

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.3, n.3, p.253-259, jul.-set., 2008

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 238 - 24/09/2007 • Aprovado em 01/07/2008

José B. M. Coelho<sup>1</sup>

Maria de F. C. Barros<sup>2</sup>

Marcus M. Correa<sup>3</sup>

Ricardo A. Wanderley<sup>4</sup>

José M. Coelho Júnior<sup>5</sup>

Jorge L. da C. Figueredo<sup>6</sup>

# Efeito do polímero *hidratassolo* sobre propriedades físico-hídricas de três solos

## RESUMO

Têm-se testado diversos produtos, no intuito de aumentar a armazenagem d'água nos solos. Estudo de laboratório foi realizado com o objetivo de caracterizar o polímero *hidratassolo*, no que se refere à sua capacidade de absorção hídrica, e avaliar o efeito de doses desse polímero sobre as propriedades físico-hídricas dos solos: Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico. Os tratamentos com solos constaram de: testemunha (sem polímero); 0,05; 0,10 e 0,20 dag kg<sup>-1</sup> de *hidratassolo*, referindo-se ao peso seco do polímero e do solo. Os resultados mostram que o polímero possui elevada capacidade de absorção em água deionizada mas, quando submetido a soluções salinas de sódio, potássio e cálcio, com condutividade elétrica de 8 dS m<sup>-1</sup>, suas hidratações foram reduzidas, respectivamente, a 82,8, 80,7 e 94,7%. Ao se comparar os valores de água disponível dos 3 solos estudados referentes à maior dosagem do polímero com a testemunha, observaram-se acréscimos da ordem de 1,81, 2,02 e 1,10 vezes, para Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico, respectivamente.

**Palavras-chave:** condicionador de solo, retenção hídrica, manejo do solo

## Effect of 'hidratassolo' polymer on the hydro-physical properties of three soils

## ABSTRACT

Several products have been tested in order to increase the water-holding capacity of soils. A laboratory study was carried out with the objective to characterize the '*hidratassolo*' in respect to its water absorbing capacity and evaluate the effect of dose of this polymer upon physical and hydraulic properties of the following soils: Quartzarenic Neosol, Yellow Latosol and Fluvisol. The treatments consisted of control (no polymer); 0.05; 0.10 and 0.20 dag kg<sup>-1</sup> of '*hidratassolo*', referring to the dry weight of the polymer and of the soil. The results showed that the polymer has a high absorption capacity in deionized water, but when submitted to salty solutions of sodium, potassium and calcium, having electrical conductivity of 8 dS m<sup>-1</sup> its hidratations were reduced, respectively to 82.8; 80.7 and 94.7%. When compared the available water values of the 3 studied soils, referring to the higher dose of the polymer and the control, gains were observed varying of 1.81; 2.02 and 1.10 times, for Quartzarenic Neosol, Yellow Latosol and Fluvisol, respectively.

**Key words:** soil conditioner, water absorption, soil management

<sup>1</sup> Engº Agrônomo, Deptº de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, PE, josebenjamin@terra.com.br

<sup>2</sup> Prof. Adjunto, Deptº de Agronomia, UFRPE, fatima@depa.ufrpe.br

<sup>3</sup> Prof. Adjunto, Deptº de Tecnologia Rural, UFRPE, metri@dtl.ufrpe.br

<sup>4</sup> Mestrando em Engº Agrícola, Deptº de Tecnologia Rural, UFRPE, ricardowanderley@ta.ufrpe.br

<sup>5</sup> Mestrando em Melhoramento Genético, Deptº de Agronomia, UFRPE, josemachado@agronomo.eng.br

<sup>6</sup> Engº Agrônomo, EECAC, UFRPE, Carpina, PE, jlfigueredo@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de encontrar alternativas que possibilitem incrementar a capacidade de retenção de água no solo com limitado potencial produtivo. Uma das alternativas utilizadas diz respeito ao uso de polímeros agrícolas super-absorventes, também chamados hidrogéis, com capacidade de armazenar centenas de vezes o seu peso em água, liberando a água gradativamente para as plantas possibilitando, assim, maiores intervalos entre irrigações. Esses polímeros vêm sendo utilizados principalmente na produção de hortaliças, flores, gramados e essências florestais, visando aumentar a disponibilidade de água no solo para as plantas (Azevedo et al., 2000).

O *hidratassolo* é um polímero artificial, à base de acrilato de sódio, com grande capacidade para absorver e reter água a baixos potenciais matriciais. De acordo com Rezende (2000), este polímero, quando saturado e submetido à tensão de 0,01 MPa, pode reter até 90 vezes o valor do seu próprio peso em água. Fonteno & Bilderback (1993), verificaram que grânulos de hidrogéis secos, após saturação e expansão livre em água destilada, durante 24 horas, passaram a pesar 317 a 372 vezes os seus respectivos pesos secos.

A absorção de água em cada molécula do polímero é processo químico, em que a água é absorvida e retida pelo produto devido à repulsão eletrostática que ocorre entre as cargas na estrutura do polímero e o mesmo se torna um gel (Varenes et al., 1997). A água pode ser retirada do gel por pressão de sucção realizada pelas raízes de plantas ou por evaporação atmosférica havendo, nesses casos, uma redução gradual do tamanho do gel (Johnson, 1984).

Fonteno & Bilderback (1993) ao avaliarem o efeito da adição de hidrogel de poli(acrilamida) em substratos arenosos, constataram que pelo menos 95% da água retida nos polímeros em tensões superiores a 1,5 MPa estavam disponíveis para as plantas e que a efetividade em absorver água dos géis de poli(acrilamida), em substrato arenoso, é influenciada por restrições físicas à expansão.

Pesquisas mostram que a presença de sais dissolvidos na água tem influência variada na efetividade de absorção de água dos polímeros enquanto pequenos aumentos de sais solúveis na água reduzem a capacidade de absorção de determinados polímeros. Estudo realizado por Bowman et al. (1990), com três polímeros hidrófilos à base de poli(acrilamida), constatou que a hidratação foi inibida por concentrações salinas de fertilizantes e sua capacidade de absorção, na presença de cátions bivalentes ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ), e cátions monovalentes ( $\text{K}^+$  e  $\text{NH}_4^+$ ), a  $20 \text{ mmol}_c\text{L}^{-1}$ , foi reduzida a aproximadamente 10 e 20%, respectivamente. Os autores observaram, ainda, que apenas os polímeros saturados em sais de sódio recuperaram plenamente sua capacidade de absorção após sucessivas lavagens com água deionizada. Woodhouse & Johnson (1991) estudando o efeito de sais e fertilizantes sobre hidrogéis à base de poli(acrilamida), também notaram que as propriedades de armazenamento de água dos polímeros foram modificadas por sais solúveis presentes em águas de irrigação.

Varenes et al. (1997), trabalhando com dois polímeros à base de acrilato de sódio, constataram que os mesmos pos-

suam grande habilidade de absorção em água deionizada; entretanto, quando saturados em soluções salinas contendo cátions monovalentes ( $\text{NaCl}$  e  $\text{KCl}$ , a  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ ), diminuíram sua capacidade de absorção, em torno de 80%.

Prevedello & Balena (2000) ao avaliarem os efeitos dos hidrogéis nas propriedades físicas de um Neossolo Quartzarênico Marinho e de um Latossolo Argiloso, constataram que o aumento na concentração dos polímeros acarretou em redução nos valores da condutividade hidráulica saturada para ambos os solos.

Propôs-se, com o presente trabalho, caracterizar o polímero *hidratassolo*, no que se refere à sua capacidade de absorção em água deionizada e em soluções salinas e avaliar a capacidade de retenção hídrica e drenagem interna de três solos submetidos a doses crescentes desse polímero.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em laboratórios do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco; o material utilizado foi o produto comercial *hidratassolo*, polímero artificial à base de acrilato de sódio, apresentado na forma granular, possuindo uma umidade residual em torno de 10% e distribuição por tamanho de grânulo de acordo com as seguintes classes: 4,1% menores que 1 mm; 29,5% de 1,0 a 2,0 mm; 66,1% de 2,0 a 4,0 mm e 0,3% maiores que 4 mm.

A curva de absorção de água do *hidratassolo* foi determinada em função do tempo, utilizando-se amostras com 1 g do produto comercial, alocadas em recipientes (copos plásticos) e submetidas a hidratação em 500 mL de água deionizada por tempos preestabelecidos de: 5, 10, 20, 30, 60, 90, 120, 240 min e 24 h. Decorridos os tempos propostos, as amostras em processo de hidratação foram colocadas em peneiras (malha de 0,5 mm) para possibilitar a drenagem da água gravitacional e, após cessada totalmente a drenagem natural, as amostras foram novamente pesadas.

A fim de verificar a capacidade de retenção hídrica do *hidratassolo* em diferentes concentrações de sais, prepararam-se soluções de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de potássio, nas condutividades elétricas de 0; 0,5; 1; 2; 4 e  $8 \text{ dS m}^{-1}$ , a  $25^\circ\text{C}$ . Empregaram-se 500 mL de cada solução para saturar 1g de *hidratassolo*, alocados em recipientes (copos plásticos) por 24 h; durante o processo de saturação, os recipientes foram cobertos com filmes plásticos para impedir a evaporação das soluções; após a saturação, as amostras foram colocadas em peneiras de malha de 0,5 mm para drenagem da água gravitacional e posterior pesagem em balança de precisão, estimando-se a capacidade de retenção de água por diferença de pesagem.

Para verificar a capacidade de reidratação do polímero, amostras de *hidratassolo*, inicialmente saturadas em soluções salinas de cloreto de cálcio e de cloreto de sódio, nas concentrações de  $8 \text{ dS m}^{-1}$ , foram submetidas a saturações por 24 h com 300 mL de água deionizada; após cada dia de reidratação, as amostras foram drenadas e pesadas e, em seguida, novos volumes de água deionizada foram adicionados às amostras, até a obtenção de peso constante do *hidratassolo*.

Para analisar o efeito do polímero sobre propriedades físico-hídricas no solo, realizou-se um ensaio composto de quatro tratamentos, ou seja, três concentrações do polímero ( $T_1 = 0,05$ ;  $T_2 = 0,10$  e  $T_3 = 0,20$  dag de *hidratassolo* por kg de solo) e uma testemunha ( $T_0 = 0$ ), em três solos distintos (Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico). Utilizaram-se amostras de dois solos da Zona da Mata e um solo da Zona do Sertão do Nordeste brasileiro, conforme a seguinte descrição: a) O horizonte A de um Neossolo Quartzarênico, classe textural areia, localizado no município de Caaporã, PB, coletado a uma profundidade de 0 a 30 cm; b) O Bw1 de um Latossolo Amarelo de textura muito argilosa, localizado no município de Sirinhaém-PE, coletado em horizonte subsuperficial, a uma profundidade de 70 a 155 cm; e c) Um Neossolo Flúvico, de textura franca, coletado na profundidade de 0 a 40 cm, situado no município de Custódia, PE. Os solos foram coletados em locais onde havia cultivos; depois de coletadas, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm, obtendo-se a terra fina também seca ao ar (TFSA). Com a TFSA foram realizadas algumas análises para caracterização física e química do solo, de acordo com EMBRAPA (1997). A densidade global foi determinada pelo método da proveta para o Neossolo Quartzarênico e pelo método do torrão parafinado para o Latossolo Amarelo e para o Neossolo Flúvico; a densidade das partículas, realizada pelo método do balão volumétrico e a análise granulométrica determinada pelo método do densímetro de Boyoucos, com dispersão química pelo uso do hexametáfosfato de sódio, seguida de agitação mecânica, em amostras retiradas das profundidades específicas. A porosidade total (P) foi calculada levando-se em consideração as densidades, de acordo com a expressão  $P_t = 1 - r_g/r_p$ , em que  $r_g$  - densidade global e  $r_p$  - densidade das partículas. Para determinação dos sais solúveis fez-se a preparação de extrato de saturação nos materiais obtidos com posterior medição da condutividade elétrica (CE) e determinação analítica de cátions no extrato aquoso.

Os resultados obtidos constam nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Caracterização física dos solos utilizados

**Table 1.** Physical characterization of the soils used

Classe de solo	Granulometria (dag kg <sup>-1</sup> )			Classe Textural	Densidade (kg dm <sup>-3</sup> )		Porosidade Total (%)
	Areia	Silte	Argila		Partículas	Global	
Neos. Quartzarênico	91,1	4,2	4,7	Areia	2,60	1,58	39,2
Latossolo Amarelo	25,9	3,3	70,8	Muito argiloso	2,68	1,10	58,9
Neossolo Flúvico	45,0	33,8	21,2	Franco	2,47	1,37	44,5

Os valores de umidade à capacidade de campo e no ponto de murcha permanente dos solos, foram determinados em amostras deformadas, para cada tratamento, utilizando-se método gravimétrico no extrator de Richards, segundo metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). As misturas (*solo/hidratassolo*) e a testemunha (*solo*) foram colocadas diretamente nos anéis da placa de cerâmica do extrator de Richards e, em seguida, foi adicionada água até que seu nível desticasse bem próximo da borda do anel de PVC.

**Tabela 2.** Caracterização química do extrato da pasta saturada

**Table 2.** Chemical characterization of the saturated paste extract

Solo	CE dS/m	Cátions solúveis (mmolc dm <sup>-3</sup> )			
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>
Neos. Quartzarênico	0,68	0,90	0,50	4,25	1,47
Latossolo Amarelo	0,90	2,4	0,9	3,2	1,5
Neossolo Flúvico	8,08	39,15	10,25	28,69	1,19

Obteve-se a umidade a capacidade de campo após equilíbrio nas tensões de 0,01 MPa (para o Neossolo Quartzarênico) e 0,03 MPa (para o Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico), enquanto a umidade no ponto de murcha permanente foi obtida após equilíbrio, na tensão de 1,5 MPa. A água disponível foi calculada pela diferença entre as umidades a capacidade de campo e no ponto de murcha permanente.

A metodologia utilizada para determinação da condutividade hidráulica saturada foi a do permeâmetro de carga constante, proposta pela EMBRAPA (1997), utilizando-se amostras deformadas. Como recipientes para realização do ensaio, utilizaram-se colunas de PVC com diâmetros internos de 4,7 cm e altura de 20 cm; essas colunas foram preenchidas com as misturas (*solo/hidratassolo*) até uma altura de 18 cm, para todos os tratamentos; em seguida, já contendo as misturas, as colunas foram colocadas em recipiente contendo água, pelo tempo de 24 h, para possibilitar a prévia expansão do polímero. O umedecimento das misturas se deu no sentido ascendente.

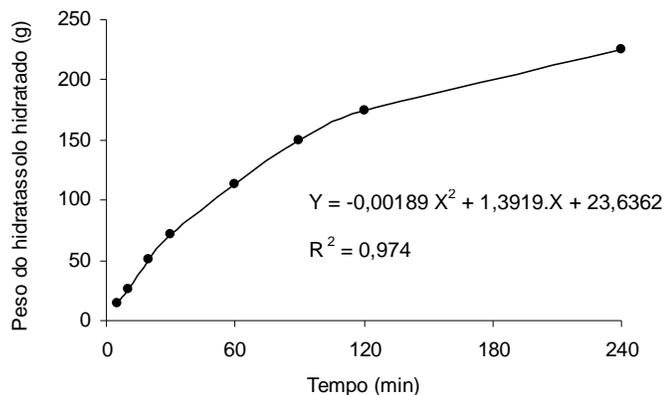
O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o inteiramente casualizado e os dados obtidos foram interpretados por meio da análise da variância, através do Teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização do *hidratassolo*

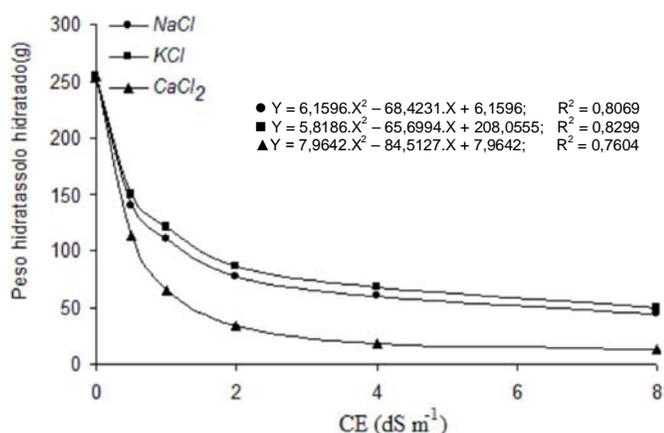
A Figura 1 mostra os resultados da curva de absorção de água do *hidratassolo* em função do tempo, usando-se água deionizada (5  $\mu\text{S cm}^{-1}$  a 25°C). Pode-se observar rápida absorção da água pelo polímero nas primeiras horas do teste, cujos resultados são coerentes com Gervásio (2003), que verificou intensa absorção hídrica do polímero TerraCottem, nas duas primeiras horas de teste, o qual inferiu a rápida absorção inicial do produto a uma característica intrínseca dos polímeros hidroabsorventes.

Com 240 min de teste o *hidratassolo* aumentou cerca de 225 vezes o seu peso, quando comparado com o peso inicial; já quando saturado por um período de 24 horas, o mesmo aumentou em torno de 254 g por grama do produto seco. Os resultados obtidos estão de acordo com Bowman et al. (1990) que observaram elevada capacidade de absorção de géis de poliácridamida em água deionizada, chegando a reter de 340 a 420 g por grama do gel. Prevedello & Balena (2000) também relataram a expressiva capacidade de retenção hídrica de polímero (TerraCottem) quando saturado em água deionizada, o



**Figura 1.** Curva de absorção hídrica do *hidratassolo* em função do tempo

**Figure 1.** Water absorption curves of the *hidratassolo* as a function of time



**Figura 2.** Curvas de retenção hídrica do *hidratassolo* em diferentes tipos e concentrações de sais

**Figure 2.** Water retention curves for the *hidratassolo* for different salt types and concentrations

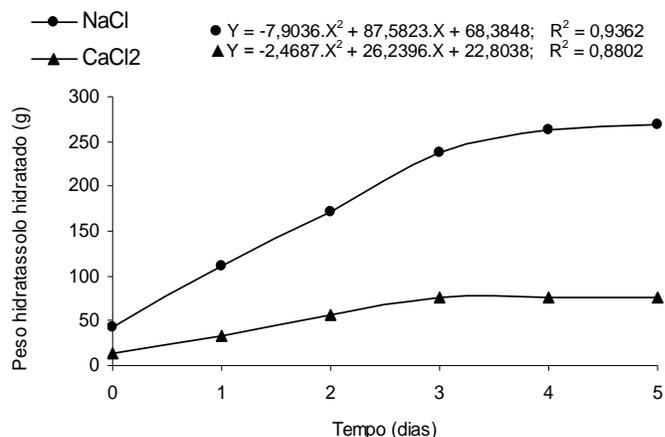
qual aumentou mais de 200 vezes em relação ao seu peso inicial.

A Figura 2 mostra a capacidade de absorção do *hidratassolo* quando saturado em diferentes tipos e concentrações salinas, utilizando-se sais NaCl, KCl e CaCl<sub>2</sub>, para períodos de saturação de 24 h.

Observando a Figura 2 verifica-se que a capacidade de armazenamento d'água do polímero foi reduzida pelo aumento da concentração de sais. O sal de cálcio (cátion bivalente) promoveu menor absorção de água do polímero que os sais de sódio e de potássio (cátions monovalentes). James & Richards (1986), concluíram que os cátions divalentes (Ca<sup>2+</sup>; Mg<sup>2+</sup>) desenvolvem interações fortes com os géis do polímero e podem deslocar moléculas de água para dentro do polímero. Embora cátions monovalentes (Na<sup>+</sup>) também possam substituir moléculas de água, o efeito não é tão pronunciado quanto com os divalentes, havendo reversibilidade do processo quando o mesmo é saturado repetidas vezes com água deionizada.

Quando se utilizaram soluções com condutividade elétrica de 8 dS m<sup>-1</sup>, de cloreto de cálcio, sódio e potássio, respectivamente, a redução na capacidade de absorção do hidratassolo foi de 94,7% na presença de sal de cálcio, 82,8% para sal de sódio e 80,7% para sal de potássio. Esses resultados são compatíveis com os obtidos por Bowman et al. (1990), os quais relataram que a intensidade de redução de absorção está relacionada com a valência do íon presente na solução, e que a absorção foi mais afetada pela presença do cátion bivalente (Ca<sup>2+</sup>). Varennes et al. (1997) também observaram elevada capacidade de absorção em polímeros de poliacrilato de sódio, quando aplicados em água deionizada, mas que esta capacidade foi reduzida em cerca de 80% quando em solução de NaCl ou KCl a 0,10 mol L<sup>-1</sup>. Resultados semelhantes foram obtidos por Gervásio (2003), em que a hidratação de um polímero à base de acrilamida, em solução fertilizante com condutividade elétrica de 9,0 dS m<sup>-1</sup>, reduziu a capacidade de absorção do polímero em 79,45% da alcançada em água destilada. Esses resultados indicam limitações de uso desse polímero em solos salinizados.

As curvas de reabsorção hídrica do *hidratassolo* previamente hidratado em soluções salinas são mostradas na Figura 3, na qual se verifica tendência à estabilização da capacidade de absorção do polímero já a partir do terceiro dia da reidratação, tanto para o sal de cálcio como para o sal de sódio. Verifica-se, ainda, que o *hidratassolo* saturado na solução de cloreto de sódio recuperou plenamente a sua capacidade de absorção, tomando como referência a água deionizada, mostrando, neste caso, a reversibilidade do processo, enquanto o *hidratassolo* saturado na solução de cloreto de cálcio recuperou apenas 30,2% da sua capacidade máxima de absorção, obtida em água deionizada, o que se deve, possivelmente, às interações químicas ocorridas no interior do polímero, impedindo a expansão e absorção d'água por parte do mesmo devido a uma forte união constatada das ligações com tais sais; tais resultados corroboram com os apresentados por Bowman et al. (1990), em que géis reidratados com água deionizada reverteram completamente a sua capacidade



**Figura 3.** Curvas de reabsorção hídrica do *hidratassolo* previamente hidratado em soluções salinas

**Figure 3.** Water reabsorption curves of the *hidratassolo* previously moisturized in saline solutions

expansiva para cátions monovalentes, mas não para cátions divalentes ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ); desta forma, a aplicação de corretivos químicos de solos como o gesso e o calcário, usados para correção de solos sódicos e ácidos, respectivamente, poderá acarretar reduções irreversíveis na capacidade de absorção do polímero.

### Efeito do polímero sobre as propriedades físico-hídricas dos solos

#### Umidade à capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ )

Apresentam-se, na Tabela 3, as médias dos tratamentos referentes à capacidade de campo dos solos, para doses crescentes de *hidratassolo*. A análise estatística mostrou haver diferenciação entre valores de capacidade de campo, em função das doses do *hidratassolo*, para todos os tratamentos do Neossolo Quartzarênico e Latossolo Amarelo. Quanto ao Neossolo Flúvico, não houve diferenças significativas apenas entre a menor dose do polímero e a testemunha.

**Tabela 3.** Capacidade de campo dos solos para doses crescentes de *hidratassolo*

**Table 3.** Field capacity of the soils with increasing doses of *hidratassolo*

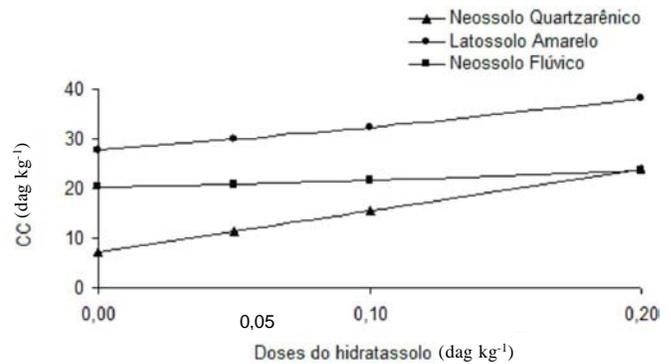
Dose (dag kg <sup>-1</sup> )	Capacidade de Campo (dag kg <sup>-1</sup> )		
	Neossolo Quartzarênico	Latossolo Amarelo	Neossolo Flúvico
0	7,187 d	27,717 d	20,272 c
0,05	11,265 c	29,722 c	20,635 c
0,10	15,327 b	32,310 b	21,557 b
0,20	23,687 a	38,067 a	23,517 a
DMS	1,13	1,65	0,48
CV (%)	3,74	2,46	1,06

\*Tratamentos com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade (Teste de Tukey)

Ao se comparar os valores de retenção hídrica na  $\theta_{CC}$ , referentes à maior dosagem do polímero (0,20 dag kg<sup>-1</sup>) com a testemunha, observa-se haver acréscimos da ordem de 3,29 vezes; 1,37 vez e 1,16 vez, para o Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico, respectivamente, em relação ao peso do *hidratassolo* seco. A expressiva ação do polímero no Neossolo Quartzarênico está relacionada ao baixo teor de umidade (7,17 dag kg<sup>-1</sup>), observado na testemunha; já o acréscimo de apenas 16% verificado no Neossolo Flúvico, entre os mesmos tratamentos, deveu-se não só à elevada capacidade de campo da testemunha (20,27%) mas, também, à presença de elevada concentração salina no referido solo (8 dS m<sup>-1</sup>), a qual reduziu a absorção de água por parte do polímero.

Verifica-se, ainda na Tabela 3, que a umidade na capacidade de campo do Neossolo Quartzarênico, para a maior dosagem do polímero, chegou se a igualar à capacidade de campo do Neossolo Flúvico caracterizando, neste caso, o domínio do polímero sobre a retenção hídrica no solo arenoso. Resultado semelhante foi obtido por Prevedello & Balena (2000), ao verificarem que a partir da concentração de 8 kg m<sup>-3</sup> as propriedades físico-hídricas de um Neossolo Quartzarênico Marinho e de um Latossolo Argiloso foram dominadas pela ação de polímeros hidro-retentores.

A Figura 4 apresenta o gráfico da umidade a capacidade de campo em função de doses crescentes de *hidratassolo*, para os 3 solos estudados. Pode-se observar que a retenção hídrica aumentou de forma linear com o aumento da concentração do polímero, para os 3 solos. Varennes et al. (1997) também encontraram correlações lineares entre doses de polímeros de poliácido de sódio, aplicados em solos arenosos, e a capacidade de retenção hídrica.



**Figura 4.** Umidade a capacidade de campo dos solos para doses crescentes de *hidratassolo*

**Figure 4.** Field capacity of the soils for increasing doses of *hidratassolo*

#### Umidade de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ )

Têm-se, na Tabela 4, as médias dos tratamentos referentes à umidade de murcha permanente para doses crescentes de *hidratassolo*. A análise estatística indica que houve diferenciação entre valores de  $q_{PMP}$  em função das doses do *hidratassolo*, para todos os tratamentos do Neossolo Quartzarênico; no Latossolo Amarelo e no Neossolo Flúvico, apenas a dose de menor concentração do polímero (0,05 dag kg<sup>-1</sup>) não se diferenciou da testemunha.

**Tabela 4.** Umidade de murcha permanente dos solos para doses crescentes do *hidratassolo*

**Table 4.** Permanent wilting point of the soils for growing doses of the *hidratassolo*

Dose (dag kg <sup>-1</sup> )	Umidade de Murcha Permanente (dag kg <sup>-1</sup> )		
	Neossolo Quartzarênico	Latossolo Amarelo	Neossolo Flúvico
0	2,585 d	20,440 c	7,657 c
0,05	5,710 c	20,887 c	7,932 c
0,10	8,720 b	21,617 b	8,512 b
0,20	15,360 a	23,330 a	9,612 a
DMS	0,98	0,59	0,45
CV (%)	5,79	1,30	2,54

\* Tratamentos com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade (Teste de Tukey)

Ao se comparar os valores de retenção hídrica na  $q_{PMP}$ , referentes à maior dosagem do polímero (0,20 dag kg<sup>-1</sup>) com a testemunha, observa-se haver acréscimos do peso do *hidratassolo* seco, da ordem de 5,94; 1,14 e 1,25 vezes, para o Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico, respectivamente. Os notáveis valores de  $q_{PMP}$  verificados no Neossolo Quartzarênico, mais uma vez confirmam o domínio da ação do polímero sobre a retenção hídrica

no referido solo, cuja  $q_{PMP}$  da testemunha é de apenas 2,58 dag  $kg^{-1}$ , evidenciando uma condição muito desfavorável, ou seja, mesmo a 1,5 MPa o *hidratassolo* mantém retida, em sua estrutura, uma grande quantidade de água que, possivelmente, estará indisponível para as plantas. No caso do Latossolo Amarelo e devido à testemunha já possuir elevada  $q_{PMP}$  (20,44%), a aplicação da maior dose de *hidratassolo*, quando comparada com a testemunha, aumentou a retenção hídrica, a 1,5 MPa, em apenas 14%. Mesmo assim, observaram-se diferenças significativas entre as três doses do polímero; já com referência ao Neossolo Flúvico, que possui uma  $q_{PMP}$  de 7,65%, a elevada concentração salina (8 dS  $m^{-1}$ ) presente neste solo, limitou, provavelmente, a retenção de água no polímero.

Na Tabela 5 se encontram as médias dos tratamentos referentes a água disponível para as plantas para doses crescentes de *hidratassolo*. De acordo com a análise estatística, o teor de água disponível para o Neossolo Quartzarênico, na maior dosagem, superou as demais ( $P < 5\%$ ); no entanto, a dosagem 0,10 dag  $kg^{-1}$  não se diferenciou da dosagem 0,05 dag  $kg^{-1}$  nem esta da testemunha.

**Tabela 5.** Condutividade hidráulica saturada dos solos para doses crescentes de *hidratassolo*

**Table 5.** Saturated hydraulic conductivity of the soils for increasing doses of *hidratassolo*

Dose (dag $kg^{-1}$ )	Condutividade Hidráulica Saturada (cm $h^{-1}$ )		
	Neossolo Quartzarênico	Latossolo Amarelo	Neossolo Flúvico
0	116,98 a	46,72 a	5,29 a
0,05	102,82 ab	38,60 ab	5,12 a
0,10	85,74 bc	33,08 b	4,77 a
0,20	69,34 c	19,12 c	3,67 b
DMS	17,82	9,39	0,90
CV (%)	10,49	15,09	10,59

Tratamentos com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade (Teste de Tukey)

Ao se comparar os valores de água disponível referentes à maior dosagem do polímero (0,20 dag  $kg^{-1}$ ) com a testemunha, observaram-se acréscimos da ordem de 1,81; 2,02 e 1,10 vezes, para o Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico, respectivamente, em relação ao peso do *hidratassolo* seco. Quanto ao Neossolo Quartzarênico e se considerando que sua capacidade de campo na maior dosagem do polímero superou a testemunha em 239%, o aumento do teor de água disponível em apenas 81%, sugere grande quantidade de água retida a 1,5 MPa e, possivelmente, indisponível para as plantas. Sivapalan (2001) encontrou resultados semelhantes ao adicionar a um solo arenoso taxas de 0,03 e 0,07% de um polímero, aumentando a retenção hídrica na capacidade de campo em 23 e 95%, respectivamente; entretanto, o polímero não aumentou significativamente a quantidade de água disponível entre 0,01 e 1,5 MPa.

Dentre os três solos estudados o Neossolo Flúvico foi o menos influenciado pelo *hidratassolo*, ocorrendo acréscimo de apenas 10% no teor de água disponível, quando se comparou a maior dosagem utilizada do polímero com a testemunha, em consequência, por certo, da redução da capacidade

de absorção do polímero em virtude da elevada concentração salina (8 dS  $m^{-1}$ ) e ao considerável teor de água disponível presente na testemunha (12,6%); neste caso, acredita-se que a menor influência pelo *hidratassolo* não é devida às características do Neossolo Flúvico mas, sim à elevada salinidade do solo.

Novos estudos poderão comparar a eficiência do método do extrator de Richards na determinação da água disponível para as plantas, quando se usam polímeros, visto que a raiz do vegetal penetra diretamente no interior do hidrogel à procura da água; neste sentido, Coelho et al. (2003), trabalhando com doses de *hidratassolo* em solo arenoso, verificaram resultados superiores aos da umidade de murcha permanente, determinados pelo método do extrator de Richards, em relação ao método fisiológico, para a cultura do pepino.

### Condutividade hidráulica saturada dos solos para doses crescentes de *hidratassolo*

A Tabela 6 apresenta as médias dos tratamentos referentes às condutividades hidráulicas saturadas ( $K_{qs}$ ) para doses crescentes de *hidratassolo*, verificando-se uma redução progressiva dos valores da condutividade hidráulica saturada nos três solos, em função do aumento de doses do polímero. A maior concentração do polímero ocasionou redução da  $K_{qs}$ , em relação ao solo sem polímero, da ordem de 40,7, 59,1, e 37,8% para o Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico, respectivamente. A diminuição do espaço poroso do solo em virtude do aumento do volume do polímero ao absorver água, pode explicar a conseqüente diminuição da permeabilidade.

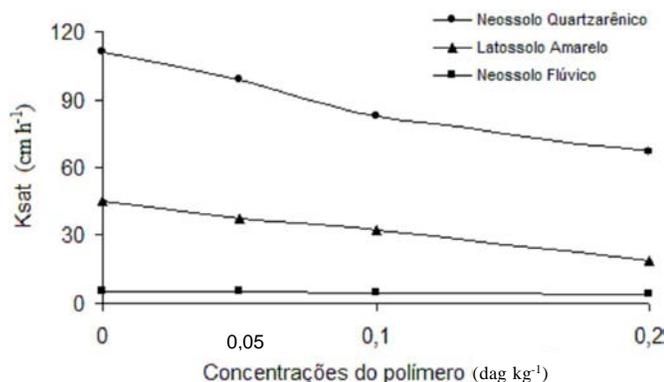
**Tabela 6.** Água disponível dos solos para doses crescentes do *hidratassolo*

**Table 6.** Available water of the soils for increasing doses of the *hidratassolo* - Average from 4 repetitions

Dose (dag $kg^{-1}$ )	Água Disponível (dag $kg^{-1}$ )		
	Neossolo Quartzarênico	Latossolo Amarelo	Neossolo Flúvico
0	4,605 c	7,277 c	12,617 b
0,05	5,555 bc	8,840 c	12,705 b
0,10	6,607 b	10,692 b	13,050 b
0,20	8,330 a	14,740 a	13,902 a
DMS	1,60	1,78	0,71
CV (%)	12,11	8,18	2,61

Tratamentos com letras iguais não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade (Teste de Tukey)

A partir dos resultados obtidos, considera-se ser o *hidratassolo* mais indicado para uso em solos arenosos, por possibilitar redução de perdas por percolação; por outro lado, seu uso em solos com deficiência de drenagem natural, em virtude de causas físicas ou pela presença de sódio, pode agravar ainda mais o problema; esse comportamento pode ser melhor visualizado na Figura 5. Prevedello & Balena (2000) também observaram decréscimo da condutividade hidráulica saturada em dois meios porosos devido à ação de polímero. Ainda segundo esses autores, no Latossolo Argiloso o decréscimo ocorreu de forma mais gradual que no Neossolo Quartzarênico Marinho; da mesma forma, Gervásio (2003) constatou redução da condutividade hidráulica saturada com o aumento



**Figura 5.** Condutividade hidráulica saturada dos solos sob aplicação de doses crescentes de *hidratassolo*

**Figure 5.** Saturated hydraulic conductivity of the soils under the application of increasing doses of '*hidratassolo*'

de doses do polímero TerraCottem, diminuição esta motivada pela expansão do polímero, com conseqüente redução da macroporosidade e permeabilidade do material.

A baixa condutividade hidráulica saturada verificada no Neossolo Flúvico (sem polímero), de 5,29 cm h<sup>-1</sup> é atribuída principalmente à composição granulométrica do solo proveniente de ambiente flúvico e à dispersão de argilas, pela presença de sódio; já a ocorrência da elevada concentração salina verificada neste solo, reduziu a capacidade de armazenamento d'água do *hidratassolo*, provocando limitação de sua expansão.

## CONCLUSÕES

A capacidade de retenção de água do polímero foi reduzida pela presença de sais; os sais de cálcio, sódio e potássio, promoveram diminuições na capacidade de retenção hídrica do *hidratassolo* em 94,7, 82,8 e 80,7%, respectivamente, quando comparada com a retenção em água deionizada.

O *hidratassolo*, inicialmente saturado com uma solução de cloreto de sódio, recuperou sua capacidade máxima de absorção, após sucessivas reidratações com água deionizada, enquanto quando saturado em solução de cloreto de cálcio, o mesmo só recuperou 30,2% da sua capacidade máxima de armazenamento d'água.

O uso do *hidratassolo* proporcionou uma disponibilidade maior de água para as plantas, quando aplicado no Neossolo Quartzarênico e no Latossolo Amarelo, enquanto a presença de sais no Neossolo Flúvico reduziu a capacidade de absorção hídrica do polímero.

A adição de doses crescentes de *hidratassolo* promoveu redução progressiva dos valores da condutividade hidráulica saturada, nos três solos estudados.

## LITERATURA CITADA

- Azevedo, T. L. F.; Bertonha, A.; Gonçalves, A. C. A. Utilização de polímero agrícola no substrato de transplante de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Tupi. 2000. Disponível em: <<http://www.cca.uem.br/anu9100.htm>>. Acesso em: 23.mar.2004.
- Bowman, D. C.; Evans, R. Y.; Paul, J. L. Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.115, p.382-386, 1990.
- Coelho, J. B. M.; Moura, R. F.; Rodrigues, J. J. V.; Barros, M. F. C. Determinação do ponto de murcha permanente: Fisiológico e indireto, em solo arenoso submetido a diferentes doses de condicionadores físicos de solo. Simpósio de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRPE. 4. Recife, 11 a 12 de dezembro de 2003.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPQ, 1997. 212p
- Fonteno, W. C.; Bilderback, T. E. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.118, p.217-222, 1993.
- Gervásio, E. S. Efeito de lâminas de irrigação e doses de condicionador, associados a diferentes tamanho de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro. Piracicaba: ESALQ, 2003. 105p. Tese de Doutorado
- James E. A.; Richards, D. The influence of iron source on the water holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. *Scientia Horticulturae*, v.28, p.201-208, 1986.
- Johnson, M. S. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.35, n.10, p.1063-1066, 1984.
- Prevedello, C. L.; Balena, S. P. Efeito de polímeros hidrorretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, p.251-258, 2000.
- Rezende, L. S. Efeito da incorporação de polímeros hidroabsorventes na retenção de água de dois solos. Viçosa: UFV, 2000. 67p. Dissertação de Mestrado
- Sivapalan, S. Effect of polymer on soil water holding capacity and plant water use efficiency. In: Australian Agronomy Conference, 10., 2001, Hobart, 2001.
- Varennes, A de; Balsinhas, A. de; Carqueja, M. J. Effects of two Na polymers on the hydrophysical and chemical properties of a sandy soil, and on plant growth and water economy. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v.20, n.4, 1997.
- Woodhouse, J. M.; Johnson, M. S. Effects of soluble salts and fertilizers on water storage by gelforming soil conditioners. *Acta Horticulturae*, v.294, p.261-270, 1991.