



# EFEITO DE DOSES DE CALCÁRIO NA FORMAÇÃO DE CAMADAS COMPACTADAS EM UM LATOSSOLO VERMELHO, EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

S.T. SPERA<sup>1</sup>; J.E. DENARDIN<sup>2</sup>; P.A.V. ESCOSTEGUY<sup>3</sup>; H.P. SANTOS<sup>2</sup>; E.A. FIGUEROA<sup>4</sup>

**RESUMO** - A compactação do solo tem sido apontada como importante restrição ao rendimento de culturas em sistema plantio direto. Um estudo foi conduzido em colunas preenchidas com horizonte A de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso misturadas com diferentes doses de calcário comercial (equivalentes a 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1 e 2 SMP) e mantidas em casa de vegetação por um ano. As colunas foram divididas em dois pré-tratamentos: com (F) e sem esterilização (NF) com formaldeído, visando anular o efeito da microbiota na agregação do solo. Observou-se, nas doses maiores que 0,25 SMP, em ambos pré-tratamentos, que houve alterações em alguns atributos físicos de solo referentes à dispersão de argilas dos agregados. Doses de calcário maiores acima de 0,5 SMP promovem, na camada 15 a 20 cm das colunas, aumento na dispersão de argila e na densidade do solo. Os processos envolvidos na gênese das camadas compactadas podem ser, explicados pelo efeito de dispersão de argilas derivado da aplicação de calcário.

## Introdução

Os solos, sobre os quais se concentram os sistemas de produção de grãos no sul do Brasil, são basálticos, profundos, bem drenados, com baixo teor de argila dispersa em água e distribuídos em relevos ondulados a suavemente ondulados. A fração argila é composta, predominantemente, por caulinita e óxidos (Brasil, 1973). Esses óxidos conferem elevada estabilidade de microagregados nesses solos. O conteúdo de matéria orgânica, sob condições naturais, varia de 3% a 4%. Esses solos apresentam fortes limitações químicas ao desenvolvimento de plantas cultivadas, porém, fisicamente, são considerados favoráveis ao desenvolvimento de espécies cultivadas devido à alta permeabilidade à água, ao ar e às raízes.

As mobilizações de solo para incorporação de corretivos e fertilizantes, com o intuito de condicioná-lo ao estabelecimento de culturas, desencadeiam reações integradas e em série no seu complexo de processos biológicos, químicos e físicos. Dependendo da intensidade e da forma como essas interferências antrópicas são aplicadas, as reações integradas poderão redefinir novos padrões de fertilidade, de maior ou menor qualidade (Denardin et al., 2001). Essas interferências promoveram evolução positiva na qualidade química do solo, entretanto afetaram negativamente as qualidades físicas. Nesse sentido,

tem-se observado intensa alteração estrutural da camada arável, percebida através de aumento na resistência à penetração e na densidade do solo, redução na macroporosidade e na porosidade total, diminuição da taxa de infiltração de água, bem como indução de alterações morfológicas no sistema radicular de plantas cultivadas (Tormena et al., 1998).

A adoção do SPD no sul do Brasil em solos sob essas condições estruturais alteradas tem induzido produtores rurais à percepção de solo compactado, ao que atribuem causa de frustração de safras. Considerando que a adoção do SPD no RS atingiu atualmente cerca de 5 milhões de hectares cultivados (Denardin et al., 2001), o problema expresso assume relevância. Contudo, essa percepção, tem induzido produtores a interromperem o sistema plantio direto com mobilizações de solo.

A compactação do solo em SPD se manifesta principalmente na camada de 7 a 20 cm de profundidade (Kochhann et al., 2000). A hipótese de que esse estado de degradação estrutural do solo seja remanescente de sistemas de manejo de solo anteriores à adoção do SPD deve ser considerada. Esse processo de transformação estrutural do solo é condicionado, em parte, pela calagem que na faixa de pH abaixo de 7,0 têm ação dispersante (Jucksch, 1987), culminando com a dispersão do solo em microagregados e em partículas unitárias. Fertilizantes salinos promovem dispersão parcial do solo e contribuem com o processo de alteração estrutural do solo (Carvalho Jr. et al., 1998). As reações físicas promovem eluviação dos minerais de argila dispersos e rearranjo errático dessas partículas, alterando a matriz sólida original do solo (Kochhann et al., 2000).

<sup>1</sup> Pesquisador, Embrapa Trigo, doutorando em Produção Vegetal na Universidade de Passo Fundo, Rod. BR 285 km 291, Caixa Postal 611, CEP 99001-970. e-mail: spera@cnpt.embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Embrapa Trigo, Rod. BR 285 km 294, Caixa Postal 451, CEP 99001-970. e-mail: denardin@cnpt.embrapa.br; hpsantos@cnpt.embrapa.br

<sup>3</sup> Professor, Departamento de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Rod. BR 285 km 291, Caixa Postal 611, CEP 99001-970. e-mail: escosteguy@upf.br

<sup>4</sup> Pesquisador, INTA Mercedes, Argentina, mestrando em Produção Vegetal na Universidade de Passo Fundo, Rod.



A porosidade natural do solo passa a ser obstruída pelos minerais de argila iluviados, elevando a densidade do solo. Em contrapartida, a perda de estabilidade dos macroagregados e seu fracionamento em microagregados e a conseqüente perda de parte dos minerais de argila é que desenvolve a camada superficial dispersa, com estrutura de grãos simples. De modo paralelo a essa série de reações, ocorrem também forças mecânicas oriundas do tráfego de máquinas agrícolas e do pisoteio de animais sobre o solo, que promovem aproximação de microagregados e de partículas unitárias dispersas, elevando a densidade do solo pela redução do espaço poroso.

A compactação de solos promove alterações nos atributos físicos do solo que afetam a sua qualidade, prejudicando a microbiota e a produtividade das culturas. Como conseqüência, as modificações na estrutura do solo podem levar à redução no conteúdo de água disponível ou na aeração, aumento na densidade, redução na porosidade total, redução na porosidade de aeração, nas taxas de infiltração de água e redução na aeração do solo (Klein & Libardi, 2001). Esses mesmos autores apontam que as camadas compactadas, em qualquer sistema de manejo, reduzem a infiltração da água no solo e elevam a retenção da água a maiores potenciais, dificultando o uso da água pelas raízes. Os efeitos das camadas compactadas sobre o desenvolvimento de plantas variam com os anos, devido ao caráter aleatório do clima, principalmente as chuvas.

Objetivou-se nesse trabalho caracterizar o processo de formação da compactação do solo, em solos de origem basáltica, ocorrentes no Rio Grande do Sul, manejados em sistema plantio direto.

### Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS. Foi instalado em fevereiro de 2002, utilizando-se colunas de PVC, de 25 cm de altura e 10 cm de diâmetro, preenchidas com 20 cm do horizonte A de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso (1,7 kg de solo), e na abertura inferior foi instalada uma tela de material plástico, permeável à água, mas não a partículas finas de solo. A densidade do solo inicial obtida em cada coluna foi de 1,12 Mg m<sup>-3</sup>.

O delineamento foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, e com metade das sub-parcelas esterilizadas (F) com solução de formaldeído 5%, conforme Alcântara (1995), com finalidade de isolar efeito de microrganismos na agregação do solo, e metade não esterilizada (NF), ambas submetidas à percolação de 210 mm de água por mês divididas em cinco aplicações de 40 mm, aplicadas a cada seis dias.

O calcário usado no experimento foi um produto comercial comum e de PRNT 80%. O solo foi incubado com 6 doses de calcário: 0, 1/4, 1/2, 3/4, 1 e 2 SMP. A dose calculada de calcário em 1,0 SMP equivaleu a 10,8 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário. As colunas de solo foram submetidas a regime de umedecimento e

secamento, que, de modo semelhante a condições naturais, visaram a simular ocorrência dos processos de dispersão, eluviação e rearranjo de argilas.

As colunas foram retiradas da casa de vegetação um ano após e enviadas ao Laboratório de Solos da Embrapa Trigo, para serem submetidas às análises físicas e químicas de solo. Avaliou-se, além das porosidades, a densidade do solo e a argila dispersa em água pelos métodos de Embrapa Solos (1997). Para comparação entre os dados quantitativos, usou-se regressão linear e quadrática (Banzato & Kronka, 2006).

### Resultados e discussão

Os resultados mostraram ocorrência de alterações nas propriedades físicas densidade do solo e porosidade total observadas principalmente na camada 15 a 20 cm das colunas. A densidade do solo, que inicialmente encontrava-se em 1,12 Mg m<sup>-3</sup> tanto nas colunas não esterilizadas como nas esterilizadas, atingiram, na camada 0 a 5 cm, valores de 1,03 a 1,09 Mg m<sup>-3</sup> nas parcelas não esterilizadas e 1,04 e 1,08 Mg m<sup>-3</sup> nas esterilizadas, respectivamente (Figura 1).

Comparando-se os valores apresentados nas figuras 1 e 2, observa-se que a densidade do solo decresceu em valores na camada 0 a 5 cm da coluna, com aumento na camada 15 a 20 cm, exceto para as doses de calcário equivalentes a sem calcário e 1/4 SMP, nas colunas esterilizadas, e as sem calcário, nas colunas não esterilizadas. As diferenças entre densidade de solo na camada 0 a 5 cm não foram significativas e não estão relacionadas com as diferentes doses de calcário, tanto nas colunas esterilizadas como não esterilizadas. Entretanto, as maiores alterações foram observadas nas camadas 15 a 20 cm das parcelas, variando de, de 1,15 a 1,32 Mg m<sup>-3</sup>, nas não esterilizadas e de 1,13 e 1,35 Mg m<sup>-3</sup> nas esterilizadas (Figura 2).

O aumento na densidade do solo (Figura 2), em função do incremento da dose de calcário aplicado nos tratamentos podem ser considerados indicativos de alterações estruturais por conta de eventual efeito do calcário na compactação de solo. Pode-se considerar que o período de um ano foi suficiente para se observar reorganização estrutural no solo contido nas colunas (Jucksch, 1987).

Quanto ao conteúdo de argila dispersa em água, observa-se que houve aumento do mesmo a partir da dose equivalente a 1/4 SMP, e, para as doses de calcário maiores que o equivalente a 1/2 SMP, os valores também foram maiores que os de 1/4 SMP (Figura 3). Os resultados indicam que houve dispersão seguida de iluviação de argila no interior das colunas, tanto naquelas esterilizadas como nas não esterilizadas, evidenciando que ocorreu processo físico-químico de dispersão, e não um processo biológico de rearranjo de agregados (Azevedo & Bonumá, 2004).

Como o conteúdo inicial de argila dispersa em água do solo empregado no experimento era de cerca de 7%, pode-se concluir, confirmando Jucksch (1987); Pavan & Roth (1992), que a calagem promoveu dispersão de argilas, o que permitiu a iluviação evidenciada nas colunas. Isso pode explicar o início do processo de formação de camadas compactadas verificadas em solos



brasileiros submetidos a uso agrícola, até mesmo em sistema plantio direto.

A destruição de agregados decorrente da aplicação de calcário contribuiu para a formação de camada compactada em condições de laboratório, porém fatores relacionados ao uso e ao manejo de solo também estão envolvidos nesse processo, o que torna difícil a reprodução em colunas de solo (Pavan & Roth, 1992).

A redução da dose de calcário aplicada em superfície, no sistema plantio direto, já referendada por estudos anteriores (Jucksch, 1987; Pavan & Roth, 1992; Denardin et al., 2001), porém, poderá resultar em benefício à estrutura do solo, prevenindo ou minimizando a formação de compactação. Na figura 6 encontra-se a relação entre dose de calcário e a condutividade hidráulica em solo saturado.

Os resultados das avaliações de laboratório indicaram que os processos envolvidos na gênese das camadas compactadas podem ser, ao menos parcialmente, explicados pelo efeito de dispersão de argilas derivado da aplicação de calcário, estando, portanto, envolvidos, além de fatores pedogenéticos, também aqueles fatores relacionados ao uso e ao manejo de solo, o que torna difícil a reprodução em colunas de solo.

### Conclusões

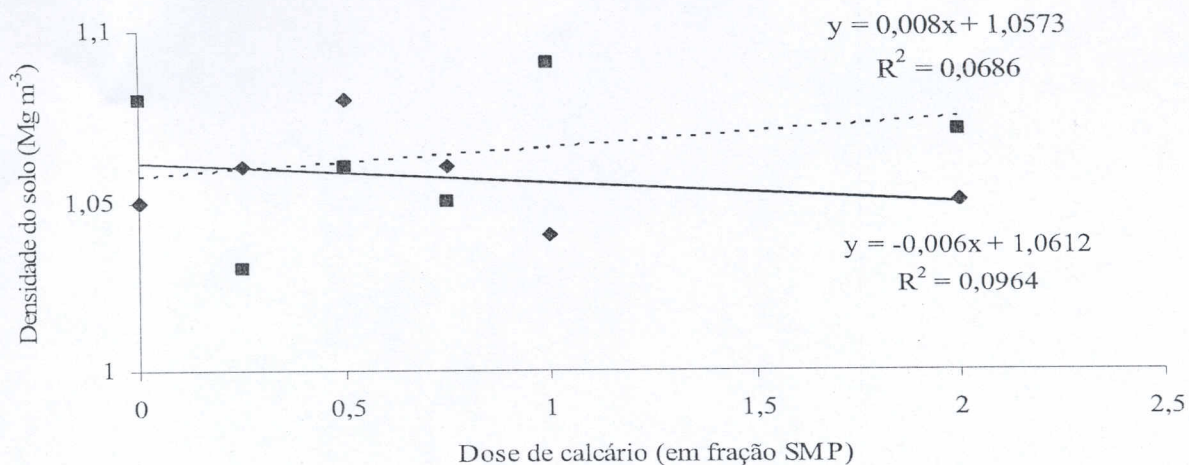
1. Os processos envolvidos na gênese das camadas compactadas podem ser, ao menos parcialmente, explicados pelo efeito de dispersão de argilas derivado da aplicação de calcário;

2. Independentemente do efeito reestruturador da microbiota do solo, o calcário isoladamente, tem potencial para promover dispersão de solos suficiente para formar camada compactada.

### Literatura citada

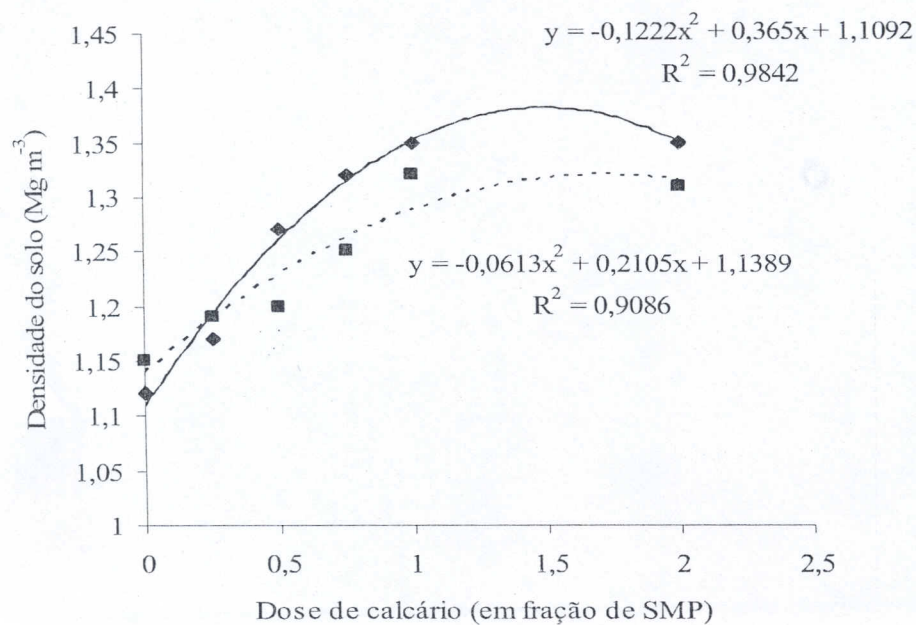
1. ALCANTARA, R.M.C.M. Propriedades químicas e bioquímicas e suas inter-relações em solos sob vegetação de mata e campo adjacentes. Lavras: UFLA, 1995. 84p. (Dissertação - Mestrado em Solos).

2. AZEVEDO, A.C.; BONUMÁ, A.S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos. **Rev.Bras.Ci.Solo**, 34:609-617, 2004.
3. BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura. DNPA. DPP. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p (Boletim Técnico, 30).
5. CARVALHO JR., I.A.; FONTES, L.E.F.; COSTA, L.F. Modificações causadas pelo uso e a formação de camadas compactadas e, ou, adensadas em um Latossolo Vermelho-Escuro textura média, na região do Cerrado. **Rev.Bras.Ci.Solo**, 22:505-514, 1998.
6. DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, N.D. Calagem compacta solos? Fatos e hipóteses. In: Simpósio Rotação Soja/Milho no Plantio Direto, 2. 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001a. 9p. (CD-ROM).
7. EMBRAPA SOLOS. **Manual de métodos de análises de solo**. 2a. ed. Embrapa CNPS, Rio de Janeiro, 1997. 212p.
8. JUCKSCH, I. **Calagem e dispersão de argila em amostra de um Latossolo Vermelho-Escuro**. Viçosa, UFV, 1987. 37p. (Dissertação - Mestrado).
9. KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Consistência de um latossolo roxo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **SueloyNutric.Veg.**, 1:54-58, 2001.
10. KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E.; BERTON, A.L. **Compactação e descompactação de solos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 20p. (Embrapa Trigo. Documentos, 19).
11. PAVAN, M.A.; ROTH, C.H. Effect of lime and gypsum on chemical composition of runoff and leachate from samples of a Brazilian oxisol. **Cien&Cult.**, 44:391-394, 1992.
12. TORMENA, C.A.; ROLOFF, G.; SA, J.C.M. Propriedades físicas de solos sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Rev.Bras.Ci.Solo**, 22:301-309, 1998.
13. TORRES, E.; SARAIVA, O.F. **Camadas de impedimento mecânico do solo em sistemas agrícolas com a soja**. Londrina: Embrapa soja, 1999. 58p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 23).



◆ Densidade do solo na camada 0 - 5 cm - F ■ Densidade do solo na camada 0 - 5 cm - NF

Figura 1. Curvas de regressão para densidade do solo na camada 0 a 5 cm das colunas, em tratamentos esterilizados (F) e não esterilizados, para as doses de calcário estudadas.



◆ Densidade do solo na camada 15 - 20 cm - F ■ Densidade do solo na camada 15 - 20 cm - NF

Figura 2. Curvas de regressão para densidade do solo na camada 15 a 20 cm das colunas, em tratamentos esterilizados (F) e não esterilizados, para as doses de calcário estudadas.



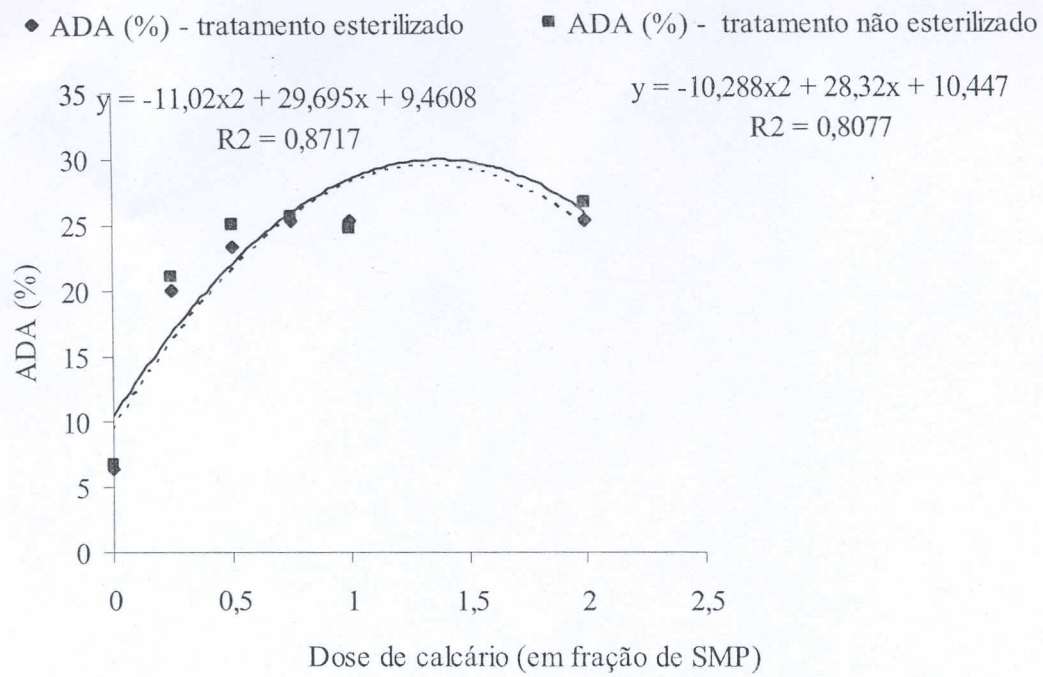


Figura 3. Curvas de regressão para argila dispersa em água na camada 15 a 20 cm das colunas, em tratamentos esterilizados (F) e não esterilizados, nas as doses de calcário estudadas.