do solo pode trazer problemas econômicos e ambientais para a agricultura mecanizada.

Assim sendo, o presente trabalho objetivou determinar a correlação entre os limites de Atterberg dos solos com sua granulometria e teor de matéria orgânica para uma área passível de implementação da agricultura mecanizada.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Laboratório do Centro Universitário de Formiga -UNIFOR-MG, localizada sob as coordenadas geográficas UTM N = 7.736.900 m e E = 451.060 m (Datum WGS-84, fuso 23K), no município de Formiga, região centro-oeste do estado de Minas Gerais. A área de estudo está ocupada por pastagem, sendo o solo local caracterizado como um Argissolo vermelho-amarelo.

Foram coletadas amostras deformadas em uma malha regular de amostragem de 50 m x 50 m, totalizando 20 pontos de amostragem. As amostras foram coletadas em duas profundidades (0 – 20 cm e 20 – 40 cm).

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos vedados e numerados conforme suas posições, sendo então encaminhadas para o Laboratório de Ciências da Terra do UNIFOR-MG, onde foram submetidas a ensaios para determinação do limite de liquidez, limite de plasticidade, granulometria e teor de matéria orgânica.

A granulometria das amostras foi determinada por dispersão total, pelo

método da pipeta, conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1997).

Os ensaios para determinação do limite de liquidez e limite de plasticidade das amostras foram realizados conforme normas rodoviárias do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER-ME 122/94 e DNER-ME 082/94, respectivamente. O índice de plasticidade foi calculado pela diferença entre o valor de limite de liquidez e o valor do limite de plasticidade.

O teor de matéria orgânica foi determinado por calcinação das amostras a 250°C, por 5 horas, conforme Silva et al. (1999).

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos a análises estatísticas para determinação dos coeficientes de correlação de Pearson para verificação da influência da textura e teor de matéria orgânica sobre os limites de consistência das amostras de solos analisadas. Os coeficientes de correlação obtidos foram ainda submetidos ao teste t de Student, a 5% de probabilidade, para verificação de sua significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam os resultados da análise granulométrica das amostras de solo analisadas. Conforme

triângulo textural proposto por Lemos e Santos (1984), tanto a camada superficial (0-20 cm de profundidade) quanto a

camada subsuperficial (20-40 cm de profundidade) da área estudada apresentam textura franca, observando-se teores de areia maiores para a camada superficial, com maiores teores de silte para a camada subsuperficial.

Trindade et al. (2009), na caracterização de um argissolo amarelo do nordeste paranaense, verificaram a predominância da fração areia na camada superficial e atribuíram esse fato ao

processo de formação do solo, atribuindo as maiores concentrações de areia na camada superficial à translocação da fração argila do horizonte A para o horizonte B, fenômeno típico em argissolo.

Fernandes (2014) relata que solos com predominância da fração silte nas camadas subsuperficiais tendem a apresentar elevada instabilidade mecânica quando submetidos a operações de terraplenagens e mecanização agrícola.

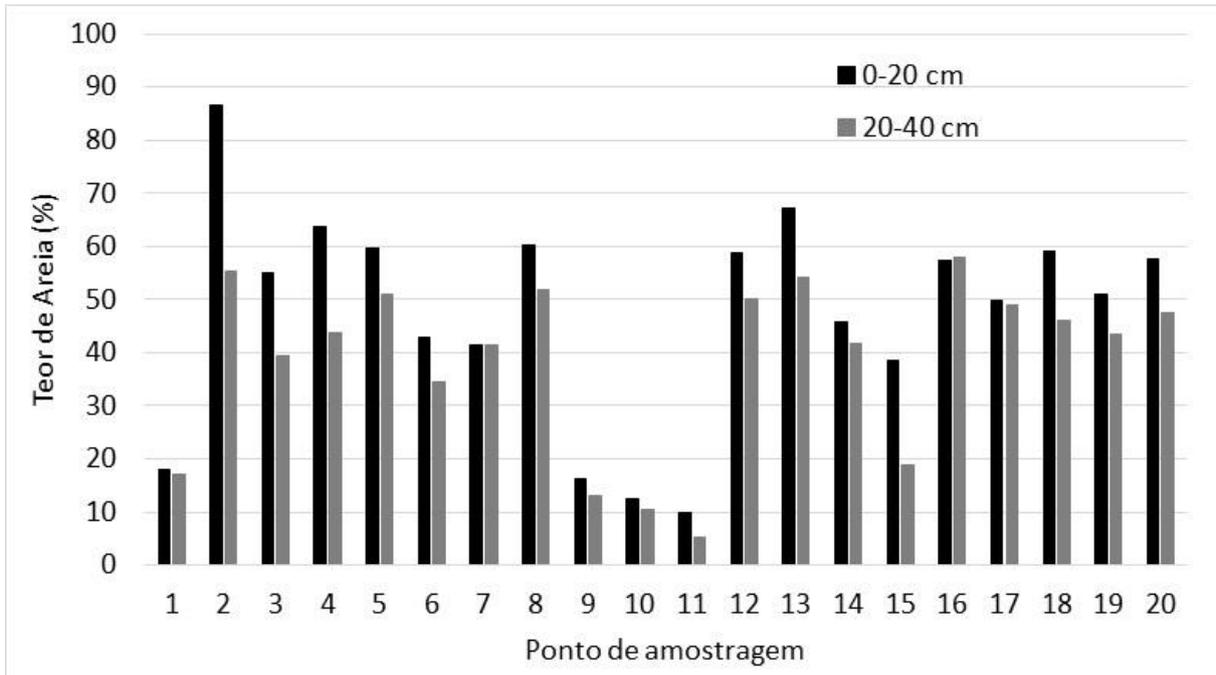


Figura 1: Porcentagens de areia determinadas para as amostras analisadas.

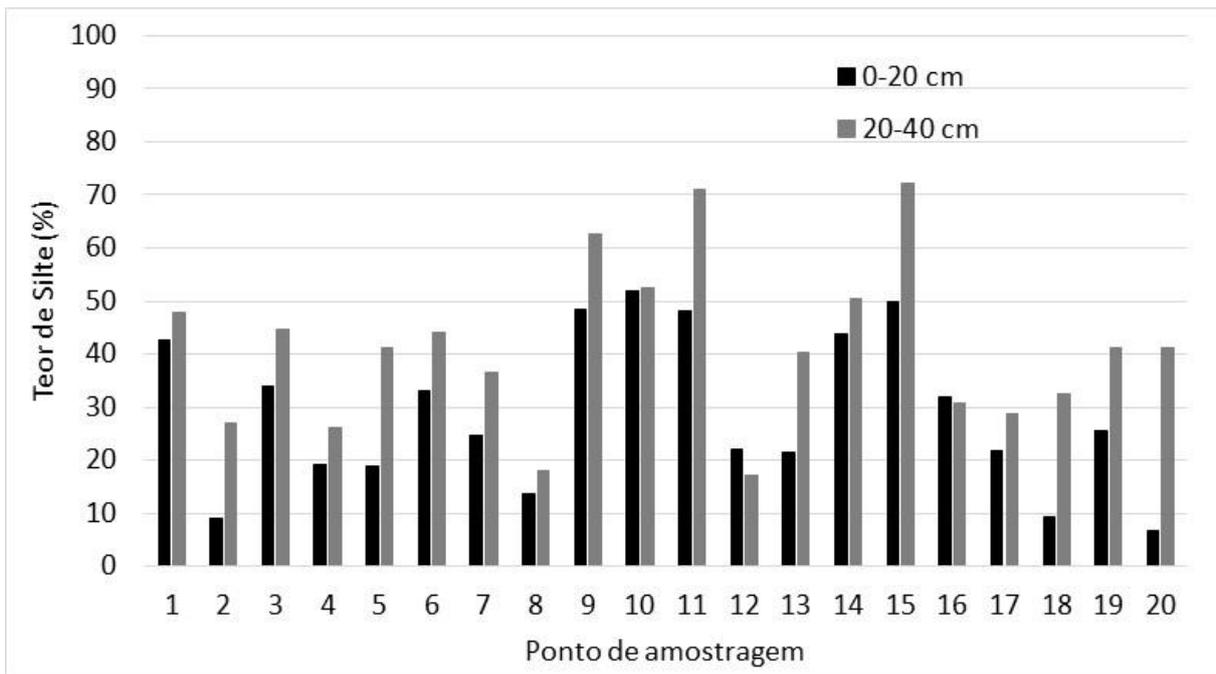


Figura 2: Porcentagens de silte determinadas para as amostras analisadas.

A análise granulométrica das amostras estudadas indicou uma relação inversamente proporcional entre as frações areia e silte (Figuras 1 e 2). Os teores de areia também foram inversamente proporcionais aos teores de argila (Figuras 1 e 3), o que corrobora com Lima et al.

(2015) que, realizando uma análise temporal da composição granulométrica de um estuário amazônico, verificaram que houve uma tendência inversamente proporcional entre a fração de areia e as frações silte e argila.

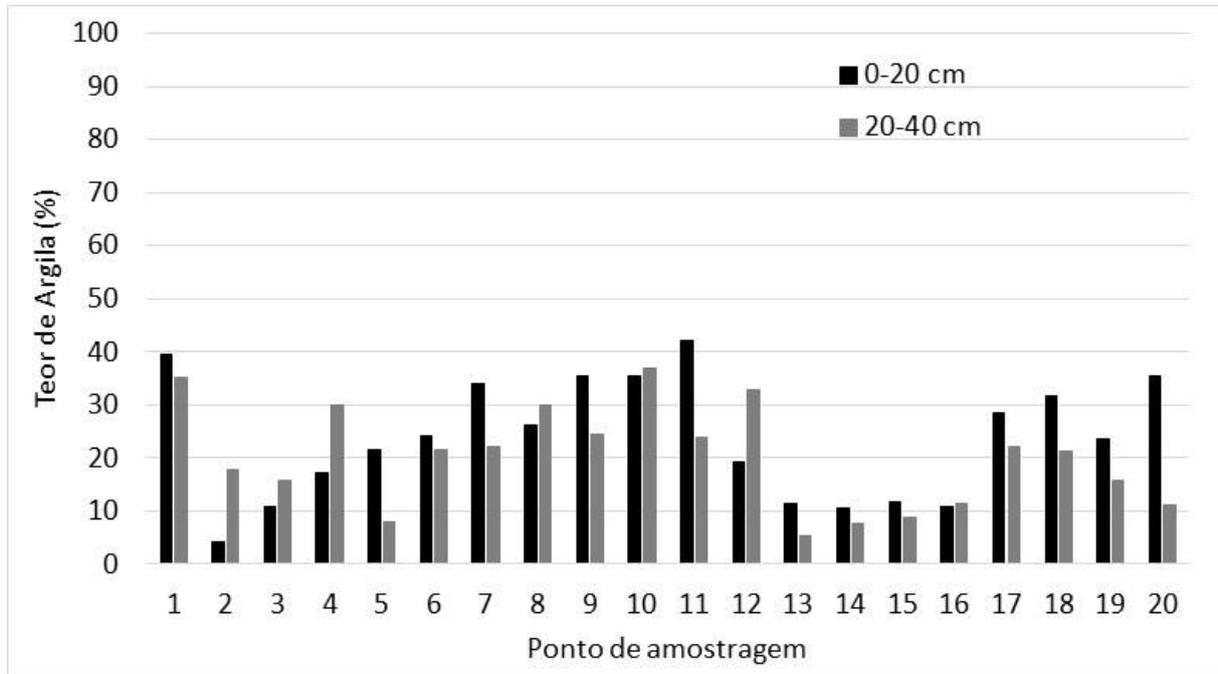


Figura 3: Porcentagens de argila determinadas para as amostras analisadas.

A matéria orgânica (MO) presente no solo representa uma grande reserva de carbono orgânico, principalmente nas regiões de clima quente e úmido (SILVA;

MIRANDA, 2016). O teor de MO das amostras analisadas variou de 0,63% a 13,82% (Figura 4) sendo considerados baixos, conforme Trindade et al. (2009).

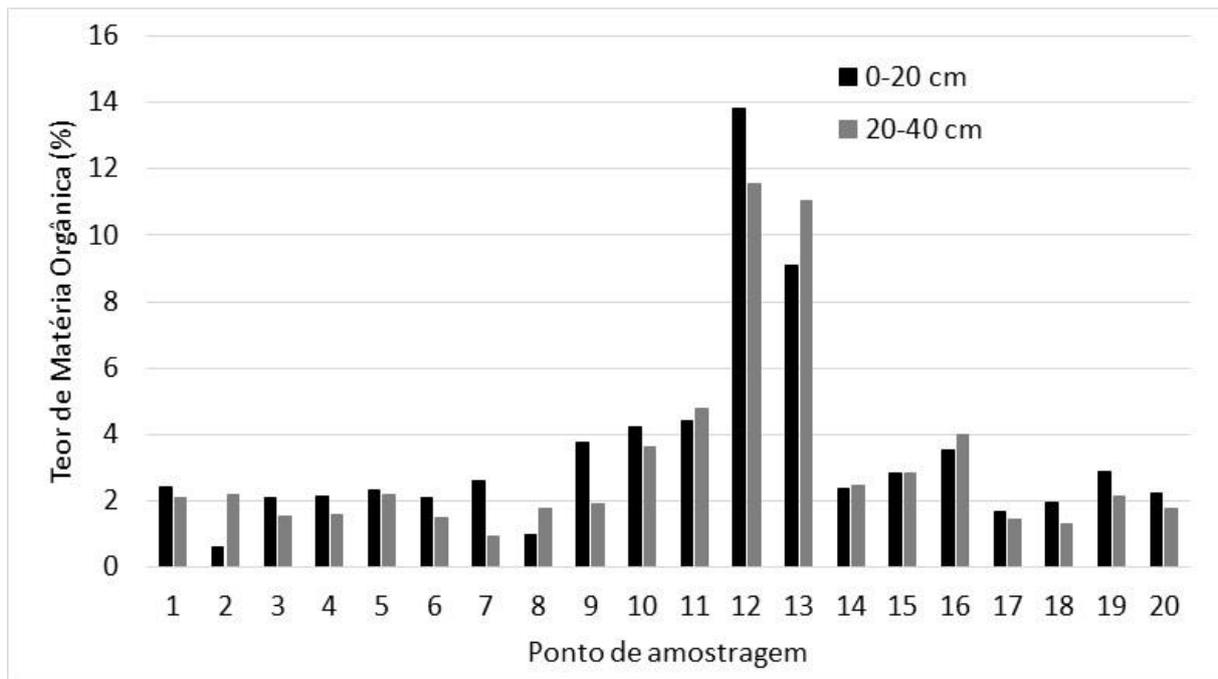


Figura 4 – Porcentagens de matéria orgânica determinadas para as amostras analisadas.

Em solos de textura franca, com predominância de frações mais grosseiras, como é o caso das amostras analisadas, geralmente verifica-se maior aeração e maior aquecimento, favorecendo a decomposição da matéria orgânica, o que justifica os baixos valores observados.

Verifica-se que as maiores concentrações de MO estão na camada superficial. Trindade et al. (2009) relatam que geralmente são encontrados maiores teores de MO nas camadas mais

superficiais dos solos devido ao equilíbrio existente entre a deposição de restos de vegetação e outros materiais orgânicos e ação microbiana na decomposição destes.

Os resultados para o limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade das amostras analisadas são apresentados nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente. Observa-se, de um modo geral, pequena variação entre os valores de LL e LP da camada superficial para a camada subsuperficial.

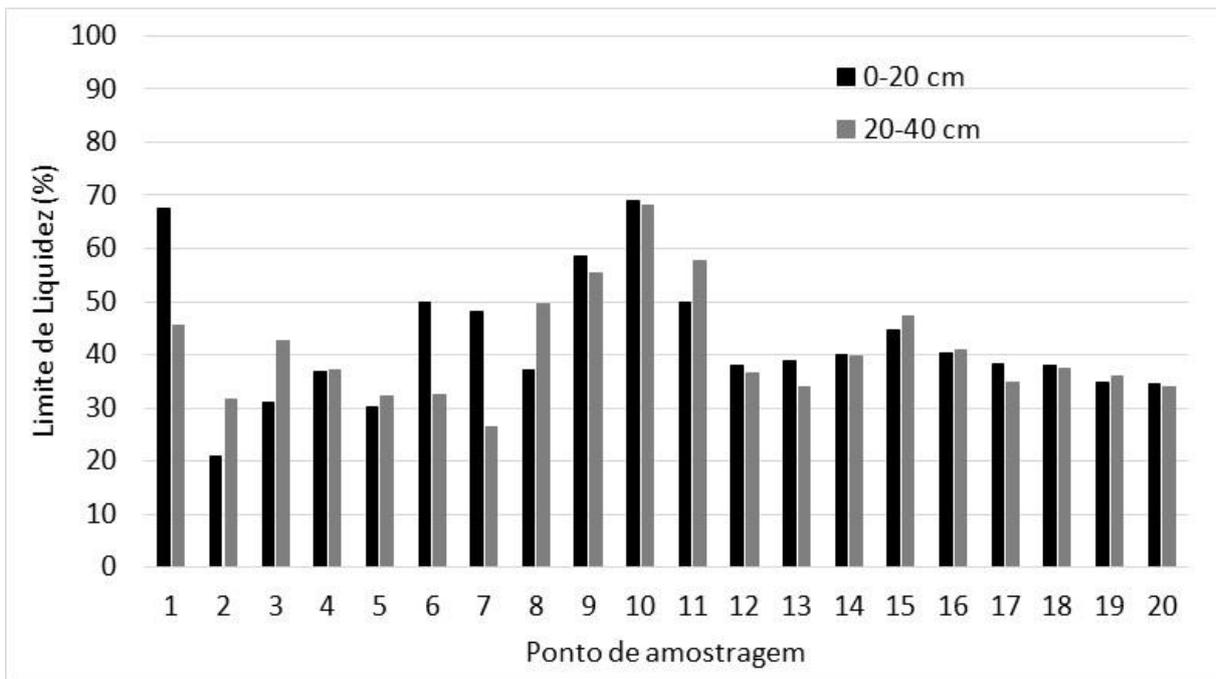


Figura 5: Limites de liquidez das amostras analisadas.

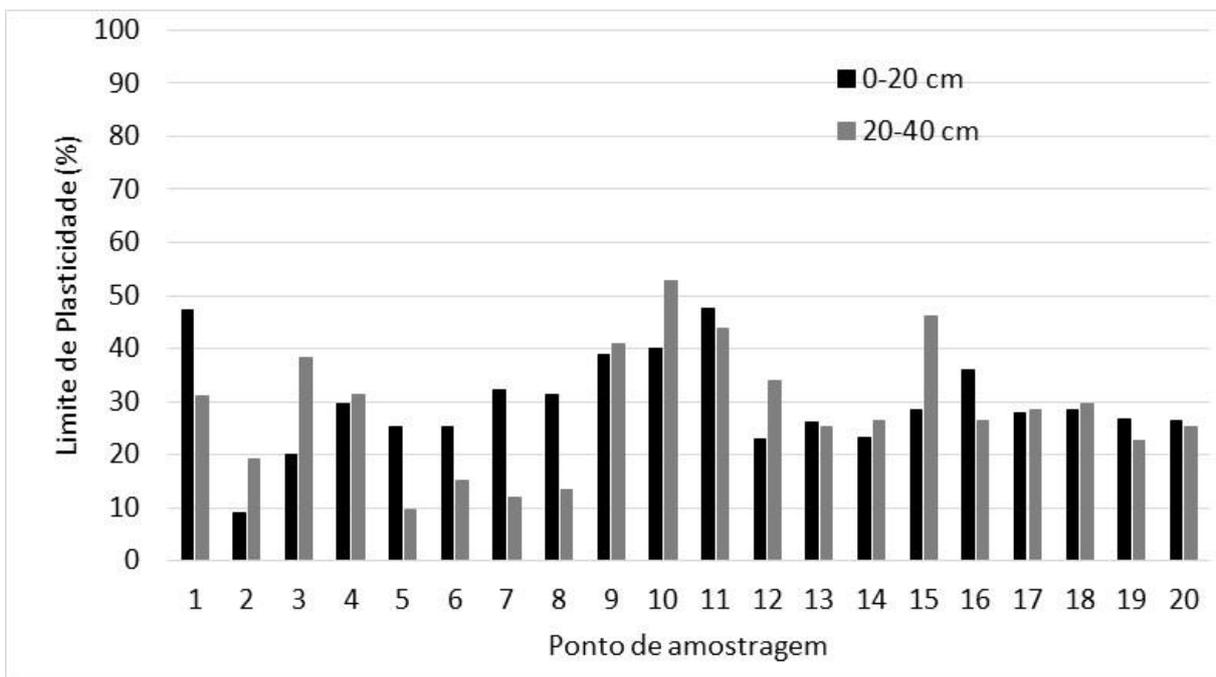


Figura 6: Limites de plasticidade das amostras analisadas.

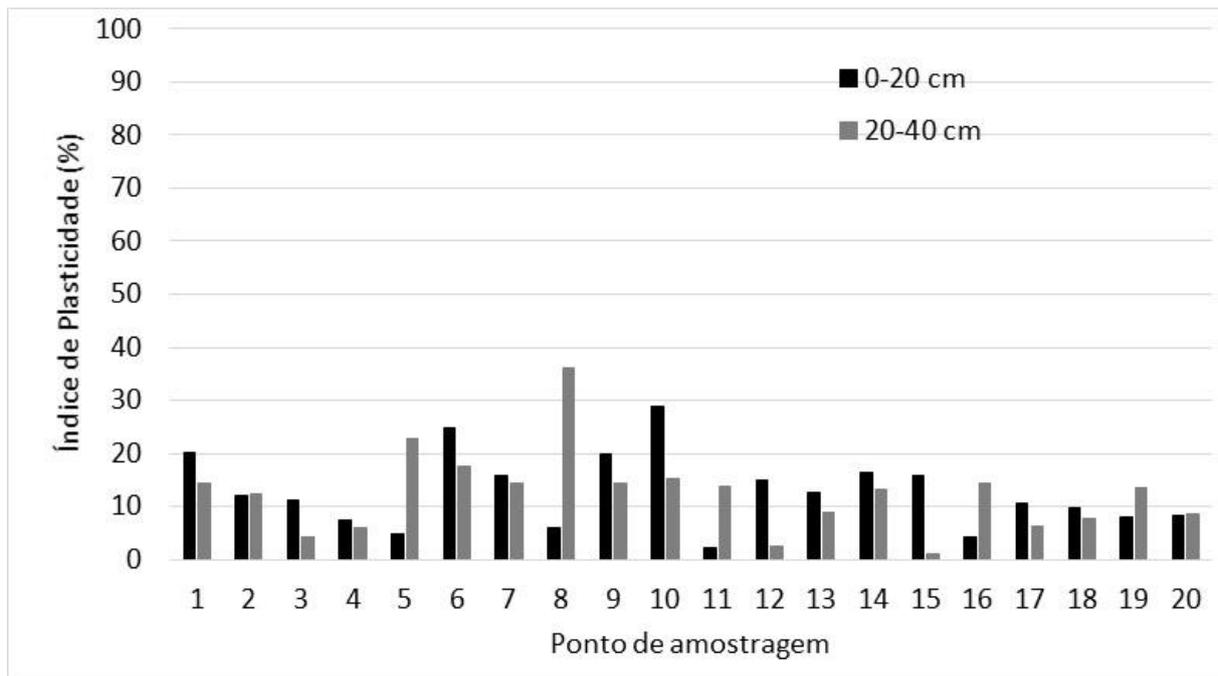


Figura 7: Índices de plasticidade das amostras analisadas.

De um modo geral, a camada subsuperficial apresentou maiores valores de IP devido, provavelmente, à maior concentração de partículas finas dessa camada. O valor médio de IP observado para a área de estudo é de 12,53%, permitindo classificar o solo da área estudada como medianamente plástico, conforme Caputo (2012). A análise da consistência do solo permite inferir sobre sua suscetibilidade à compactação. Assim, a área estudada pode ser caracterizada como de mediana suscetibilidade à compactação, o que exige um manejo adequado da umidade do solo para fins preventivos, evitando-se assim os efeitos maléficos que a compactação confere ao

solo e à planta, comprometendo a produtividade da área.

O valor médio de LP verificado para a área estudada foi de 29%, ou seja, para umidades acima desse valor, o solo se encontra no estado plástico, reduzindo sua resistência mecânica compactação. Abaixo dessa umidade, o solo se encontra no estado friável. Logo, de uma maneira bem simples, recomenda-se que as práticas mecanizadas, na área estudada, sejam realizadas quando solo estiver com umidade inferior a 29%, com vistas a evitar o processo de compactação do solo e seus efeitos danosos.

A Tabela 1 apresenta a matriz de correlação entre os dados obtidos para as amostras de solo analisadas.

Tabela 1 – Matriz de correlação entre os dados obtidos para as amostras de solo analisadas.

	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	MO (%)	LP (%)	LL (%)	IP (%)
Areia (%)	1,00						
Silte (%)	-0,83 *	1,00					
Argila (%)	-0,51 *	-0,06 ^{ns}	1,00				
MO (%)	0,06 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	1,00			
LP (%)	-0,71 *	0,50 *	0,49 *	0,12 ^{ns}	1,00		
LL (%)	-0,79 *	0,55 *	0,56 *	0,06 ^{ns}	0,77 *	1,00	
IP (%)	-0,19 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,42 *	1,00

* significativo a 5% de significância.

ns: não significativo.

Os limites de consistência foram influenciados significativamente pela textura do solo. As frações argila e silte apresentaram correlação positiva e moderada com os valores de LL e LP. Souza et al. (2000) citam que quanto maior for a porcentagem da fração argila no solo, maior influência terá sobre o do limite de liquidez.

A fração areia apresentou correlação forte e negativa com os valores de LL e LP. Quanto mais plástico for o solo, maior a umidade necessária para que o mesmo atinja os estados plástico e líquido. A fração areia não é plástica; logo, quanto mais arenoso for o solo, menor sua plasticidade (menor será seu LP) e mais facilmente atingirá o estado líquido, ou seja, menor será o valor de LL.

Marcolin (2006) verificou correlação positiva entre o teor de argila e os limites de liquidez, de plasticidade e índice de plasticidade. Nesse estudo, não foi observada correlação entre o teor de argila e o IP. Luciano et al. (2012) citam que isso pode ter ocorrido devido ao predomínio de argilominerais com menor superfície específica, que diminuem a capacidade da fração argila de interagir com a água e reduzem o efeito lubrificante desta, não ocorrendo o deslizamento das partículas finas uma sobre as outras, o que reduz o IP do solo.

A MO não apresentou correlação significativa nem com a textura e nem com a consistência do solo, contradizendo

vários autores, como Fiori e Carmignani (2001) e Caputo (2012), que citam que a MO incrementa o valor do LP sem elevar necessariamente o valor do LL. Ribeiro et al (2004) citam que a MO pode influenciar negativamente a plasticidade das argilas, promovendo a aderência e aumentando a coesão das partículas após secagem.

Goldberg et al. (2000) verificaram relação diretamente proporcional entre o teor de MO do solo e o teor da argila, mostrando alta afinidade química da carga negativa da matéria orgânica com a carga positiva da argila.

Silva e Miranda (2016) verificaram que a presença de MO nos solos influenciou mais fortemente os valores de LP do que os valores de LL dos solos, promovendo ao aumento dos valores de IP.

Os resultados do presente estudo, porém, não mostraram correlação significativa entre a MO do solo com os valores de LL, LP e IP e nem com a granulometria do solo. Isso leva à inferência de uma não influência da MO sobre a plasticidade do solo, o que é questionável diante dos resultados de tantos outros estudos existentes na literatura. Como a concentração de MO nas amostras analisadas foi baixa, isso pode ter feito com que sua influência sobre a plasticidade do solo não fosse notada, conforme também já foi verificado por Ribeiro et al. (2004) e Silva e Miranda (2016).

CONCLUSÕES

A área estudada caracteriza-se pela presença de solo de textura franca, medianamente plástico e com baixa concentração de matéria orgânica.

O solo da área estudada apresentou predominância da fração areia na camada superficial, com predominância da fração silte na camada subsuperficial.

Houve uma tendência inversamente proporcional entre a fração areia e as frações silte e argila.

Os valores do IP foram maiores em subsuperfície, observando-se pequena variação dos valores de LL e LP nas duas profundidades analisadas

Recomenda-se realizar práticas agrícolas mecanizadas na área estudada somente quando a umidade do solo se encontrar abaixo de 29%.

A granulometria do solo influi significativamente sobre os limites de consistência do solo da área estudada, sendo que quanto maior a porcentagem da fração areia, menor a plasticidade do solo.

A concentração de matéria orgânica do solo não influenciou os valores de

limites de consistências do solo analisado.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, pelo financiamento do projeto de pesquisa, e à Fundação de Amparo à

Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pela concessão das bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A. P.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M.V. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo na produtividade de arroz de sequeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.6, p.575-580, jun. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/0D/pab/v39n6/v39n6a09.pdf>. Acesso em 30 mar. 2018.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**: fundamentos. Rio de Janeiro: LTC, 2012. rev. ampli. ed. 6, v. 1. p. 52-55.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 082/94: Solos – Determinação do Limite de Plasticidade**. Norma Rodoviária, Método de Ensaio. 1994. 3p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 122/94: Solos – Determinação do Limite de Liquidez – método de referência e método expedito**, Norma Rodoviária, Método de Ensaio. 1994. 7p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de solo – EMBRAPA/SOLO, 1997. ed. 2 rev. atual. p. 27-34.

FERNANDES, M. R. **Fundamentos de solos**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2014. 20 p. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/cartilhafundamentossolos.pdf> >. Acesso em 20 jun. 2018.

FIORI, A. P.; CAMIGNANI, L. **Fundamento de mecânica dos solos e das rochas**: aplicações na estabilidade de taludes, Editora UFPE, 2001.

GOLDBERG, S.; LEBRON, I.; SUAREZ, D. L. **Soil colloidal behavior**. In: Summer, M. E. Handbook of soil science. New York: CRC Press, 2000. Cap. 6, p. B195-B240.

GRECO, J. A. S. **Solos – conceitos e ensaios da mecânica dos solos**: classificação dos solos para fins rodoviários. 2015. Disponível em: etg.ufmg.br/~jisela/pagina/Notas%20de%20aula%20solos.pdf>. Acesso em 13 jan. 2018.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Embrapa-SNLCS, 1984. 46p.

LIMA, M. W.; SANTOS, M. L. S.; MONTELO, D. J.; NUNES, D. M.; ALVES, I. C. C.; SILVA, M. S. F. Análise temporal da composição granulométrica de um estuário amazônico, Pará, Brasil. **Scientia Plena**, v. 11, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/articloe/viewFile/2028/1103>>. Acesso em 20 jun. 2018.

LORENZO, M. **Pedologia – Morfologia**: consistência do solo. 2010. Disponível em: <https://marianaplorenzo.com/2010/10/18/>

pedologia-morfologia-consistencia-do-solo/>. Acesso em 29 mar. 2018.

LUCHESE, E. B., FAVERO, L. O. B., LENZI, E. **Fundamentos da Química do Solo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002.159p.

LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BATISTELLA, B.; WARMLING, M. T. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 36:1733-1744, 2012. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n6/07.pdf>. Acesso em 30 mar. 2018.

MARCOLIN, C.D. **Propriedades físico-hídrico-mecânicas de solos sob plantio direto, na região de Passo Fundo - RS**. Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, 2006. 92p. (Dissertação de Mestrado).

NASCIMENTO, P. C.; LANI, J. L.; MENDONÇA, E. S.; ZOFFOLI, H. J. O.; PEIXOTO, H. T. M. Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo. **R. Bras. Ci. Solo**, v.34. n.2, p.339-348, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n2/v34n2a07.pdf>>. Acesso em 29 mar. 2018.

RIBEIRO, C.G. et al. Estudo sobre a Influência da Matéria Orgânica na Plasticidade e no Comportamento Térmico de uma Argila. **Cerâmica Industrial**, v.9 n.3, p 1-4. 2004.

ROSA, W. de A. **Rochas e solos**. 2015. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAAahUKEwjF4pur3tjGAhXEoIAKHYAfBE0&url=http%3A%2F%2Fwww.profwillian.com%2Fprof%2Fmarcus%2FMaterial_para_estudos%2FTecnologia_e_Arquitetura_I%2FRochas_e_Solos.ppt&ei=bwOkVYXvCcTBggSAv5DoBA&usg=AFQjCNF-7E-

M5stVuS7WyvbdFi86diEUig&bvm=bv.97653015,d.eXY>. Acesso em 13 jan. 2018.

SILVA, A. C.; TORRADO, P. V.; ABREU JUNIOR, J. S. **Métodos de quantificação da matéria orgânica do solo**. Alfenas: USP. 1999. p.21-26.

SILVA, M. J. R.; MIRANDA, J. B. **A matéria orgânica e sua influência nas frações granulométricas do solo e nos limites de Atterberg**. In: I Congresso Internacional de Ciências Agrárias. 2016. Disponível em: <<http://cointerpdvagro.com.br/wp-content/uploads/2016/12/INFLU%C3%8ANCIA-DA-MAT%C3%89RIA-ORG%C3%82NICA-NOS-LIMITES-DE-ATTERBERG.pdf>>. Acesso em 29 mar. 2018.

SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; VIEIRA, L. B. Determinação do limite de liquidez em dois tipos de solo, utilizando-se diferentes metodologias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.460-464, 2000. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 2000. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v4n3/460.pdf>>. Acesso em 29 mar. 2018.

STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M.; MOREIRA, J.A.A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro - I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.207-212, 2002.

STRECK, C.A. **Compactação do solo e seus efeitos no desenvolvimento radicular e produtividade da cultura do feijoeiro e da soja**. 2003. 83p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TRINDADE, E. F. S.; RODRIGUES, T. E.; CARVALHO, E. J. M.; CORRÊA, P. C. S. Matéria orgânica e atributos físicos de um argissolo amarelo distrófico no nordeste paranaense. **Amazônia: Ciência**

e Desenvolvimento, Belém, v. 5, n. 9, jul./dez., 2009. Disponível em: <ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30441/1/MateriaOrganicaAtri.pdf>. Acesso em 30 mar. 2018.