

Relação de Mineralogia e suscetibilidade magnética com a qualidade física do solo⁽¹⁾.

Frederico Luiz Siansi⁽²⁾; José Marques Júnior⁽³⁾; Diego Silva Siqueira⁽⁴⁾; Livia Arantes Camargo⁽⁵⁾; Lucas Aguilar Cortez⁽⁶⁾; Ana Beatriz Coelho França⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

⁽²⁾ Graduando em Eng^o Agrônômica, Departamento de Solos e Adubos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias -FCAV – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Jaboticabal- SP, frederico_luizsiansi@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor Dr. (Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 2); Departamento de Solos e Adubos; UNESP – Campus de Jaboticabal – SP; ⁽⁴⁾ Eng^o Agrônomo, Doutorando em Agronomia da FCAV- UNESP,, Jaboticabal - SP; ⁽⁵⁾ Eng^a Agrônomo, Pós-Doutoranda em Agronomia da FCAV-UNESP, Jaboticabal – SP; ⁽⁶⁾ Eng^o Agrônomo, Mestrando em Agronomia da FCAV- UNESP, Jaboticabal - SP; ⁽⁷⁾ Graduada em Eng^o Agrônômica da FCAV- UNESP, Jaboticabal - SP.

RESUMO: A subsolagem é uma prática agrícola que visa à descompactação do solo, mas se empregada de forma errônea gera alto custo, aumento de consumo de combustíveis fósseis e, assim, não contribui na mitigação de gases como o CO₂. O estudo prévio da variabilidade espacial da resistência do solo a penetração permite gerenciar técnicas específicas de manejo para as operações de preparo do solo. Para aperfeiçoar a operação de subsolagem é proposta uma relação de causa e efeito dos atributos mineralógicos pedogenéticos do solo com os atributos físicos do solo. Procura-se com isso traçar estratégias da aplicação da subsolagem. A área de estudo localiza-se no nordeste do estado de São Paulo, município de Guariba (SP). A vertente estudada possui na posição do topo da paisagem o Latossolo Vermelho eutrófico (LVe), e na encosta o Latossolo Vermelho eutroférico (LVef). Foram realizadas as análises da suscetibilidade magnética (SM), resistência do solo a penetração (RP), densidade do solo (Ds), volume total de poros (VTP) e óxidos de ferro relacionando-os com os atributos cristalográficos do solo. A interpretação dos dados e as correlações dos gráficos de dispersão foram baseadas no confronto dos minerais cristalográficos com a SM, RP, Ds e VTP em relação aos maiores e menores valores da densidade do solo e compactação do solo. Percebe-se pelos resultados a regência da mineralogia sobre a resistência do solo a penetração, sendo a SM indicador do potencial de compactação do solo. Assim, o comportamento dos atributos mineralógicos influencia a resposta dos atributos físicos do solo.

Termos de indexação: relação solo-paisagem, quantificação indireta, continuidade espacial.

INTRODUÇÃO

O manejo inadequado agrícola tem provocado mudanças negativas nas propriedades físicas do solo. Os minerais cristalográficos interferem no comportamento dos atributos físicos e químicos do solo (Pedrotti et al., 2003).

Entre os principais minerais da fração argila dos Latossolos brasileiros estão, em diferentes proporções, a caulinita e a gibbsita. Esses minerais são os responsáveis pela retenção e distribuição da água, nutrientes, calor e gases. A participação dos óxidos de ferro na constituição de um solo pode conferir propriedades físicas desejáveis como a permeabilidade a água e resistência à erosão (Alves, 2002) e ter uma reposta melhor ao magnetismo, possivelmente, com menores taxas de resistência mecânica do solo a infiltração.

Nesse sentido, a espacialização dos teores dos minerais da fração argila, levando em consideração as ferramentas de técnicas indiretas como a suscetibilidade magnética, constitui estudo básico para auxiliar o entendimento da relação entre esses minerais e a variação dos atributos do solo, tornando possível a transferência desses conhecimentos para áreas semelhantes.

O objetivo deste trabalho é esclarecer a relação da mineralogia com a qualidade física do solo e suscetibilidade magnética e, dessa forma, subsidiar a identificação de áreas com diferentes potências de compactação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

A área de estudo localiza-se no nordeste do Estado de São Paulo, no Município de Guariba (SP). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico com inverno seco (Cwa), precipitação média de 1.400 mm e chuvas concentradas no período de novembro a fevereiro.

As coordenadas geográficas são 21° 19' de latitude sul e 48° 13' de longitude oeste, com altitude

média de 640 m acima do nível do mar, na província geomorfológica Planalto Ocidental Paulista, próxima ao limite das Cuestas Basálticas no divisor litoestratigráfico arenito-basalto.

O solo foi classificado como Oxisol (soil taxonomy), classificação da carta de solos do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) elaborado na escala de 1:12.000 e encontra-se sob cultivo de cana-de-açúcar e colheita em sistema de cana crua há seis anos.

Para avaliar a resistência à penetração (RP) foi construída uma malha com pontos georreferenciados em intervalos regulares de 30m, totalizando 111 pontos em aproximadamente 10 ha. Foi utilizado o penetrógrafo PNT-Titan®, construído conforme a norma ASAE S313.3 (Asae, 1999). Esse penetrógrafo possui célula de carga de 1500 N. Foram feitas avaliações da RP no perfil de 0 – 0,40m no qual a RP foi mensurada a cada 0,05m.

Para os atributos densidade do solo, volume total de poros e suscetibilidade magnética foi construída uma malha com pontos georreferenciados em intervalos regulares de 70 metros, totalizando 20 pontos em cada área. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0,00 - 0,10m / 0,10 - 0,20m / 0,20 - 0,30m e 0,30 - 0,40m. O volume total de poros (VTP) foi realizado em amostra indeformada de solo, retiradas com anel volumétrico no campo e determinado na mesa de tensão.

A densidade do solo foi determinada de acordo com a metodologia preconizada pela Embrapa (1997). A medida da Suscetibilidade Magnética (SM) foi realizada com medidor MS2, da Bartington Instruments Ltd., o qual foi acoplado a um sensor de laboratório MS2B de duas frequências.

A fração argila foi separada por sedimentação gravitacional. O difratômetro utilizado foi o HZG-4/B, empregando-se catodo de Cu com filtro de Ni e radiação K (20 mA, 30 Kv), com velocidade de varredura empregada de $1^\circ 2\theta \text{ min}^{-1}$. O sistema que relaciona $Ct/(Ct + Gb)$ foi calculada com base nas áreas dos reflexos da Ct (001) e Gb (002). Com as reflexões 001 e 002 da LMA, respectivamente da Ct e Gb, foi calculado o DMC em amostras desferrificadas pela equação de Scherrer.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística para determinação da média, mínimo, máximo e coeficiente de variação. A correlação dos gráficos de dispersão foi baseada no confronto dos minerais cristalográficos com a SM, RP, Ds e VTP em relação aos maiores e menores valores da densidade e compactação do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **Tabela 1** observa-se que no L_{Vef} há os maiores valores de Ferro total ($195,3\text{g.kg}^{-1}$) e ditinonito (155g.kg^{-1}) e no L_{Ve} há o maior valor de VTP (53,29%), e os menores valores de Ds ($1,28 \text{g.cm}^{-3}$) e SM ($3654 \cdot 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$).

O mineral que apresenta o maior grau de cristalinidade na **Tabela 1** é a Gb, com valor médio de DMC igual a 34,39nm e LMA de $0,25^\circ 2\theta$ no L_{Ve}, e 30,02nm de DMC e LMA de $0,31^\circ 2\theta$ no L_{Vef}. Nos solos em estudo há maiores cristalinidade para Gibssita, em virtude da redução da cristalinidade da caulinita ser decorrente da presença de Fe na estrutura do mineral (Mestdagh et al., 1980).

A menor concentração de óxidos de ferro e maior concentração do mineral caulinita conferem maior potencial de compactação do solo (Ferreira et al. 1999). O L_{Ve}, possuidor dos menores valores de óxidos de ferro e maior razão da $Ct/(Ct + Gb)$ em relação ao L_{Vef}, obteve o maior valor de RP (**Tabela 1**).

A análise da **Figura 1** permite observar que nos solo mais propenso a cristalização, ou seja, maior valor para Ferro ditinonito (L_{Vef}), há os menores valores para Ds. Essa resposta pode ser associada a mineralogia da fração argila do solo, pois a agregação do solo está associada aos óxidos de ferro e alumínio agindo como agentes cimentantes (Camargo et al., 2008) aumentando a porosidade e diminuindo a Ds (Ghidin et al., 2006). Com o propósito de investigar possíveis correlações entre a SM e atributos físicos (RP, Ds, VTP) foram realizados correlações desses com o sistema caulinita - gibssita. O resultado foi exposto simultaneamente no mesmo gráfico para uma melhor visualização do contraste existente nos solos (**Figura 2**). Analisando os gráficos da **Figura 2** verifica-se que a Ds e RP apresentam correlações positivas com a razão $Ct/(Ct + Gb)$, ou seja, esses atributos acompanham os maiores valores da razão caulinitica e gibssítica.

Podemos inferir de forma indireta pelos gráficos que o aumento da Ds é seguido na mesma direção pelo RP, mas de forma contrária pelo VTP, já que altos valores da razão $Ct/(Ct + Gb)$ geram baixos valores de VTP. Do mesmo modo, os resultados sinalizam que quanto maior o teor da SM, menor é a tendência de compactação do solo. Jong et al. (2000) mencionam que a SM do solo varia com a posição do perfil do solo na paisagem.

Esses resultados corroboram os estudos de Dalal & Henry (1986) e ressalta a importância do estudo da distribuição espacial da SM visto seu potencial de uso, inclusive como forma de identificação do potencial de compactação do solo.

Em áreas com maior tendência a compactação do solo o conhecimento da Ct e da Gb servem como ferramentas a indicar áreas com necessidade de logística do solo mais intensas que outras áreas menos suscetíveis a compactação, uma vez que o comportamento mineralógico influencia os atributos físicos do solo (Ferreira et al., 1999; Camargo et al., 2008).

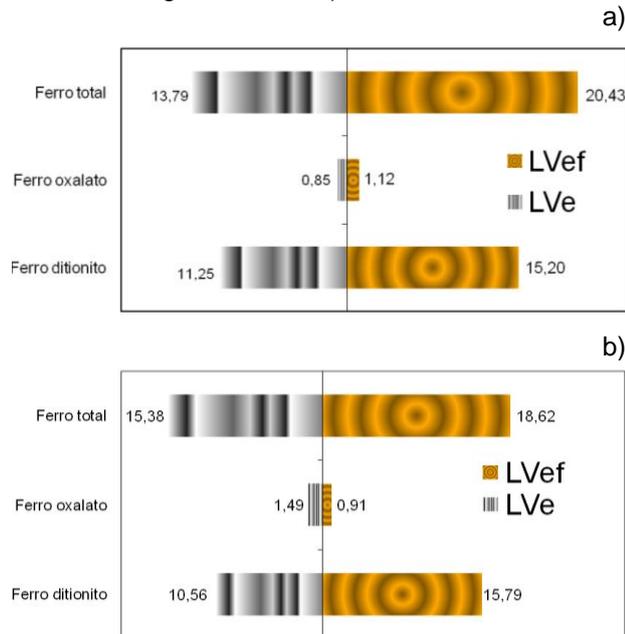


FIGURA 1 - Gráfico de barras de Ferro total(%), oxalato(%) e ditionito(%) à partir das amostras de valores máximos e mínimos da densidade do solo (Ds) e compactação do solo no LVe e LVeF.

a) Leitura dos óxidos de ferro nas amostras de menores valores para Ds e compactação do solo; b) Leitura dos óxidos de ferro nas amostras de maiores valores para Ds e compactação do solo.

CONCLUSÕES

A SM permite identificar o potencial a compactação do solo e, por conseguinte, atuar como um pedoindicador que subsidia de forma indireta os diferentes comportamentos dos atributos físicos que influenciam a resistência do solo a penetração.

AGRADECIMENTOS

A FAPESP pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor (Processo nº14080-1).

REFERÊNCIAS

ALVES, M. E. Tese. Atributos mineralógicos e eletroquímicos, adsorção e dessorção de sulfato em

solos paulistas. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 196p. Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, São Paulo, 2002.

ASAE. American Society of Agricultural Engineers. ASAE S313.3 Soil Cone penetrometer. In: ASAE Standards 1999. St. Joseph, p.834-835, 1999.

CAMARGO, L. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; HORVAT, R. A. Variabilidade espacial de atributos mineralógicos de um Latossolo sob diferentes formas do relevo. II - correlação espacial entre mineralogia e agregados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32, 2279-2288, 2008.

DALAL, R. C.; HENRY, R. J. Simultaneous determination of moisture, organic carbon and total nitrogen by near infrared reflectance spectroscopy. Soil Science Society of America Journal 50:120-123, 1986.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, M. M., FERNANDES, B., CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:515-524, 1999.

GHIDIN, A. A. et al. Toposequências de Latossolos originados de rochas basálticas no Paraná: I - Mineralogia da fração argila. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 30: 293-306, 2006.

MESTDAGH, M. M.; VIELVOYE, L.; HERBILLON, A. J. Iron in kaolinite: II. The relationship between kaolinite crystallinity and iron content. Clay Minerals, 15:1-13, 1980.

PEDROTTI, A.; FERREIRA, M. M.; CURI, N.; SILVA, M. L. N.; LIMA, J. M.; CARVALHO, R. Relação entre atributos físicos, mineralogia da fração argila e formas de alumínio no solo. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 27:1-9, 2003.

JONG, E.; PENNOCK, D. J.; NESTOR, P. A. Magnetic susceptibility of soils in different slope positions in Saskatchewan. Catena, 40:291-305, 2000.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas dos atributos cristalográficos em comparação com as análises do Ferro total, ditionito, oxalato e dos atributos físicos do solo na profundidade de 0,00–0,40m.

Atributos		Média	Mínimo	Máximo	CV
Ds		1,28	1,10	1,40	8,04
RP		4,08	0,15	6,51	37,41
VTP		53,29	48,56	58,55	5,29
SM		3654	2350	5393	26,81
Fe ditionito (g.kg ⁻¹)		132	97,5	178,1	13,20
Fe oxalato (g.kg ⁻¹)		10,9	0,5	28,5	1,09
Fe total (g.kg ⁻¹)		17,06	11,76	21,20	17,99
LMA	Ct	0,57	0,37	0,67	19,30
	Gb	0,25	0,19	0,32	16,85
DMC	Ct	14,90	12,39	22,56	23,98
	Gb	34,39	26,45	42,43	14,90
Razão	Ct/ (Ct+ Gb)	0,32	0,07	0,42	34,66

Atributos		Média	Mínimo	Máximo	CV
Ds		1,29	1,16	1,47	8,20
RP		4,05	0,15	6,15	40,27
VTP		52,51	48,56	55,69	5,44
SM		4553	3978	5393	9,38
Fe ditionito(g.kg ⁻¹)		155	129,5	178,1	8,22
Fe oxalato (g.kg ⁻¹)		10,1	7	14,4	25,55
Fe total (g.kg ⁻¹)		195,3	135,1	212	11,17
LMA	Ct	0,52	0,29	0,67	26,90
	Gb	0,31	0,20	0,55	36,94
DMC	Ct	17,62	12,36	28,81	33,19
	Gb	30,02	15,32	42,76	30,07
Razão	Ct/ (Ct+ Gb)	0,28	0,03	0,42	44,82

Ds – densidade do solo (g cm⁻³); RP- resistência do solo a penetração (MPa), VTP- volume total de poros (%); SM- suscetibilidade magnética (10⁻⁸ m³ kg⁻¹); Largura à meia altura (° 2θ); Diâmetro médio do cristal (nm).

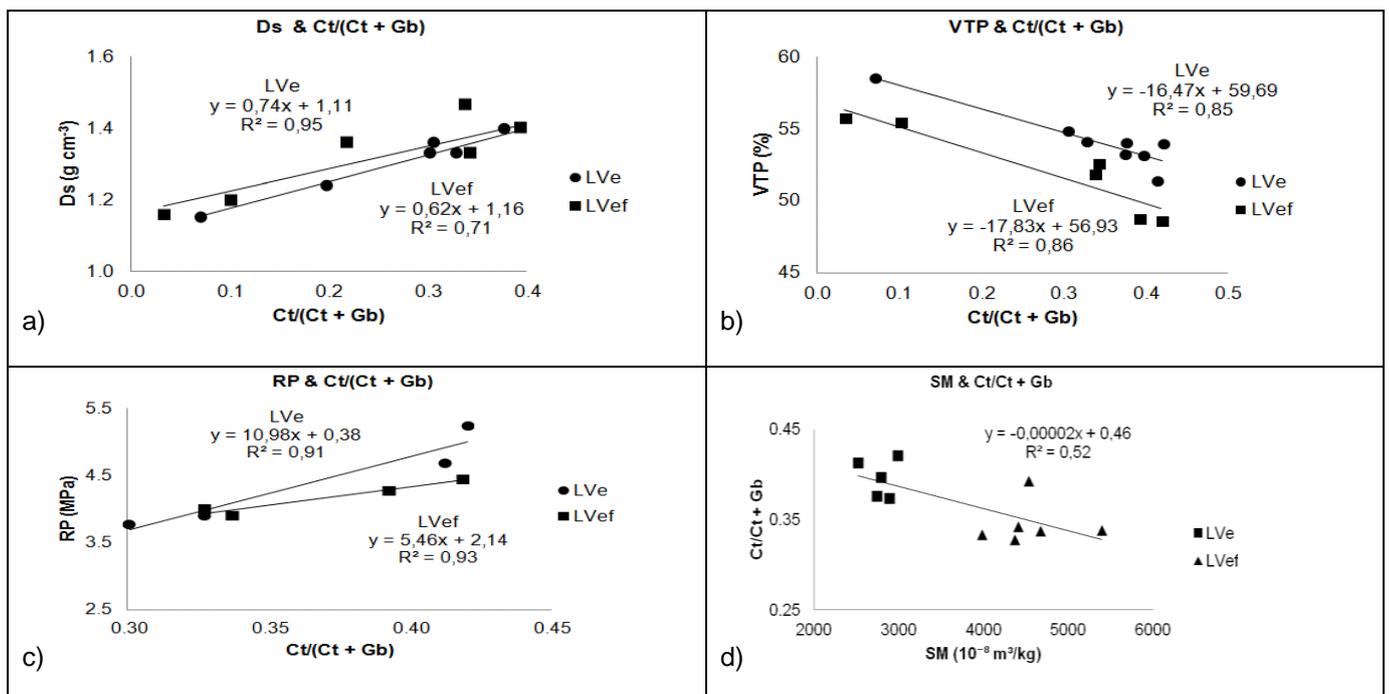


Figura 2 – Gráficos dos minerais cristalográficos com os atributos físicos do solo. Ds – densidade do solo (g cm⁻³); RP- resistência do solo a penetração (MPa), VTP- volume total de poros (%); SM- suscetibilidade magnética (10⁻⁸ m³ kg⁻¹); razão Ct/ (Ct + Gb).