

Avaliação de atributos físico-hídricos sob diferentes sistemas de manejo em Latossolo do Cerrado

GLENIO GUIMARÃES SANTOS⁽¹⁾, EUZEBIO MEDRADO DA SILVA⁽²⁾, ROBÉLIO LEANDRO MARCHÃO⁽²⁾, RAFAEL FELIPPE RATKE⁽¹⁾, PÉROLA MORAIS CALIL⁽³⁾, PEDRO MARQUES DA SILVEIRA⁽⁴⁾, THIERRY BECQUER⁽⁵⁾

RESUMO - Na medida em que se intensifica o uso agrícola, as propriedades físicas do solo sofrem alterações, geralmente desfavoráveis ao crescimento vegetal e essas alterações são ainda mais nítidas quando os sistemas de uso do solo são comparados com a vegetação natural de cerrado. Este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físico-hídricas do solo sob diferentes sistemas de manejo em comparação com o Cerrado nativo. O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão na Fazenda Capivara, em Santo Antônio de Goiás, GO, em um Latossolo Vermelho distroférico. Foram analisados os seguintes parâmetros físico-hídricos do solo: densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e curvas de retenção da água do solo. Para comparar os resultados obtidos nos diversos sistemas de manejo do solo, empregou-se o intervalo de confiança para a média m , com nível de probabilidade de 5%. As propriedades físico-hídricas do solo sob diferentes sistemas de manejo foram alteradas, em comparação com a área de Cerrado natural. A área sob uso agrícola intensivo apresentou na profundidade 10-15 cm, maior densidade do solo, baixa macro e microporosidade do solo e, conseqüentemente, baixa capacidade retenção de água no solo. O Cerrado natural apresenta menor densidade do solo, maiores porosidade total, macroporosidade, microporosidade do solo e retenção de água no solo, em relação às áreas de uso intensivo.

Palavras-chave: água no solo; curva de retenção; densidade do solo; porosidade do solo

Introdução

O uso intensivo da terra para a produção vegetal e animal tem causado degradação da estrutura do solo em relação à sua condição natural. A degradação da estrutura original pode afetar negativamente o desenvolvimento vegetal e predispor o solo ao processo de erosão hídrica [1]. À medida que se intensifica o uso

agrícola, as propriedades físico-hídricas do solo se deterioram, ao ponto de prejudicar o crescimento vegetal. O grau dessas alterações pode ser detectado, a priori, comparando-se as condições estruturais do solo sob uso em relação ao seu estado ainda sob a vegetação natural de cerrado [2].

A deterioração das propriedades físicas é um processo que se inicia tão logo um manejo inadequado é adotado; contudo, somente lhe é dada devida importância nas etapas finais do processo de degradação, quando, muitas vezes, são requeridas intervenções mais drásticas e onerosas para a recuperação do sistema produtivo [3]. Em estudo no Cerrado, Stone & Silveira [2004] notaram que sistemas de rotação de culturas, com apenas soja e trigo, apresentaram tendência de maior compactação da camada superficial do solo, entretanto, o sistema de arroz consorciado com calopogônio-feijão propiciou maior valor de macroporosidade e menor de microporosidade. Apesar dos avanços tecnológicos e da implantação de sistemas agrícolas sustentáveis, como plantio direto e integração lavoura-pecuária, ainda é comum o desconhecimento, pelo produtor, dos reais benefícios que a rotação de culturas e o manejo dos solos podem proporcionar [5].

Este trabalho teve como objetivo avaliar propriedades físico-hídricas do solo sob diferentes sistemas de manejo em comparação com o Cerrado nativo.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Arroz e Feijão na Fazenda Capivara, em Santo Antônio de Goiás, GO, em um Latossolo Vermelho distroférico [6]. A vegetação natural é do tipo cerradão subperenifólio. O clima, conforme classificação de Köppen é Aw, tropical de savana, megatérmico. A temperatura média anual do ar é de 22,6 °C, e o mês de junho é o de menor média de temperatura mínima do ar (14,2 °C), enquanto o mês de setembro é o de maior média de temperatura máxima do ar (31,4 °C) [7]. Os estudos foram realizados em duas áreas de 13,5 ha cada: uma área sob pastagem de braquiária (S1)

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Doutorando PPG em Solo e Água, Universidade Federal de Goiás. Campus Samambaia - Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0 - Caixa Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: glenigm@gmail.com, rfratke@gmail.com.

⁽²⁾ Segundo Autor é Pesquisador aposentado da Embrapa Cerrados. BR 020 Km 18. Planaltina, DF - Brasil. CEP 73310-970. Caixa Postal: 08223. E-mail: euzébio@cpac.embrapa.br, robelio.leandro@cpac.embrapa.br.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Mestrando PPG em Solo e Água, Universidade Federal de Goiás. Campus Samambaia - Rodovia Goiânia / Nova Veneza, Km 0 - Caixa Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: perolacalil@hotmail.com (apresentador do trabalho).

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12 Zona Rural - Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás - GO, Brasil. E-mail: pmarques@ncnpaf.embrapa.br.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Pesquisador do Institut de Recherche pour le Développement, SupAgro 2, Place Viala, Bat. 12, 34060 Montpellier, Cedex 1, France. E-mail: thierry.becquer@ird.fr

Apoio financeiro: CNPq, Embrapa e IRD.

e outra sob cultivo intensivo de lavouras (S2) com diferentes rotações de culturas. Foi também usada uma terceira área de cinco ha, mantida sob pastagem, já degradada, com 19 anos de implantação (S3) e uma quarta área de Cerrado nativo (S4) (Tabela 1). As amostragens de solo foram realizadas na primeira quinzena de maio de 2007.

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-hídricos do solo: densidade do solo (Ds; em Mg m⁻³), porosidade total (PT; em Mg m⁻³), macroporosidade (Ma; em Mg m⁻³), microporosidade (Mi; em Mg m⁻³) e curvas de retenção do conteúdo de água do solo (cCA; em g g⁻¹). Foram coletadas amostras indeformadas do solo, retiradas perpendicularmente ao plano do terreno, em quatro repetições, nas camadas de solo: 0-5, 10-15 e 70-75 cm, utilizando-se cilindros de aço inoxidável de 5,1 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro (100 cm³). Após a saturação das amostras (por mais de 24 horas), os cilindros foram pesados e submetidos à centrifugação [9, 10] para determinar pontos de conteúdo gravimétrico de água do solo (g g⁻¹) [8]; ao final deste processo de desorção da água, a densidade do solo foi mensurada pelo método do anel volumétrico, pesando-se a massa do solo seco na estufa a 105 °C contida em cada cilindro [8].

O parâmetro Ma foi calculado como a diferença entre os conteúdos gravimétricos de água medidos na saturação e os respectivos volumes em equilíbrio com a tensão de 60 hPa [escala pF = 1,78 (log hPa)] [11]. Esta tensão foi considerado como superior de Mi. A PT ou volume total de poros foi calculada mediante a Eq. 1.

$$PT = \left(\frac{1}{D_s} - \frac{1}{D_p} \right)$$

(1)

em que Dp é a densidade de partículas do solo (Mg m⁻³).

A curva de retenção de água no solo obtida em laboratório foi ajustada ao modelo van Genuchten [12] em função dos dados observados de umidade gravimétrica do solo obtido nos diferentes sistemas estudados, por meio da rotina Solver do programa Microsoft Excel, para se obter os valores dos seguintes parâmetros: θ_r , α , n e m da Eq. 2.

$$\theta = (\theta_s - \theta_r) \left[1 + (\alpha \cdot T)^n \right]^{-m} + \theta_r \quad (2)$$

em que: θ – umidade gravimétrica do solo (g g⁻¹); θ_r – umidade residual (g g⁻¹) na tensão de 15.200 hPa [escala pF = 4,18 (log hPa)]; θ_s – umidade de saturação (g g⁻¹); T – potencial mátrico na escala log T (log hPa), sendo que nesta escala log hPa = pF, conforme proposto por Schofield [13]; α – parâmetro de escala (PF⁻¹), m, n – parâmetros de forma (adimensionais).

Para comparar os resultados obtidos nos diversos sistemas de manejo do solo, empregou-se o intervalo de

confiança $IC(\mu)_{1-\alpha_1}$ (Eq. 3) para a média \bar{X} , com nível de probabilidade de 5%;

$$IC(\mu)_{1-\alpha_1} : \bar{X} \pm t_{\alpha/2} \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

em que: Sx – desvio-padrão da amostra; α_1 – nível de significância; $t_{\alpha/2}$ – valor tabelado de “t” a nível α_1 com n-1 graus de liberdade. Este intervalo determina a

faixa de valores entre $LI = \bar{X} - t_{\alpha/2} \frac{S_x}{\sqrt{n}}$ e

$LS = \bar{X} + t_{\alpha/2} \frac{S_x}{\sqrt{n}}$. O intervalo de confiança para a

média m da variável X em estudo com nível de confiança 1-a, foi calculado com a Eq. 3 [14].

Resultados e Discussão

Em geral, os menores valores de Ds foram verificados no sistema S4 apresentando diferença significativa (ao nível de 5% significância), em relação às áreas cultivadas S1, S2 e S3 nas profundidades 0-05 e 10-15 cm (Figura 1A). A camada superficial do solo que apresentou o maior valor de Ds foi na área sob pastagem (S1), seguida pela área sob pastagem degradada (S3). Estes resultados estão de acordo com Borges et al. [3] e Figueiredo et al. [5] que atribuíram esse aumento na Ds da camada superficial do solo à ação direta do pisoteio animal.

A profundidade do solo de 10-15 cm foi a que apresentou os maiores valores de Ds, sendo o maior valor verificado no sistema de uso intensivo (S2), seguido pelos sistemas S3 e S1. Esse alto valor de Ds verificado no sistema S2 pode estar relacionado ao sistema plantio convencional contínuo que utiliza o preparo do solo na profundidade de 20 cm. Esse problema de compactação do solo em áreas sob uso agrícola intensivo também foi verificado por Marchão et al. [15]. Na profundidade de 70-75 cm a Ds apresentou valores baixos e constantes nas quatro áreas avaliadas.

Os maiores valores de PT foram observados na área S4, sendo a profundidade 0-5 cm a que apresentou o maior valor (Figura 1B). O menor valor de PT foi encontrado no sistema S2, na profundidade de 10-15 cm. Esses valores corroboram com Marchão et al. [15] e Figueiredo et al. [5].

Na camada de 0-5 cm de profundidade, o menor valor de Ma foi observado no sistema S1 (Figura 1C), área sob pastagem de braquiária que está sob pastejo animal há quatro anos, o que pode explicar a maior compactação da área devido ao pisoteio animal. O sistema S2 apresenta, na profundidade de 10-15 cm, a menor Ma do solo, acompanhando as tendências já vistas para Ds e PT nessa mesma profundidade. A maior Mi foi encontrada na camada superficial do sistema S4 (Figura 1D) e o menor valor de Mi do solo no sistema S2, na profundidade de 10-15 cm. Na profundidade de 70-75 cm, os valores da PT, a Ma e a Mi do solo apresentaram valores bastante uniformes em todos os quatro sistemas avaliados, não apresentando diferenças significativas (nível de significância de 5%), o que confirma os valores

encontrados para D_s , demonstrando não haver influência do manejo do solo nessa profundidade.

As cCA no solo nas profundidades de 0-5, 10-15 e 70-75 cm, para os diferentes sistemas analisados, são apresentadas nas Figuras 2A, 2B e 2C, respectivamente. Nas profundidades analisadas de 0-5 e 10-15 cm, a área sob cerrado apresentou maiores cCA em todas as tensões analisadas que os demais sistemas. Essa maior retenção de água no solo no sistema S4 está em acordo com a alta M_i encontrada nesse sistema, que apresentou menor D_s , conferindo maior PT e Ma , influenciando positivamente a condutividade hidráulica, a infiltração e a redistribuição de água no perfil do solo, de forma mais uniforme, conferindo maior aeração do solo, manutenção ou melhoria do ambiente para os organismos edáficos, redução da erosão hídrica e outros [5].

Conclusões

1. As propriedades físico-hídricas do solo sob diferentes sistemas de manejo foram alteradas, em comparação com a área de Cerrado natural.

2. A área sob cultivo intensivo de lavouras apresentou na profundidade 10-15 cm, maior densidade do solo, baixa macro e microporosidade do solo e, consequentemente, baixa capacidade retenção de água no solo.

3. O Cerrado natural apresentou menor densidade do solo, maiores porosidade total, macroporosidade, microporosidade do solo e retenção de água no solo, em relação às áreas de uso intensivo.

Agradecimentos

A UFG, pela oportunidade de estudo. À Embrapa Arroz e Feijão e Embrapa Cerrados pela disponibilização de área para coleta dos experimentos e apoio laboratorial nas análises físicas de solo. Ao CNPq pela concessão de bolsa de doutorado. Ao IRD pelo apoio financeiro da pesquisa.

Referências

- [1] STONE, L.F.; GUIMARÃES, C.M. 2005. *Influência de sistemas de rotação de culturas nos atributos físicos do solo*. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 15p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.
- [2] SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTAENLI, R.S.; TOMM, G.O. 2004. Efeito de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos do solo e sua produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 533-542.
- [3] BORGES, T.A.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA, E.M.; GOEDERT, W.J. 2009. Avaliação de parâmetros físico-hídricos de Latossolo Vermelho sob pastejo e sob cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13: 18-25.
- [4] STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. 2001. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25: 395-401.
- [5] FIGUEIREDO, C.C.; SANTOS, G.G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J.L.; ALVES JÚNIOR, J. 2009. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13: 146-151.

- [6] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). 2006. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro. 306p.
- [7] SANTOS, G.G. 2007. *Efeito de culturas de cobertura em plantio direto sobre a macrofauna, agregados e atributos químicos de um Latossolo do Cerrado*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Solo e Água, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- [8] SILVA, E.M.; LIMA, J.E. F.; AZEVEDO, J.A.; RODRIGUES, L.N. 2006. Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 323-330.
- [9] SILVA, E.M.; AZEVEDO, J.A. 2002. Influência do período de centrifugação na curva de retenção de água em solos de Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 1487-1494.
- [10] REATTO, A.; SILVA, E.M.; BRUAND, A.; MARTINS, E.S.; LIMA, J.E.F.W. 2008. Validity of the centrifuge method for determining the water retention properties of tropical soils. *Soil Science Society of America Journal*, 72: 1547-1553.
- [11] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de métodos de análise de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS. 212p. Documentos, 1.
- [12] van GENUCHTEN, M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44: 892-898.
- [13] SCHOFIELD, R.K. 1935. *The pF of the water in soil*. Transactions of 3rd International Congress of Soil Science, Volume 2. Plenary Session Papers, pp. 37-48. Oxford.
- [14] RIBEIRO JÚNIOR, J.I. 2004. *Análises estatísticas no excel: guia prático*. Viçosa: UFV. 251p.
- [15] MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. 2007. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 873-882.

Tabela 1. Histórico de cultivo das áreas estudadas – 2004 a 2006.

Sistema	Safrá				Sistema de manejo
	Inverno 2004	Verão 2004 - 2005	Inverno 2005	Verão 2005 - 2006	
S1	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	plantio direto
S2 ⁽¹⁾	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu	Soja	Feijão	Arroz	plantio convencional
S3	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	<i>Brachiaria decumbens</i> cv. Basilisk	plantio convencional
S4	Cerrado natural	Cerrado natural	Cerrado natural	Cerrado natural	vegetação nativa

⁽¹⁾ S2: seqüência de culturas: braquiária/soja/feijão/arroz. Área sob uso intensivo.

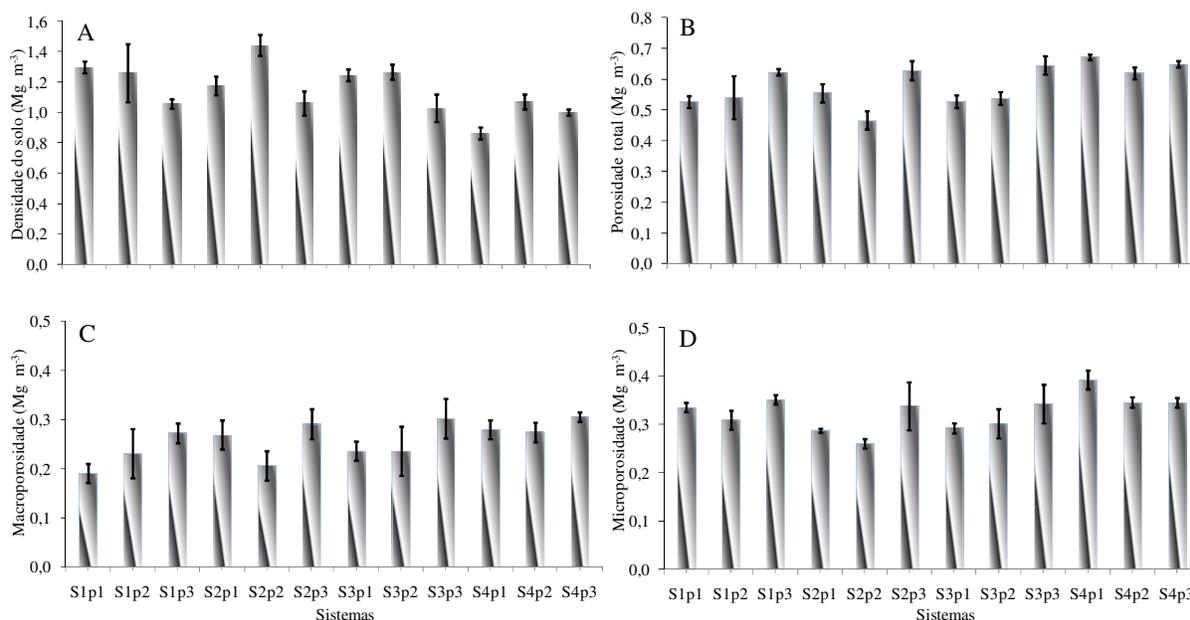


Figura 1. Atributos físicos do solo: A) densidade do solo, B) porosidade total, C) macroporosidade e D) microporosidade do solo; S1p1: sistema 1 (pastagem de braquiária) profundidade 0-5 cm, S1p2: sistema 1 (pastagem de braquiária) profundidade 10-15 cm, S1p3: sistema 1 (pastagem de braquiária) profundidade 70-75 cm, S2p1: sistema 2 (área sob uso intensivo - braquiária/soja/feijão/arroz) profundidade 0-5 cm, S2p2: sistema 2 (área sob uso intensivo - braquiária/soja/feijão/arroz) profundidade 10-15 cm, S2p3: sistema 2 (área sob uso intensivo - braquiária/soja/feijão/arroz) profundidade 70-75 cm, S3p1: sistema 3 (pastagem de braquiária – área degradada) profundidade 0-5 cm, S3p2: sistema 3 (pastagem de braquiária – área degradada) profundidade 10-15 cm, S3p3: sistema 3 (pastagem de braquiária – área degradada) profundidade 70-75 cm, S4p1: sistema 4 (área sob Cerrado natural) profundidade 0-5 cm, S4p2: sistema 4 (área sob Cerrado natural) profundidade 10-15 cm, S4p3: sistema 4 (área sob Cerrado natural) profundidade 70-75 cm.

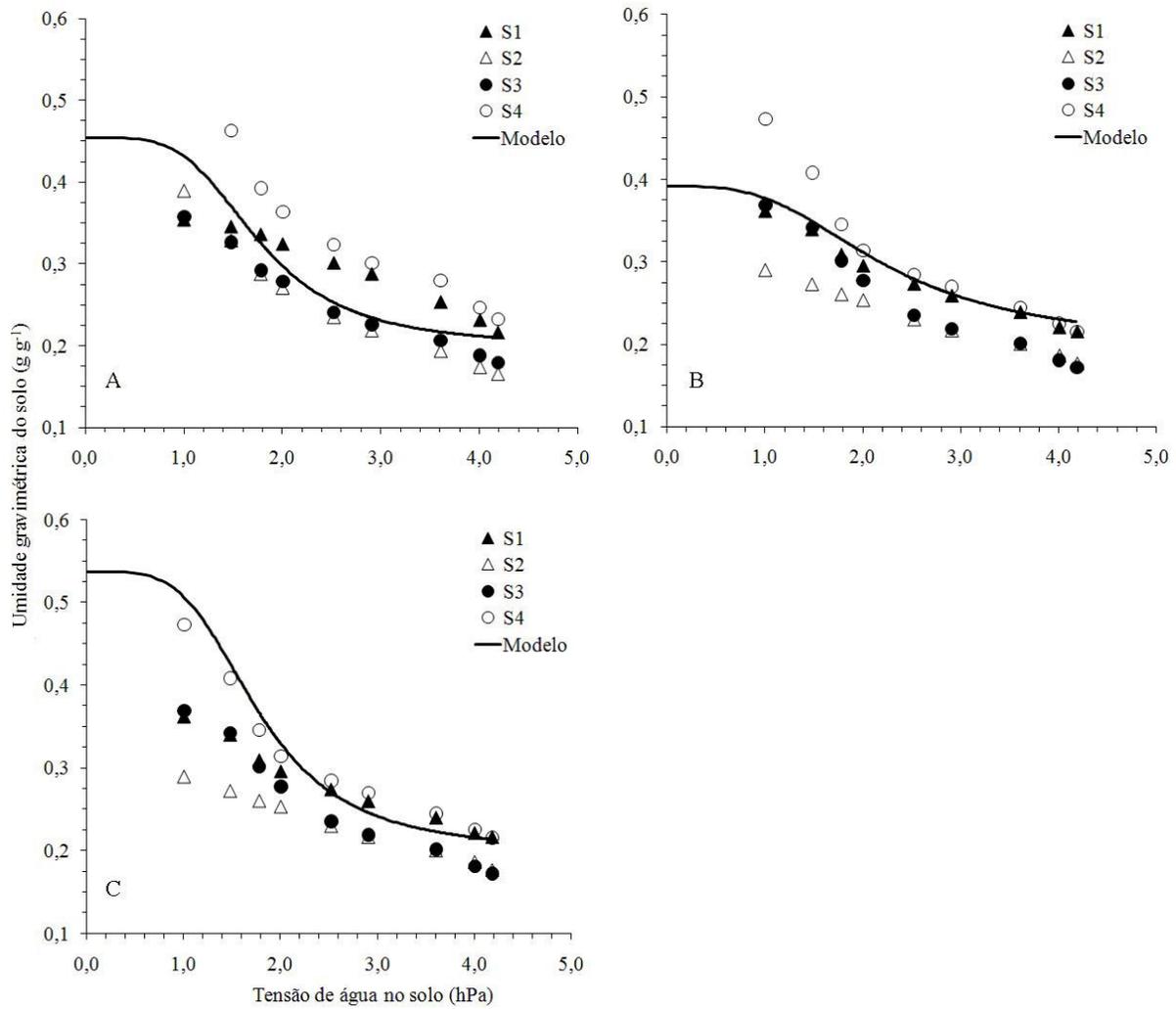


Figura 2. Linha cheia [---] representa o modelo de van Genuchten ajustado em função dos dados observados de umidade gravimétrica do solo obtido nos diferentes sistemas e profundidades avaliados, sendo: S1:sistema 1 (pastagem de braquiária), S2: sistema 2 (área sob uso intensivo - braquiária/soja/feijão/arroz), S3: sistema 3 (pastagem de braquiária – área degradada), S4: sistema 4 (área sob Cerrado natural); A) profundidade de 0-5 cm, B) profundidade de 10-15 cm, C) profundidade de 70-75 cm.