

---

## INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NO COMPORTAMENTO DISPERSIVO DA ARGILA DO LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

Onofre Barroca de Almeida Neto<sup>1</sup>, Antônio Teixeira de Matos<sup>2</sup>, Victor Pimentel de Matos<sup>3</sup>, Túlio Ferreira Lambert<sup>4</sup>,  
Erick Figueiredo Dias<sup>4</sup>

### RESUMO

Objetivou-se, com a realização deste trabalho, estudar o efeito de águas de irrigação com diferentes condutividades elétricas (CE), combinadas com diferentes valores de Relação de Adsorção de Sódio (RAS), na dispersão da argila do Latossolo Vermelho-Amarelo oriundo de Viçosa, MG. As amostras foram coletadas no horizonte B do solo com predominância do argilomineral caulinita. Os tratamentos corresponderam à percolação de soluções de NaCl e CaCl<sub>2</sub> preparadas de forma a obter-se seis diferentes valores de CE (200; 500; 1000; 2000; 4000 e 8000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e cinco de RAS (0, 5, 10, 20 e 40  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ), em três repetições, dispostos em um delineamento em blocos casualizados. A aplicação das soluções foi feita em permeâmetros de coluna vertical e carga constante. A solução foi aplicada até o momento em que a CE do efluente se aproximou daquela da solução aplicada ( $C/C_0 = 1,0$ ). Para avaliar o efeito das soluções aplicadas na estrutura do solo, foram quantificados os teores de argila dispersa em água (ADA). O LVA apresentou comportamento não dispersivo em todos os tratamentos. A proximidade do pH do LVA do seu Ponto de Carga Zero (PCZ) e a saturação do complexo de troca com alumínio foram, aparentemente, fatores de importância no controle da dispersividade da argila desta classe de solo.

**Palavras-chave:** física do solo, estrutura do solo, agregação

### ABSTRACT

#### WATER QUALITY INFLUENCE IN DISPERSIVE BEHAVIOR OF THE YELLOW-RED LATOSOL CLAY

This work aimed to study the effect of irrigation water with different electric conductivities (EC), combined with different Sodium Adsorption Relation (SAR) values on the dispersion of clay in Yellow-Red Latosol (YRL). The samples were collected in the B horizon of the soil originated from Viçosa, MG, with predominance of the clay minerals kaolinite. The soil was characterized in physical, chemical, and mineralogical terms. The treatments corresponded to percolation of NaCl and CaCl<sub>2</sub> solutions prepared so as to have six different EC values (200; 500; 1.000; 2.000; 4.000 and 8.000  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) and five SAR (0, 5, 10, 20 and 40  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ), with three repetitions, arranged in a randomized block design. The application of the solutions was made in vertical column and constant load permeameters. The solution was applied until effluent EC approached that in applied solution ( $C/C_0 = 1,0$ ). To evaluate the effect of the solutions applied on the soil structure, the contents of clay dispersed in water (CDW) were quantified. YRL presented non-dispersive behavior in all treatments. The YRL pH close value to its PCZ and the aluminium changing saturation complex where, apparently, important factors to the clay dispersivity control on this soil class.

**Keywords:** soil physics, soil structure, agregation

---

**Recebido para publicação em 29/10/2009. Aprovado em 23/11/2009**

1- Doutor, Professor IFSEMG Rio Pomba, onofre.neto@ifsudestemg.edu.br

2- Doutor, Professor DEA/UFV, atmatos@ufv.br

3- Estudante, Bolsista de Iniciação Científica Júnior - UFV

4- Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental - UFV

## INTRODUÇÃO

A tendência da fração coloidal se dispersar nos agregados do solo, provocando a sua desestruturação, é um fenômeno que pode ocorrer naturalmente ou por ação antrópica. No entanto, a resposta do solo à ação de forças desagregantes depende, em grande parte, de suas características químicas, físicas e mineralógicas. Assim, o tipo e a quantidade de minerais de argila presentes, bem como a sua composição química, regem os importantes fenômenos físico-químicos que ocorrem nos solos.

A dispersão da argila do solo pode ser provocada pela qualidade da água aplicada no solo, seja por precipitação natural, irrigação ou fertirrigação. É oportuno o controle criterioso da água utilizada, principalmente quando apresenta baixa condutividade elétrica (CE) e elevada relação de adsorção de sódio (RAS), o que favorece a dispersão dos colóides. A água com salinidade inferior a  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  e, particularmente abaixo de  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ , tende a lixiviar os sais e minerais solúveis, incluindo os de cálcio, reduzindo sua influência positiva sobre a estabilidade dos agregados e a estrutura do solo. As partículas finas de um solo assim dispersado obstruem o seu espaço poroso, reduzindo acentuadamente a infiltração da água nesse meio e, com isso, a quantidade de água disponível para as culturas, além de poder formar crostas superficiais, proporcionando problemas na germinação de sementes e emergência de plântulas.

Como a Ciência do Solo teve maior desenvolvimento inicial nas regiões de clima temperado, a maioria dos trabalhos anteriormente realizados se aplica aos solos daquelas regiões, os quais apresentam predomínio de cargas negativas permanentes (VAN RAIJ, 1986). Porém, em condições tropicais úmidas, os processos de pedogênese, notadamente os que estejam associados

ao fenômeno do intemperismo-lixiviação, são intensos, por meio dos quais são removidas sílica e bases trocáveis do perfil do solo, resultando na dominância de argilas de mineralogia diferente das encontradas nos solos de regiões de clima temperado (LIMA, 1992). A caulinita, gibbsita, goethita e hematita destacam-se como minerais predominantes em solos mais intemperizados, como os Latossolos e Argissolos brasileiros. Esses quatro minerais de argila podem, no entanto, apresentar comportamento diferenciado, de acordo com as condições de seu ambiente de formação (RODRIGUES NETTO, 1996).

Os Latossolos são dominados por colóides com carga elétrica variável e, por serem os solos predominantes no território brasileiro, têm sido bem estudados ao longo dos anos. Entretanto nota-se carência de estudos específicos a respeito das propriedades físico-químicas destes solos associadas à sua constituição mineralógica. Neste contexto, situa-se o fenômeno da dispersão da argila do solo.

Dentro deste contexto, objetivou-se, com a realização do presente trabalho, estudar o efeito da utilização de águas de irrigação com diferentes concentrações iônicas (CEa – salinidade) combinadas com diferentes valores de RAS, na dispersão da argila e na condutividade hidráulica de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA).

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram coletadas no horizonte B de um Latossolo Vermelho-Amarelo com predominância do mineral caulinita, oriundo do município de Viçosa, MG.

Após a coleta, estas amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha para a caracterização física (Quadro 1), química e mineralógica. As análises físicas compreenderam a

**Quadro 1.** Caracterização física de amostra do horizonte B de um Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) do município de Viçosa, MG

Solo	Fração				ADA	Classe textural	Densidade	
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila			Solo	Partículas
	----- dag kg <sup>-1</sup> -----				(%)		----- g cm <sup>-3</sup> -----	
LVA	12	8	5	75	1	Muito argilosa	0,95	2,65

determinação da textura (RUIZ, 2005), densidade do solo e de partícula e argila dispersa em água (EMBRAPA, 1997).

As análises químicas (Quadro 2) incluíram a medição do pH em H<sub>2</sub>O e a quantificação das concentrações de cátions trocáveis (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>), acidez trocável (Al<sup>3+</sup>), acidez total (H+Al), matéria orgânica e fósforo remanescente (EMBRAPA, 1997). O cálcio trocável, acrescido de parte do não-trocável, foi quantificado após a utilização dos extratores Mehlich 1 e HCl 1 mol.L<sup>-1</sup>, a quente. As quantificações das concentrações de potássio e sódio foram feitas por fotometria de chama, as de cálcio e magnésio, por absorção atômica (APHA, 1995), as de ferro, por colorimetria e, as de acidez trocável e potencial, por titulometria (EMBRAPA, 1997). Os valores da soma de bases (S), capacidade de troca catiônica potencial (T), saturação por bases (V) e saturação por alumínio (m) foram obtidos por meio de cálculos que envolveram os cátions trocáveis determinados.

O PCZ dos solos foi estimado de acordo com a Equação 1 (GJORUP, 1992):

$$PCZ = (2 \text{ pH}_{KCl} - \text{pH}_{H_2O}). \quad (1)$$

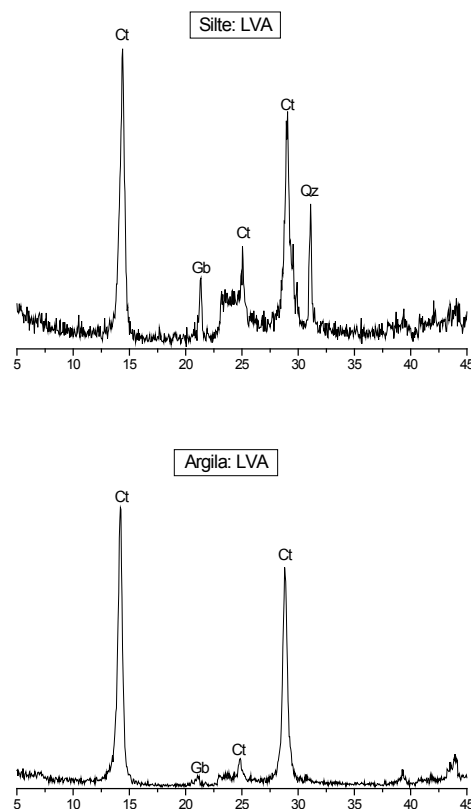
A análise mineralógica (Figura 1) da fração argila foi feita por difração de raios X (WHITTING & ALLARDICE, 1986).

Os tratamentos foram constituídos pelo fatorial de três solos e soluções de percolação, com seis valores de CE (0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 dS m<sup>-1</sup>) e cinco valores de RAS (0, 5, 10, 20 e 40 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>), em três repetições, dispostos no delineamento em blocos casualizados, totalizando 90 unidades experimentais.

**Quadro 2.** Caracterização química de amostra do horizonte B de um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) do município de Viçosa, MG

pH		P	K	Na	V	m	ISNa	
H <sub>2</sub> O	KCl	PCZe	----- mg dm <sup>-3</sup> -----			----- % -----		
4,80	4,19	3,58	2,0	50	12,4	3,8	56,5	4,69
P-rem	M.O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H + Al	SB	(t)	(T)
mg L <sup>-1</sup>	dag kg <sup>-1</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
6,7	0,50	0,16	0,16	0,65	12,6	0,50	1,15	13,10

pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - relação 1:2,5; PCZ<sub>e</sub> - ponto de carga zero estimado (PCZ = 2 pH<sub>KCl</sub> - pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub>); P - Na - K - Extrator Mehlich 1; V - Índice de Saturação por Bases; m - Índice de Saturação por Alumínio; SNa - Índice de Saturação por Sódio; P-rem - Fósforo Remanescente; Mat. org. (MO) = C.Org. x 1,724 - Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> - Extrator: KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; SB - Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica.



**Figura 1.** Análise mineralógica: difratogramas de raio-x das frações silte e argila obtidos na amostra do solo LVA. Sendo: Gb = gibbsita, Hm = hematita, Go = goethita, Ct = caulinita, Qz = quartzo e Cl = clorita.

Para avaliação do efeito da utilização de águas de irrigação com diferentes concentrações iônicas combinadas com diferentes valores de RAS na dispersão da argila e na condutividade hidráulica

**Quadro 3.** Características gerais dos permeâmetros e das colunas de solo.

Solo	Volume da coluna (cm <sup>3</sup> )	Massa de solo (g)	Porosidade Total	Volume de poros (cm <sup>3</sup> )	Macroporosidade
LVA	179,35	181,75	0,640	114,78	0,30

de um Latossolo Vermelho-Amarelo, adotou-se a metodologia de ensaios em colunas de lixiviação, tal como apresentado por Matos (1997).

As colunas foram confeccionadas com tubos de PVC de 5 cm de diâmetro por 20 cm de comprimento, fechados na parte inferior com tela plástica de alta permeabilidade (sombrite) forrada com um disco de lã de vidro. O solo foi acondicionado cuidadosamente, homogeneizando-se sua distribuição para evitar a formação de camadas de compactação diferenciada, até uma altura de 10 cm, tentando-se restabelecer densidade do solo semelhante à medida em amostras indeformadas. Na parte superior da coluna foi colocado outro disco de lã de vidro, para evitar a ocorrência de distúrbios na superfície do solo quando da aplicação das soluções. No Quadro 3 estão apresentadas as características gerais dos permeâmetros e das colunas de solo.

As soluções utilizadas para o ajuste da relação Na:Ca (soluções saturantes) foram preparadas com os sais NaCl e CaCl<sub>2</sub>, na concentração previamente estabelecida para que pudessem alcançar os valores de RAS e CE desejados. As colunas foram colocadas para saturar dentro de bandejas plásticas contendo a solução saturante, conforme o tratamento, até uma altura correspondente a dois terços da altura da amostra de solo (7 cm) e assim permaneceram por, no mínimo, 48 h, conforme metodologia adaptada de Freire (2003), com as quais foram, posteriormente, montados os permeâmetros de coluna vertical e carga constante (FERREIRA, 1999).

As soluções foram aplicadas nas colunas utilizando-se o sistema “frasco de Mariotte”, para manutenção de carga hidráulica constante (FERREIRA, 1999), até o momento em que a CE da solução de saída tornou-se próxima à da solução aplicada. Posteriormente, as colunas de solo foram mantidas nos recipientes com as soluções de saturação por, no mínimo, mais 24 h, para garantir o equilíbrio entre a solução da coluna de solo e a de saturação e percolação (adaptado de FREIRE, 2003).

Por fim, as amostras foram retiradas das colunas dos permeâmetros, colocadas para secar ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, analisando-se a argila dispersa em água, segundo método citado anteriormente.

O mesmo procedimento foi realizado, utilizando-se água destilada (RAS = 0 e CE = 0,03 dS m<sup>-1</sup>) e água da chuva (RAS = 0 e CE = 0,04 dS m<sup>-1</sup>) como solução de saturação e percolação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de ADA foi igual a 1% para todos os tratamentos aplicados.

Avaliando-se o solo submetido à percolação de água destilada (ADA-A) e água de chuva (ADA-C), considerando-se, principalmente, no caso da aplicação da água de chuva, como condição natural de dispersão no meio, verifica-se que o LVA é um solo que praticamente não apresenta argila dispersa, sob quaisquer condições químicas da água nele aplicada.

Segundo Ayers & Westcot (1991) e Bagarello *et al.* (2006), águas de salinidade inferior a 500 µS cm<sup>-1</sup> e particularmente abaixo de 200 µS cm<sup>-1</sup>, tal como as águas de chuva, tendem a lixiviar os sais e minerais solúveis, incluindo os de cálcio, reduzindo sua influência positiva sobre a estabilidade dos agregados e a estrutura do solo. As partículas finas de um solo, assim disperso, podem obstruir o espaço poroso, reduzindo, acentuadamente, a condutividade hidráulica do meio.

A menor dispersividade do LVA, quando nele foi aplicada água destilada ou água de chuva, pode estar relacionada, pelo menos em parte, ao tipo de cátion presente em grande concentração no complexo de troca deste solo. O LVA apresentou alta saturação do complexo de troca com alumínio (56,5%) (Quadro 2). O alumínio, por ser um cátion trivalente, possibilita maior redução na espessura da dupla camada difusa dos colóides do solo, concorrendo para a manutenção dessas partículas mais próximas umas das outras e, por conseqüência, menor dispersão em meio líquido.

Comparando-se os valores de ADA, obtidos com a aplicação das outras soluções salino-sódicas (ADA-S) com os obtidos com a percolação de água destilada (ADA-A) e a de chuva (ADA-C), verifica-se que o valor de ADA-S praticamente não variou, indicando influência praticamente nula da condição salina e, ou, sódica da solução na dispersão da argila no LVA. Acredita-se que, embora a aplicação de soluções com diferentes concentrações de Na e

Ca tenha proporcionado o deslocamento de parte do alumínio do complexo de troca do LVA, essas mudanças não foram suficientes para provocar dispersão da argila do solo. Os resultados obtidos são indicativos de que dificilmente ocorrerá dispersão química dessa classe de solo, em vista da forte agregação existente entre as partículas primárias, possibilitando-se menores riscos de alteração na permeabilidade desses solos pela aplicação de águas sódicas.

Vários autores (FRENKEL *et al.*, 1978; RENGASAMY, 1983; SCHEAFER, 1994; RODRIGUES NETO, 1996; FREIRE, 2001; CORRÊA *et al.*, 2003) observaram influência da mineralogia do solo na dispersão e floculação das argilas, mostrando sua alta significância sobre estes fenômenos. Rodrigues Netto (1996), avaliando 22 diferentes classes de solo, verificou que a mineralogia do solo esteve fortemente associada com a magnitude do fenômeno de dispersão.

No presente estudo, o LVA, predominantemente caulinitico, mostrou-se nada dispersível, entretanto, outras variáveis que não as mineralógicas deverão ser consideradas, incluindo-se entre elas a textura e, principalmente, o grau de intemperismo ou o grau de desenvolvimento da estrutura do solo.

Os resultados obtidos contrariam, de certa forma, o que está apresentado na literatura. Oxisolos cauliniticos têm, geralmente, menor proporção de agregados estáveis em água que oxisolos com predominância de oxihidróxidos de Fe e Al (FERREIRA *et al.*, 1999; SCHAEFER, 2001). Segundo Rodrigues Netto (1996), apesar de os fenômenos físico-químicos de diminuição de cargas positivas e aumento de cargas negativas do solo, favorecerem a repulsão entre partículas, constituindo as causas do fenômeno de dispersão, para que o mesmo se manifeste, é necessário que a estabilidade dos agregados seja baixa o suficiente para permitir a dispersão, característica comum nos solos mais cauliniticos. O mesmo autor, estudando material de solo coletado no horizontes B de 22 solos brasileiros, com ampla variabilidade mineralógica, concluiu que os solos cauliniticos e com menores teores de ferro mostraram-se os mais susceptíveis à dispersão da argila. Oliveira *et al.* (2005) estudaram quatro oxisolos brasileiros e encontraram que a maioria dos oxisolos gibbsíticos apresentou maior estabilidade dos agregados, quando comparados com os oxisolos cauliniticos (Latossolo Amarelo e

Latossolo Vermelho-Amarelo rico em ferro).

Avaliando-se, entretanto, os valores de pH e PCZ do solo (Quadro 2), verifica-se que o LVA apresentou equilíbrio de cargas elétricas. Sabe-se que, quando o pH do solo está próximo ao do PCZ, as cargas positivas e negativas igualam-se, tornando-se muito fracas as forças de repulsão eletrostática, principalmente quando a concentração de cátions trivalentes trocáveis ou de eletrólitos é alta, o que tende a proporcionar diminuição do potencial elétrico, por permanecerem muitos íons na camada de Stern (GILLMAN, 1974). O solo que possui pH mais próximo do PCZ é um solo eletricamente mais equilibrado e, com isso, apresentando menores forças de repulsão entre partículas coloidais. Ao menos aparentemente, o fator balanço de cargas elétricas no LVA estudado neste trabalho foi mais importante na dispersão da argila do que a sua mineralogia.

Na aplicação de águas residuárias, de diferentes fontes e características bem variadas, em solos agrícolas, têm sido estudados os efeitos sobre as propriedades físicas e químicas do solo. Há relatos que demonstram que as aplicações controladas dessas águas têm trazido benefícios ao solo, mas, também há relatos de malefícios que foram causados, como a dispersão da argila do solo, indicando a importância da qualidade da água utilizada, no controle das qualidades dos solos. Para Ayers & Westcot (1991), tanto a RAS como a CE da água aplicada têm forte influência na dispersão da argila do solo e, por isso, devem ser analisadas conjuntamente para que se possa tirar conclusões sobre o risco de diminuição da permeabilidade do solo. Freire (2001), trabalhando com nove solos do Estado de Pernambuco verificou que, de forma geral, a ADA aumentou com o incremento da RAS da solução de trabalho, sem apresentar diferenças marcantes com relação à CE. Águas residuárias aplicadas no solo têm, geralmente, CE maior que  $1500 \mu\text{S cm}^{-1}$ , como é o caso da água residuária da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro, de criatórios de animais, vinhaça, etc. (MATOS, 2003). Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se inferir que a aplicação de águas como fertirrigação de cultivos agrícolas, obedecendo-se os critérios de fertilidade do solo e riscos ambientais na definição das doses, não deve trazer problemas de dispersão da argila no LVA. Camargo *et al.* (1988) verificaram redução nos teores de argila dispersa em solos que receberam vinhaça, comentando que o aumento da concentração salina no

solo promovida pela vinhaça, reduziu a espessura da dupla camada difusa, com conseqüente aproximação das partículas do solo.

## CONCLUSÕES

- O LVA não apresentou características dispersantes relacionadas a nenhum tipo de tratamento imposto, podendo-se afirmar que a estrutura do solo não foi afetada pela qualidade da solução nele percolada.
- A proximidade do pH do LVA do seu PCZ e a saturação do complexo de troca com alumínio foram, aparentemente, fatores de importância no controle na dispersividade da argila desta classe de solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Agrícola e ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Ao CNPq e à Capes pela concessão da bolsa e à FAPEMIG, pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **Standard methods for the examination of water and wastewater** – New York; APHA, AWWA, WPCR, 1995. snp.

AYERS, R. S. & WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p.

BAGARELLO, V.; IOVINO, M.; PALAZZOLO, E.; PANNO, M. & REYNOLDS, W.D. Field and laboratory approaches for determination sodicity effects on saturated soil hydraulic conductivity. **Geoderma**, v.130, n.1, p.1 - 13. 2006.

CAMARGO, O. A.; VALADARES, J. M. A. S.; BERTON, R. S. & TEÓFILO SOBRINHO, J. Características físicas de solo que recebeu vinhaça. **Boletim Científico do Instituto Agrônômico**, v.14, n.1, 12p. 1988.

CORRÊA, M. M.; KER J. C.; MENDONÇA E. S.; RUIZ H. A. & BASTOS R. S.; Atributos físicos,

químicos e mineralógicos de solos da região das Várzeas de Sousa (PB). **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, n. 2, p.311-324, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FERREIRA P. A. Drenagem de terras agrícolas. Apostila UFV/DEA, Viçosa, 1999. 187 p.

FERREIRA, M.M., FERNANDES, B. & CURI, N., Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da Região Sudeste do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo** v.23, n.3, p.515-524, 1999.

FREIRE, M.B.G.S. **Saturação por sódio e qualidade da água de irrigação na degradação de propriedades físicas de solos no Estado de Pernambuco**. Viçosa: UFV, 2001. 66p. (Tese de Doutorado).

FREIRE, M.B.G.S.; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A., ALVAREZ V. H. & FREIRE F. J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental**, v.7, n.2, p.227-232, 2003.

FRENKEL, H.; GOERTZEN, J. O. & RHOADES, J. D. Effects of clay type and content, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration on clay dispersion and soil hydraulic conductivity. **Soil Sci. Soc. Am. J.** v.42, n.1, p.32 - 39, 1978.

GJORUP, G.B. **Influência da carga permanente de pH e do alumínio trocável no teor de argila dispersa em água**. Viçosa: UFV, 1992. 41 p. (Dissertação de mestrado).

GILLMAN, G. P. The influence of net charge on water dispersible clay and sorbed sulphate. **Aust. J. Soil Res.**, v.12, n.2, p.173 – 176, 1974.

LIMA, D. M. **Influência da mineralogia e da concentração de eletrólitos na dispersão da fração argila de latossolos**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1992. 59p.

(Dissertação de Mestrado).

MATOS, A.T., **Disposição de águas residuárias no solo**. Viçosa - MG: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, 2003. 142p.(Caderno Didático 38)

OLIVEIRA, T.S.; COSTA, L.M. & SCHAEFER, C.E. Water-dispersible clay after wetting and drying cycles in four brazilian oxisols. **Soil e Tillage Research**, v.83, n. 2, p.260-269, 2005.

RENGASAMY, P. Clay dispersion in relation to changes in the electrolyte composition of dialysed red-brown earths. **Journal of Soil Science**, v.34, n.3, p.723-732, 1983.

RODRIGUES NETTO, A. **Influência da mineralogia da fração argila sobre propriedades físico-químicas de solos brasileiros**. Viçosa: UFV, 1996. 144p. (Dissertação de mestrado).

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da

suspensão (Silte + Argila). **R. Bras. Ci. Solo**, v.29, n.2, p. 297 – 300, 2005.

SCHAEFER, C. E. G. R. **Soils and Paleosols from northeastern Roraima, Amazonia: geomorphology, genesis and lanscape evolution**. Reading, University of Reading, 1994. 353p. (Tese de Doutorado).

SCHAEFER, C. E. G. R. The microestrutura of brazilian oxisols as long-term biotic constructs. **Aust. J. Soil Res.**, v.39, n.5, p.909-926, 2001.

VAN RAIJ, B. Propriedades eletroquímicas de solos. In: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1986. Piracicaba, Fundação Cargill, **Resumos ...** p.9 – 41.

WHITTIG, L.D & ALLARDICE, W.R. X-ray diffraction techniques. In: KUTER, A., ed. **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties**. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p.331-362. (Agronomy Series, 9)