

Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo

Thaís Grandizoli Mendonça¹, Vanessa Ribeiro Urbano²,
José Geanini Peres¹ & Claudinei Fonseca Souza¹

Protocol 11.2013 - Received: 19/02/2013 - Accepted: 10/07/2013

Resumo: Frente ao uso de 70% de água potável do planeta que a agricultura consome, alternativas são necessárias para reduzir o consumo e otimizar o uso da água durante o cultivo. Os hidrogeis são polímeros hidrorretentores capazes de absorver grande quantidade de água e estão sendo utilizados como alternativa viável para melhorar o armazenamento de água em áreas de escassez. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de diferentes dosagens de hidrogel no armazenamento de água no solo destacando-se as vantagens e desvantagens de cada dosagem. Utilizaram-se três diferentes dosagens do hidrogel (4, 8 e 12 g por vaso com 8 kg de solo) permitindo analisar a eficiência do produto comparado à testemunha em função da disponibilidade de água e do aumento da condutividade elétrica do solo. Essas variáveis foram determinadas com o uso de sondas de reflectometria no domínio do tempo (TDR). A dosagem de 4 g por vaso mostrou-se viável pois comparada à recomendação do fabricante (8 g por cova, em condições de campo), apresentou teor de água semelhante, menor condutividade elétrica do solo e menor custo de implantação. A maior dosagem (12 g por vaso) causou inchaço do solo acarretando em perda do produto, solo e possível estrangulamento radicular.

Palavras-chave: umidade, condutividade elétrica, TDR, retenção de água no solo

Hydrogel as an alternative to increase water storage capacity of soil

Abstract: As 70% of potable water on the planet is used in agriculture, alternatives are needed to reduce its consumption and optimize the use of water for cultivation. Hydrogels are hydro polymers capable of absorbing large quantities of water and have been used as an alternative to improve water storage in areas of shortage. This study aimed to assess the use of different doses of hydrogels for water storage in soil, emphasizing the advantages and disadvantages of each dose. The doses of the hydrogel used were (4, 8 and 12 g per pot) to analyse the efficiency of the product compared to the control, depending on the availability of moisture and increase in electrical conductivity. These variables were determined with the use of time-domain reflectometer (TDR) probe. The dose of 4 g per pot was more viable, compared to the manufacturer's recommendation (8 g per hole, under field conditions), because it presented similar moisture content, lower electrical conductivity and lower cost. The higher dose (12 g per pot) caused swelling of the soil resulting in loss of product and soil and possible root strangulation.

Key words: moisture, electrical conductivity, TDR, soil water retention

¹ DRNPA/UFSCar, CEP 13600-970, Araras, SP. E-mail: thaís_gmendonca@yahoo.com.br; jogepe@cca.ufscar.br; cfsouza@cca.ufscar.br

² PPGAA/UFSCar. E-mail: nessaru@gmail.com

Introdução

A necessidade de aumentar a produção de alimentos aliada à globalização do comércio e à competitividade dos produtos agrícolas tem-se estimulado cooperativas e produtores a buscarem técnicas alternativas para a melhoria da produtividade e redução de custos. Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a produção de alimentos terá que aumentar em 70% para alimentar uma população de nove bilhões de pessoas em 2050. Com a escassez de terras, produtores agrícolas serão forçados a obter melhor produtividade de suas áreas de cultivo no lugar de expandir suas fazendas. Porém, a produção alimentar intensificada tem, tradicionalmente, significado o aumento da dependência de fertilizantes e um consumo excessivo de água, o que pode degradar solos e recursos hídricos (FAO 2010).

A necessidade de otimizar a produção tem estimulado pesquisadores a buscarem técnicas alternativas para melhoria da produtividade e redução de custos. Neste contexto, os polímeros hidrorretentores podem ser interessantes, atuando como reguladores da disponibilidade de água para as culturas, aumentando a produtividade local e minimizando os custos de produção.

Os hidrogeis são definidos como redes poliméricas tridimensionais que podem reter uma quantidade significativa de água dentro de sua própria estrutura e inchar, sem a dissolução (Kaewpirom & Boonsang, 2006; Rui et al., 2007).

A utilização de hidrogeis na agricultura tem sido uma estratégia para o manejo agrícola, devido às suas características de condicionadores do solo que contribuem para aumentar a capacidade de retenção de água no solo, reduzindo a frequência de irrigação (Venturoli & Venturoli, 2011). No entanto, a maioria desses hidrogeis é baseada em materiais sintéticos, como poliacrilamida e poliestireno, os quais, por não serem biodegradáveis geram resíduos no solo, provocando salinização do meio (Mendonça et al., 2012).

Segundo Azevedo et al. (2002), os polímeros hidrorretentores funcionam como uma alternativa para situações em que não haja disponibilidade de água no solo, circunstâncias de estresse hídrico ou em longos períodos de estiagem, ocasiões em que a baixa umidade do solo afeta, de forma negativa, o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O uso de hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas

de cafeeiro já proporciona mudas de mesma qualidade que aquelas irrigadas (Marques et al., 2013).

Na década de 50 se desenvolveram através de uma empresa americana, os hidrogeis à base de poliacrilamida. Quando a patente do produto expirou, nos anos 70, suas propriedades de retenção de água foram melhoradas por uma empresa britânica, o que elevou sua capacidade de retenção de 20 para 40 vezes e, posteriormente, de 40 para 400 vezes. Contudo, o produto não foi bem aceito no meio agrícola devido ao seu elevado custo e à escassez de pesquisas que fornecessem recomendações de uso e aplicação dos hidrogeis (Wofford Jr. & Koski, 1990).

No Brasil alguns polímeros hidrorretentores têm sido utilizados na produção de frutas, hortaliças e mudas de diversas espécies, tal como na formação de gramados em jardins, campos de futebol e de golfe. No entanto, as informações científicas de seu uso como condicionadores de solo são poucas, sendo necessário conhecer e quantificar a contribuição advinda da aplicação desses polímeros na disponibilidade de água em diferentes tipos de solo (Oliveira et al., 2004).

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a utilização de diferentes quantidades de hidrogel no armazenamento de água e na salinização no solo.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Laboratório de Hidráulica Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, localizado no município de Araras-SP. As coordenadas geográficas locais são: 22°18' de latitude Sul e 47°23' de longitude Oeste e a altitude média da área é de aproximadamente 700 m.

O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Vermelho, distrófico, de textura argilosa. Nos primeiros 60 cm apresenta composição textural média de 54% de argila, 31% de silte e 15% de areia. Para a mesma profundidade as médias da densidade do solo e das partículas são, respectivamente, 1,3 e 2,65 kg dm⁻³; a porosidade do solo é de 51% e umidades volumétricas de 33,1 e 25,3%, respectivamente, para a capacidade de campo e para o ponto de murchamento permanente do solo.

O experimento foi montado em 12 baldes, cujas dimensões foram de 0,24 m de diâmetro e 0,18 m de altura, apresentando volume unitário de 8 dm³. De início, os vasos foram preenchidos com 1,5 kg de

brita, uma manta geotêxtil para evitar a perda de solo pela drenagem e, por fim, 8 kg de terra fina seca em estufa (TFSE) passados em peneira de 2 mm até o solo atingir 0,02 m da borda, compactando-se de modo a manter sua densidade o mais uniforme possível. Foi feito um dreno na lateral inferior do vaso para permitir a saída do excesso de água do solo depois de saturado.

Para medição da umidade volumétrica (θ) e condutividade elétrica (CE) do solo nos diferentes tratamentos, foram utilizadas sondas de reflectometria no domínio do tempo (TDR) com haste de 15 cm de comprimento dispostas verticalmente nos baldes (Souza et al., 2002 e 2006). Estas sondas foram ligadas ao aparelho TDR-100 da Campbell Scientific que, por sua vez, foi acoplado a um coletor de dados para registro das leituras diárias. A equação de calibração utilizada no equipamento foi a de Topp et al. (1980).

O hidrogel utilizado é um copolímero de poliacrilato de potássio e, segundo as orientações do fabricante, as doses devem ser proporcionais ao volume de solo contido no vaso. Indica-se para o vaso com volume de 8 kg, o uso de 8 g do produto comercial.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos definidos como doses de hidrogel: 8 g por vaso, conforme recomendado pelo fabricante; 12 g por vaso, representando incremento de 50% sobre a dose recomendada; 4 g por vaso, representando diminuição de 50% sobre a dose recomendada; testemunha, sem a utilização do produto. Essas quantidades foram colocadas em uma única cova no vaso, a 0,10 m de profundidade da superfície do solo e cada tratamento foi repetido em três vasos.

Posteriormente, o solo foi saturado com aproximadamente 4 L de água destilada por vaso,

de onde o excesso foi retirado pelo dreno até que o solo atingisse a capacidade de campo, ponto em que os monitoramentos de θ e CE foram iniciados. O monitoramento de θ do solo ocorreu diariamente até que o mesmo retornasse à condição próxima de umidade inicial (TFSE) totalizando 47 dias.

Os resultados do experimento foram analisados através de regressões lineares correlacionando os diferentes tratamentos para encontrar o melhor armazenamento de água no solo. Após a análise de variância, aplicou-se o teste de Tukey a 0,05 de probabilidade para comparação das médias de umidade do solo.

Durante a execução do estudo verificou-se aumento dos valores de condutividade elétrica do solo (CE) através da técnica da TDR. Para encontrar uma resposta para o observado em condições de laboratório foram preparadas diversas concentrações do produto (1, 2, 3, 4 e 5 g de hidrogel em 100 mL de água destilada) e, após a estabilização, aproximadamente 5 minutos, mediu-se o valor da CE com auxílio de um condutivímetro para identificar se o hidrogel é capaz de alterar o meio aquoso durante o processo de armazenamento de água.

Resultados e Discussão

A umidade do solo obtida nos tratamentos quando correlacionados com a testemunha apresentou valores similares permitindo destacar a vantagem em se utilizar a dose de 4 g por vaso devido à redução no custo de aquisição do produto.

O tratamento de 4 g por vaso aumentou em 12% a capacidade de armazenamento da água no solo em relação à testemunha (Figura 1A), enquanto que aplicando o dobro do produto (8 g por vaso) o acréscimo em relação à testemunha foi de 13% (Figura 1B).

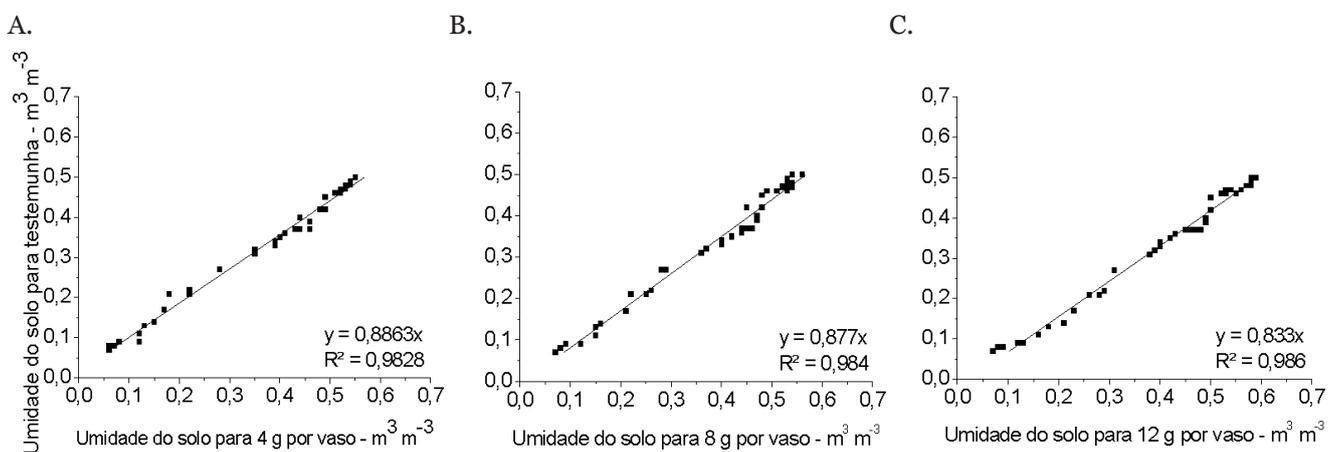


Figura 1. Comparação do teor de água no solo (umidade) para a testemunha e diferentes doses de hidrogel. A) 4 g por vaso; B) 8 g por vaso e C) 12 g por vaso

Essa diferença mostra inviabilidade econômica em utilizar o dobro do produto para obter apenas 1% de aumento no armazenamento de água no solo. A maior dosagem aplicada (12 g por vaso) apresentou um aumento de 17% na capacidade de armazenamento de água no solo (Figura 1C).

O tratamento com 12 g de hidrogel por vaso mostrou-se desvantajoso para o experimento visto que apresentou rachaduras no solo, expondo o produto (Figura 2).

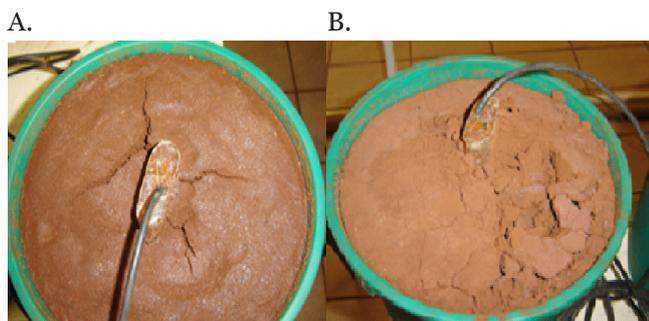


Figura 2. Solo rachado após inchaço e exposição do hidrogel para o tratamento de 12 g por vaso

Em condições de campo a cultura teria, possivelmente, problemas, pois o sistema radicular seria exposto, além de ocorrer perda do produto. Comparando a dose de 12 g por vaso com 1/3 de sua quantidade (4 g por vaso), registra-se que essa maior dose de produto apresentou acréscimo de apenas 6,2% na capacidade de armazenamento de água no solo (Figura 3A), enquanto que, comparado à dosagem de 8 g por vaso, apresentou 1,4% de aumento (Figura 3B).

Em relação à dose estabelecida pelo fornecedor do produto comercial (8 g por vaso), pôde-se observar que, quando reduzida a 50% (4 g por vaso) (Figura 3C), os valores de umidade obtidos são semelhantes, possibilitando reduzir a quantidade do produto a ser utilizado, diminuindo, conseqüentemente, pela metade, o custo de aquisição do insumo.

De acordo com a análise de variância aplicada às médias de umidade do solo entre os tratamentos com e sem hidrogel, houve diferença significativa ao nível de 0,05 de probabilidade (Tabela 1). Entretanto, os resultados para os tratamentos com hidrogel não se diferenciam significativamente, o que reforça que a menor dose (4 g por vaso) é a melhor relação entre o benefício (retenção de água no solo) e o custo de aquisição (quantidade de hidrogel utilizado). O teste F foi fortemente significativo a 0,01 de probabilidade para as doses.

Tabela 1. Comparação entre médias* de umidade do solo para as diferentes quantidades de hidrogel no armazenamento de água no solo

Tratamentos (g vaso ⁻¹)	Umidade do solo (m ³ m ⁻³)
0	0,34 b
4	0,38 a
8	0,39 a
12	0,40 a
DMS	0,036
CV%	0,250

* Médias seguidas pela mesma letra indicam que não há diferença a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

O incremento na CE do solo está relacionado com o aumento nas doses do produto, conforme apresentado na Figura 4 e também destacado por Oliveira (2004). A dose de 12 g por vaso atingiu a $CE = 2,15 \text{ dS m}^{-1}$ para $\theta = 0,51 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, a qual não foi superada pelas demais doses testadas. Richards (1954) alerta que valores de $CE \geq 4 \text{ dS m}^{-1}$ no extrato de saturação do solo podem iniciar o processo de salinização do solo, ocasionando prejuízos ao produtor e à qualidade do solo.

É possível notar, ainda que a condutividade elétrica do solo está ligada tanto ao aumento da dose quanto ao teor de água disponível no solo. Após cerca de 30 dias do início do experimento a condutividade elétrica do solo começou a diminuir, apresentando tendência de se estabilizar.

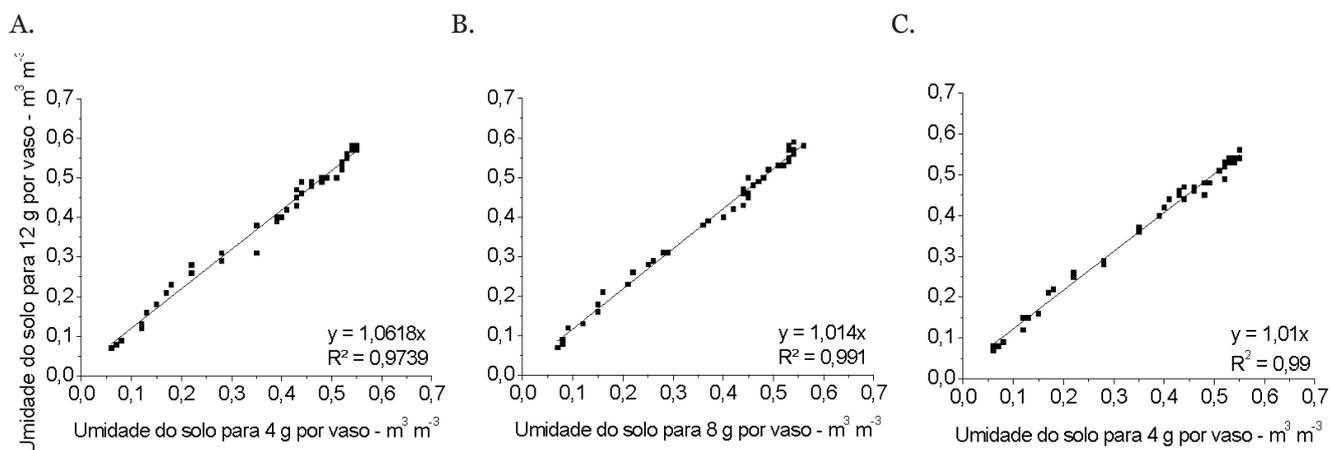


Figura 3. Comparação do teor de água no solo (umidade) entre diferentes doses de hidrogel. A) 4 g e 12 g por vaso; B) 8 g e 12 g por vaso e C) 4 g e 8 g por vaso

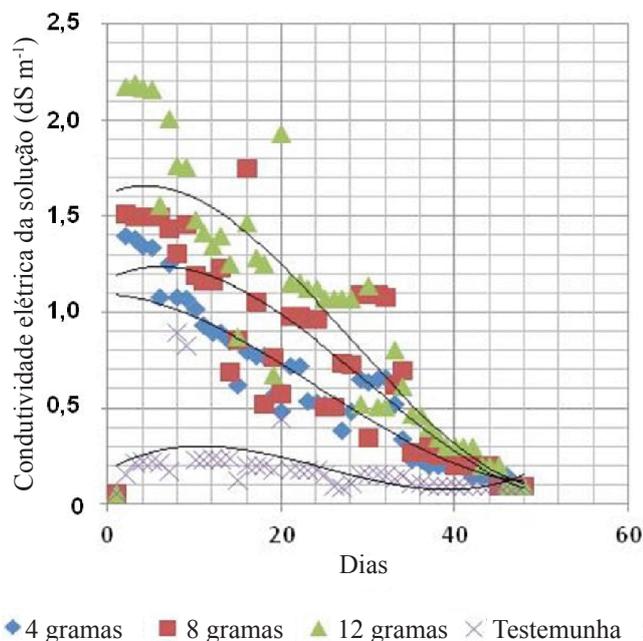


Figura 4. Comportamento da condutividade elétrica na solução sob diferentes doses de hidrogel durante o experimento

Ressalta-se que a técnica do TDR se limita em estimar a condutividade elétrica presente na solução do solo, a qual reduziu com o passar do tempo e, conseqüentemente, influenciou no aumento da adsorção dos sais pela matriz do solo.

Esse fenômeno pode ser explicado em função da interação polímero-água; quando o hidrogel (copolímero de poliacrilato de potássio) seco é colocado no ambiente aquoso, as moléculas de água começam a se difundir para o interior do material. À medida em que a água penetra, a mesma começa a interagir com os sítios hidrofílicos do polímero, que se expandem reduzindo a força das interações hidrofóbicas; ao mesmo tempo a água, já no interior do hidrogel, irá dissociar o par iônico formado entre polímero e o íon potássio, o qual ficará livre para se difundir do interior do gel para o meio externo.

Os valores da condutividade elétrica na solução do hidrogel em meio aquoso foram condizentes com os observados em condições de solo; a dose recomendada pelo fabricante liberou concentração de sais próxima ao valor limite de 4 dS m^{-1} (Figura 5).

Sugerem-se, desta forma, estudos mais aprofundados sobre a vulnerabilidade promovida pela aplicação de hidrogel no processo de salinização do solo, sendo necessário compreender os efeitos das propriedades químicas do produto na liberação de sais, uma vez que a função do produto é aumentar a capacidade de armazenamento de água no solo, motivo pelo qual recomendam novos estudos para compreender a tendência de liberação de sais pelo hidrogel.

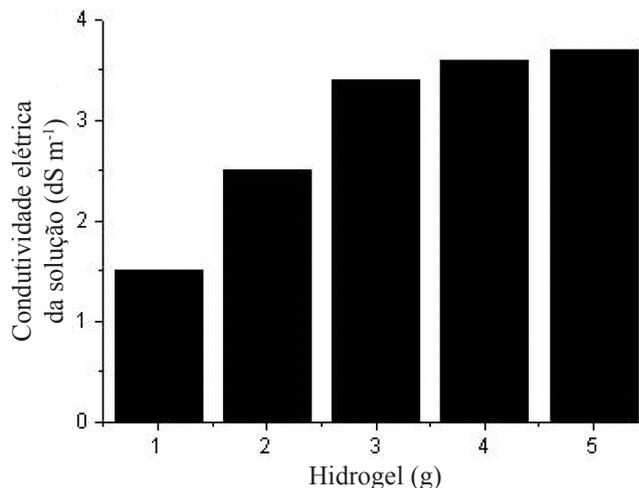


Figura 5. Condutividade elétrica da solução em função de diferentes concentrações de hidrogel dissolvido em água

Conclusões

1. Todas as doses utilizadas nesse estudo aumentaram a capacidade de armazenamento de água no solo e causaram acréscimo na condutividade elétrica do solo.

2. A dose de 4 g por vaso foi considerada a dose técnica viável devido à sua eficiência em armazenar água no solo e redução no custo de aquisição do produto.

Literatura Citada

- ANA - Agência Nacional de Águas. Estudo faz diagnóstico atualizado da situação da água e de sua gestão no Brasil. http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=9386. 21 Mar. 2012.
- Azevedo, T. L. F.; Bertonha, A. ; Gonçalves, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais*, v.1, p.23-31, 2002.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Nota Informativa sobre o Dia Mundial da Alimentação 2010. Disponível em: <https://www.fao.org.br/vernoticias.asp?id_noticia=981>. 19 Jul. 2013.
- Kaewpirom, S.; Boonsang, S. Electrical response characterisation of poly (ethylene glycol) macromer (PEGM)/chitosan hydrogels in NaCl solution. *European Polymer Journal*. v.42, p.1609-1616, 2006.
- Marques, P. A. A.; Cripa, M. A. M.; Martinez, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. *Ciência Rural*, v.43, p.1-7, 2013.

- Mendonça, T. G.; Urbano, V. R.; Cabral, F. F. P.; Bacalhau, F. B.; Souza, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. In: Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 10, 2012, Londrina, Anais... Jaboticabal: SBEA, v.1, 2012.
- Oliveira, R. A.; Rezende, L. S.; Martinez, M. A.; Miranda, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, p.160-163, 2004.
- Richards, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory - (USDA). 1954. 162p. Agriculture Handbook No. 60,
- Rui, L.; Mingzhu, L.; Lan, W. Controlled release NPK compound fertilizer with the function of water retention. *Reactive and Functional Polymers*, v.67, p.769-779, 2007.
- Souza, C. F.; Folegatti, M. V.; Matsura, E. E.; Or, D. Calibração da reflectometria no domínio do tempo (TDR) para a estimativa da concentração da solução no solo. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.282-291, 2006.
- Souza, C. F.; Matsura, E.E. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, p.63-68, 2002.
- Topp, G. C., Davis, J. L., Annan, A. P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurements in coaxial transmission lines. *Water Resources*, v.16, p.574-582, 1980.
- Wofford Jr., D. J.; Koski, A. J. A polymer for the drought years. *Colorado Green*, 1990. <http://www.hydrosources.com/clpbbs04.htm>. 20 Jan. 2012.
- Venturoli, F.; Venturoli, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. *Ateliê Geográfico*. v.5, p.183-195, 2011.