

## Índice S de um Latossolo Vermelho distroférico submetido ao tráfego de trator agrícola e sistemas de manejo <sup>(1)</sup>.

**Fábio Régis de Souza**<sup>(2)</sup>; **Edgard Jardim Rosa Junior**<sup>(3)</sup>; **Carlos Ricardo Fietz**<sup>(4)</sup>;  
**Anderson Cristian Bergamin**<sup>(5)</sup>; **Jeferson Sarate de Melo**<sup>(6)</sup> **Danilo Renato Santiago Santana**<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Parte da tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>(2)</sup> Professor Adjunto do Centro Universitário da Grande Dourados-UNIGRAN, Dourados, MS, e-mail [fabioagronomo@yahoo.com.br](mailto:fabioagronomo@yahoo.com.br);

<sup>(3)</sup> Professor Associado da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, Dourados, MS.

<sup>(4)</sup> Pesquisador Carlos Ricardo Fietz da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

<sup>(5)</sup> Professor Assistente da Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Humaitá, AM.

<sup>(6)</sup> Acadêmico do curso de agronomia do Centro Universitário da Grande Dourados, MS.

**RESUMO:** Os solos dos cerrados apresentam boas propriedades físico-hídricas, entretanto ao longo dos anos essas características podem apresentar alterações devido ao manejo incorreto. Objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade físico-hídrica de um Latossolo Vermelho distroférico submetido ao tráfego de trator e sistemas de manejo. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, quatro níveis de tráfego de trator agrícola (testemunha, um tráfego, três tráfegos e seis tráfegos) submetidos a quatro manejos (testemunha, gradagem, subsolagem três meses após a indução a compactação e subsolagem sete meses após a indução a compactação) com três repetições. Os atributos avaliados foram índice S e taxa de infiltração básica do solo. Os resultados obtidos demonstraram que o índice S mostrou-se sensível para detecção de redução na qualidade física do solo quando submetido a tráfego de trator.

**Termos de indexação:** Qualidade física do solo, atributos físico-hídrico, trafegabilidade.

### INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira ao longo dos anos vem apresentando ganhos em produtividades, devido principalmente ao melhoramento genético, a eficiência no controle de pragas e doenças, a melhoria na nutrição mineral de plantas e ao manejo da fertilidade e conservação do solo.

Fatores relacionados a fertilidade e ou qualidade física do solo podem limitar estas produtividades. Tormena et al. (1998), Freddi et al. (2007) comentam que as alterações geradas pela compactação podem afetar a qualidade dos poros do solo e conseqüentemente, a disponibilidade de água. Estas alterações devem

ser monitoradas, principalmente aquelas relacionadas com a estrutura, à distribuição do tamanho dos poros e as propriedades hídricas do solo, como os fluxos e a disponibilidade de água as plantas.

Para isso, tem sido empregado indicadores de qualidade do solo, como, por exemplo, o índice S, que segundo Dexter (2004a, b, c) é definido como a declividade da curva de retenção de água no solo no seu ponto de inflexão. Andrade & Stone (2008) concluíram que o índice S é altamente correlacionado com a densidade, porosidade total e macroporosidade de um solo, mostrando tratar-se de um indicador adequado da qualidade física de solos de cerrado.

Objetivou-se com este estudo avaliar o impacto do tráfego de trator agrícola e de sistemas de manejo sobre o índice S de um Latossolo Vermelho distroférico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental de Agronomia do Centro Universitário da Grande Dourados - UNIGRAN, localizada no município de Dourados, MS. O clima da região é do tipo Am de Köppen (Tropical Monçônico), com precipitação média no mês mais seco de 49 mm e anual de 1.455 mm e temperatura no mês mais frio inferior a 18°C e no mais quente superior a 22 °C.

O solo foi um Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2006) cuja composição granulométrica, determinada pelo método da pipeta (Claessen, 1997) foi 640 g kg<sup>-1</sup> de argila, 208 g kg<sup>-1</sup> de silte e 152 g kg<sup>-1</sup> de areia nos primeiros 0,20 m. As características químicas foram: pH (H<sub>2</sub>O) = 6,3; Ca<sup>2+</sup> = 8,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 3,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al<sup>3+</sup> = 4,58 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 7,6 mg dm<sup>-3</sup>; K = 1,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e MO = 37 g kg<sup>-1</sup> (CLAESSEN, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 4 x 4 (quatro níveis de compactação

induzida e quatro manejos para promover a descompactação do solo) com 3 repetições, totalizando 48 parcelas.

Os tratamentos foram quatro intensidades de tráfego: Testemunha (condição atual, sem compactação adicional), com compactação adicional por tráfego com um tráfego do trator, com três tráfegos do trator e com seis tráfegos do trator. O outro fator foram os manejos com premissa de ação de descompactação, sendo testemunha (sem manejo), gradagem (grade), subsolagem realizada três meses após a implantação dos tratamentos de compactação (SUB I) e subsolagem realizada sete meses após a implantação dos tratamentos de compactação (SUB II). As parcelas mediram 5 m de comprimento e 3,5 m de largura, possuindo uma área total de 17,5 m<sup>2</sup>.

A indução à compactação do solo foi realizada em 26 de março de 2010, dois dias após intensa chuva, quando o solo possuía um conteúdo de água de 27,50 kg kg na camada de 0,0-0,20 m de profundidade, determinado conforme proposto em Embrapa (1997).

Foi utilizado um trator agrícola John Deere 6800 (125 cv), com rodado de pneus diagonais e massa total de 6,8 Mg, com pressão interna de 82,8 kPa de ar nos pneus traseiros (23.1 – 30 95) e 75,8 kPa nos pneus dianteiros (14.9 – 26 12), sendo 39,5% da massa do trator distribuída no eixo dianteiro e 60,5% no eixo traseiro. A compactação foi realizada por meio da passagem lado a lado deste trator, perfazendo toda a superfície da parcela de forma que os pneus comprimissem áreas paralelas entre si. O número de vezes que a máquina trafegou variou conforme o tratamento, sendo que o tráfego foi sobreposto ao anterior, de forma que toda área das parcelas fosse trafegada com número igual de vezes.

Os manejos do solo foram realizados com subsolador e grade. A gradagem foi realizada com uma grade aradora de arrasto de 16 discos de corte com diâmetro de 26” passada por toda a superfície da parcela. Esta operação foi realizada em junho de 2010. Posteriormente foi realizada uma gradagem com grade niveladora com 36 discos de diâmetro de 18”, realizada uma semana antes da semeadura da cultura cultivada na safra.

A subsolagem (SUB I) foi realizada em junho de 2010 e a outra (SUB II) em outubro de 2010. O subsolador utilizado apresentava as seguintes características: subsolador montado, com haste curva, ponteira sem asa com 0,07 m de largura, com cinco hastes espaçadas de 0,4 m e profundidade de trabalho de 0,5 m. Posteriormente foi realizada uma gradagem com grade niveladora com 36 discos de diâmetro de 18”, sendo esta realizada uma semana antes da semeadura da cultura cultivada na safra.

Para as determinações das propriedades físicas do solo, foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada em cilindros metálicos de volume 100 cm<sup>3</sup>, nas camadas de 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20; 0,20-0,25; 0,25-0,30; 0,30-0,35 e 0,35-0,40 m.

As amostras de solo foram retiradas nas entrelinhas da cultura da soja. Em cada parcela e camada foram coletadas três subamostras totalizando 9 repetições por tratamento, sendo utilizado o valor médio como representativo.

As amostras, após o preparo, foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingir cerca de dois terços da altura do anel. Na sequência foi realizado o procedimento para obtenção da microporosidade pelo método da mesa de tensão, conforme descrito por Claessen (1997).

Para determinar a curva de retenção de água, foi adotado o procedimento descrito em Silva, Kay & Perfect (1994). As amostras foram divididas em cinco grupos de três e submetidas na câmara de Richards aos seguintes potenciais: -1,0; -33;-100; -300 e -1500 kPa, conforme metodologia proposta por KLUTE (1986).

Os dados de retenção da água do solo foram ajustados por meio do programa Soil Water Retention Curve-SWRC (Dourado Neto et al., 2001) à equação proposta por van Genuchten (1980):

$$\Theta = (\Theta_{sat} - \Theta_{res}) \left[ 1 + (\alpha h)^n \right]^{-m} + \Theta_{res} \quad \text{Equação 1.}$$

em que:  $\Theta_{sat}$  e  $\Theta_{res}$  são, respectivamente, os conteúdos de água do solo correspondentes à tensão  $h$ , à saturação e à umidade residual, em kg kg<sup>-1</sup>,  $h$  é a tensão matricial da água do solo, em kPa,  $n$  e  $m$  ( $m = 1 - 1/n$ ) são parâmetros empíricos adimensionais de ajuste e  $\alpha$  é um parâmetro expresso em kPa<sup>-1</sup>.

Determinou-se, com base nos parâmetros obtidos, o índice  $S$ , tangente à curva característica de água no solo no ponto de inflexão, com o uso da equação proposta por (DEXTER, 2004a):

$$S = -n(\Theta_{sat} - \Theta_{res}) \left[ 1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)} \quad \text{Equação 2.}$$

As variáveis foram submetidas à análise de variância e havendo significância pelo teste F, os fatores avaliados bem como as suas combinações foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do programa de estatística ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que o tráfego de trator induziu a redução nos valores de índice S quando submetido a três e seis tráfegos (Figura 1A). Dexter (2004c) comenta que a presença de poros estruturais e um alto valor de índice S são essenciais para boa qualidade do solo e que o limite entre solos com melhor qualidade estrutural ocorre no valor aproximado de índice S = 0,035 e valores abaixo deste apresentam restrições em suas condições físicas (BEUTLER et al., 2008; ANDRADE & STONE, 2009). Os valores de índice S obtidos neste trabalho para três e seis tráfegos de trator agrícola estão abaixo do mencionado por estes autores, indicando haver redução na configuração de poros no solo, portanto, maiores restrições físicas para o crescimento das raízes das plantas.

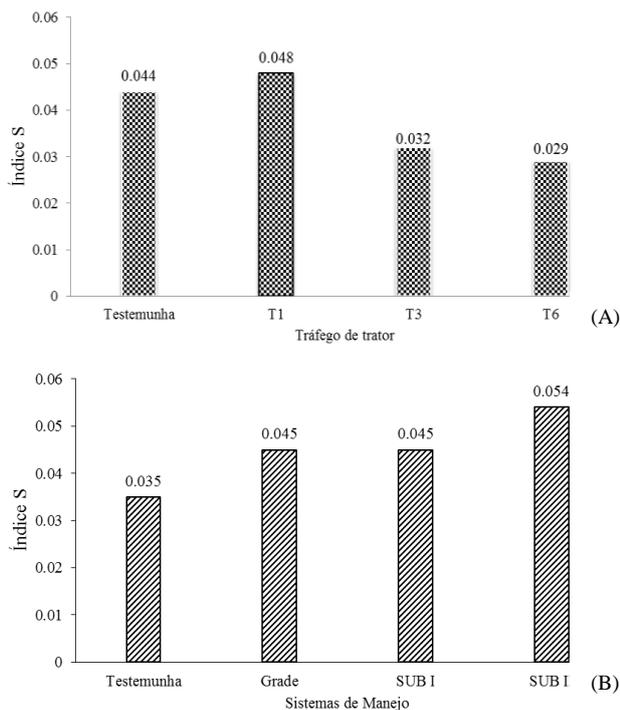


Figura 1. Valores médios do índice S em função do tráfego de trator (A) e sistemas de manejo (B). T1= um tráfego; T3=três tráfegos e T6= seis tráfegos de trator agrícola.

O solo quando foi submetido a um tráfego do trator proporcionou maiores valores de índice S (Figura 1A). Dexter (2004 a) observou que em solos que apresentam maiores espaços interagregados, podem reter menor quantidade de água e a compactação leve desintegra os agregados maiores, reduzindo os espaços interagregados, aumentando a retenção de água e o valor de S.

Verifica-se que os sistemas de manejo proporcionaram aumento nos valores de índice S (Figura 1B). Contudo, a testemunha apresentou valor na faixa considerada por Dexter (2004c) como limite inferior de qualidade física do solo. Freddi et al. (2007) obtiveram resultados semelhantes para solos escarificados, que apresentaram valores de índice S superiores ao limitante ao desenvolvimento das culturas. Estes resultados podem ter ocorrido devido a testemunha apresentar maiores valores de densidade do solo. Horn et al. (1995) comentam que o aumento da densidade do solo promove redução do volume de poros. Nesse processo os poros maiores são destruídos inicialmente, e posteriormente, ocorre à destruição dos próprios agregados e, por consequência, dos poros menores (STRECK, 2007).

## CONCLUSÕES

O tráfego proporcionou baixos valores de índice S, mostrando-se sensível da detecção de redução na qualidade física do solo quando submetido a tráfego de trator.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R.S.; STONE, L.F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 382-388, 2009.
- BEUTLER, A. N.; FREDDI, O. S.; LEONE, C. L.; CENTURION, J. F. Densidade do solo relativa e parâmetro "S" como indicadores da qualidade física para culturas anuais, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 8, n. 2, 2008
- CLAESSEN, M. C. E. (Org). Manual de métodos de análise do solo. 2.ed. ver. Atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997.212p.
- DEXTER A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 201-214, 2004.
- DEXTER A. R. Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tith and hard-setting. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, p. 215-225, 2004b
- DEXTER A. R. Soil physical quality: Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. **Geoderma**, Amsterdam, v.120, p. 227-239, 2004c.
- DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo, modelo van Genuchten. **Soil Water**



**Retention Curve**, SWRC (version 3,00 beta). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2001 ed. São Paulo, p. 117-121. 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 627-636, 2007.

HORN, R.; DOMZZAL, H.; SLOWI'NSKA-JURKIEWICZ, A.; Van OUWERKERK, C. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 35, p. 23-26, 1995.

KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of Soil Analysis. I. Physical and mineralogical methods**. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. p. 635-662

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...Orlando**: American Society of Agricultural Engineers. p.393-396. 2006

SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, p.1.775-81, 1994

STRECK, C. A. **Índice S e fluxo de água e ar em solos do sul do Brasil**, 2007, 96f. (Doutorado em Ciência do solo)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 301-309, 1998