

COMISSÃO I - FÍSICA DO SOLO

EFEITOS DO GESSO E DA CONCENTRAÇÃO SALINA DA ÁGUA NA CONDUTIBILIDADE HIDRÁULICA DO SOLO⁽¹⁾

F. B. MELO⁽²⁾, M. A. COELHO⁽³⁾ & F. F. FERREYRA H.⁽⁴⁾

RESUMO

Os efeitos da aplicação do gesso e de soluções eletrolíticas na condutibilidade hidráulica do solo saturado foram determinados em colunas de três solos aluviais de diferentes classes texturais (franco-arenoso, franco e franco-argiloso) com 26, 16 e 18% de sódio trocável (PST) respectivamente. O gesso, em quantidade suficiente para substituir 100% do sódio trocável (5,54, 5,50 e 8,13 t/ha) foi incorporado à camada superficial das colunas montadas em permeâmetros de carga constante. Em outro conjunto de colunas, a condutibilidade hidráulica foi determinada, utilizando-se soluções eletrolíticas de 423, 346, 125, 27 e 7 meq/litro. A determinação foi iniciada com a solução de maior concentração. Da aplicação do gesso resultaram aumentos na condutibilidade hidráulica dos três solos, os quais tiveram valores nulos nas testemunhas. A condutibilidade hidráulica determinada com a aplicação da solução de maior concentração apresentou valores entre cinco e dez vezes mais elevados que os obtidos com a aplicação do gesso. Em todos os tratamentos, a textura do solo influenciou os valores da condutibilidade hidráulica, correspondendo os mais altos ao solo com menor teor de argila.

Termos de indexação: Recuperação de solo salino-sódico, correção com gesso, concentração salina da água, condutibilidade hidráulica do solo saturado.

SUMMARY: EFFECTS OF GYPSUM AND WATER SALT CONCENTRATION UPON THE SOIL HYDRAULIC CONDUCTIVITY

The effects of the use of gypsum and electrolyte solutions upon the hydraulic conductivity of saturated soils were determined in three alluvial soil columns of different textural classes (sandy loam, loam and clay loam) with exchangeable sodium rates of 26, 16 and 18%, respectively. Gypsum was incorporated in the superficial layer of the columns, set up on permeameters of constant charge, in amounts sufficient to substitute for 100% of exchangeable sodium (5.54; 5.50 and 8.13 tons per hectare). In other set of columns, hydraulic conductivity was determined using electrolyte solutions of 423, 346, 125, 27 and 7 meq/liter. This determination was started with the solution of highest concentration. Gypsum application resulted in increases in the hydraulic conductivity of the three soils, contrasting with the controls which had null figures. Hydraulic conductivity determined with the use of the solution of higher concentration showed values four to ten times higher than those gotten with gypsum use. Soil texture influenced the rates of hydraulic conductivity in all treatments, the higher rates corresponding to the soils with lower clay content.

Index terms: Reclamation of saline-sodic soils, correction with gypsum, water saline concentrations, hydraulic conductivity of saturated soil.

INTRODUÇÃO

A acumulação de sais solúveis e sódio trocável é frequente em regiões áridas e semi-áridas. O Nordeste do Brasil, em decorrência de condições climáticas, de relevo e de gênese de solos, apresenta condições propícias ao processo de salinização e sodificação que prejudicam a produção

agrícola. Na recuperação desses solos, o melhoramento das propriedades físicas, especialmente as condições de transmissão de água, são de fundamental importância. Isso pode ser conseguido tanto pela adição de corretivos químicos capazes de fornecer íons cálcio para proporcionar a substituição do sódio pelo cálcio no complexo de troca, com a finalidade de obter a floculação dos colóides do solo, pro-

(1) Extraído da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal do Ceará. Trabalho financiado pela FINEP e apresentado no XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, em Campinas (SP), de 19 a 25 de julho de 1987. Recebido para publicação em janeiro e aprovado em julho de 1988.

(2) Pesquisador da EMBRAPA-UEPAE de Teresina, Caixa Postal 01, CEP 64035 Teresina (PI).

(3) Professor Titular do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE). Bolsista do CNPq.

(4) Professor Adjunto do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza (CE). Bolsista do CNPq.

porcionando aumento na penetração da água e do ar nele (Matias Filho, 1980; Freitas et al., 1984), como pela aplicação de água com elevada concentração eletrolítica para produzir efeito floculante, seivindo, ao mesmo tempo, o elevado conteúdo de sais da água como fonte de cátions divalentes para substituição do sódio (Quirk & Schofield, 1955; Rahman et al., 1974). Esses métodos são adotados na maioria dos projetos de irrigação em diversas partes do mundo com problemas de salinidade e má drenagem. Entretanto, precisam sofrer as necessárias adaptações de acordo com as características específicas das áreas-problemas.

Comparação de corretivos tem sido realizada por pesquisadores (Prather et al., 1978; Azevedo et al., 1982; Shainberg et al., 1982; Freitas et al., 1984; Ferreyra H. & Coelho, 1986) e avaliada através de modificações nas propriedades físicas do solo. Em comparação a outros corretivos, o gesso tem apresentado bons resultados, além de custo relativamente baixo e fácil aquisição.

A quantidade de sódio removida representada pela taxa de decréscimo da percentagem de sódio trocável (PST) do solo é um parâmetro químico utilizado para avaliar a eficiência do corretivo no melhoramento de solos com excesso de sódio. Da mesma forma, nessa avaliação, a condutibilidade hidráulica é um parâmetro físico indispensável. A eficiência de recuperação depende também da dissolução do gesso no solo com cuja textura esta é relacionada.

O efeito da aplicação do gesso e de soluções eletrolíticas, com cinco níveis de concentração sobre a condutibilidade hidráulica do solo saturado, foi determinado em colunas de três solos aluviais de diferentes classes texturais.

MATERIAL E MÉTODOS

Coletaram-se amostras na profundidade de 0 a 20cm dos solos AT8, solo aluvial eutrófico de textura arenosa (Typic Torrifluvent); BT3, solo aluvial eutrófico de textura média (Typic Torrifluvent), e DS2, solo aluvial vértico de textura argilosa (Vertic Torrifluvent), localizados no perímetro irrigado da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Ceará, no município de Pentecoste (CE). A percentagem de sódio trocável desses solos foi elevada a valores entre 15 e 30, pela adição de solução de NaCl 0,2N e incubação por quinze dias, após o que se realizaram análises físicas e químicas, cujos resultados constam do quadro 1.

Quadro 1. Análises físicas e químicas dos solos AT8, BT3, DS2

Características	AT8	BT3	DS2
Areia (2,00-0,05mm) (%)	57	33	24
Silte (%)	31	44	48
Argila (%)	12	23	28
Classificação textural	fr. ar.	franco	fr.-arg.
Matéria orgânica (%)	1,1	1,4	1,3
pH	6,8	6,9	6,9
C.E. (mS/cm a 25°C)	8,5	8,6	11,3
RAS	30,1	30,1	26,7
CTC (meq/100g)	9,3	14,5	18,9
PST	25,7	16,5	18,5

Colunas de solo de 20cm de altura foram montadas em tubos de PVC, de 10cm de diâmetro interno, com densidade global igual a $1,35 \text{ g.cm}^{-3}$, utilizando-se amostras destorroadas e passadas em peneira de 2,0mm de abertura de malha. Aplicou-se gesso na forma de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ p.a., de granulometria 0,1mm, na camada superficial de 5cm das colunas de solo, em quantidade suficiente para substituir 100% do sódio trocável, correspondendo a 5,54, 5,50 e 8,13t/ha, para os solos AT8, BT3 e DS2 respectivamente. A condutividade hidráulica foi determinada em permeâmetro de carga constante, com lâmina de 5cm de água, cuja composição consta do quadro 2. O volume de percolado de cada coluna foi medido a intervalos de 24 horas até condições de volume constante e de ausência de sulfatos no percolado. Soluções salinas de cloreto de cálcio e de sódio com concentrações de 423, 346, 125, 27 e 7 meq/litro e valores da relação de adsorção de sódio (RAS) correspondentes a 80, 34, 22, 9 e 5, foram utilizadas em colunas de solo de 10cm de altura com densidade global igual a $1,35 \text{ g.cm}^{-3}$. Inicialmente, as colunas foram saturadas com a solução mais concentrada, mantendo-se, em seguida, uma lâmina de 5cm, no permeâmetro, até a estabilização do volume do percolado por um período de seis horas. O fluxo foi interrompido a fim de substituir a solução, em todo o sistema, por uma de menor concentração, procedendo-se assim para as demais soluções. Calculou-se a condutibilidade hidráulica pela equação de Darcy, estimando-se os valores relativos a partir daquele obtido com a solução de concentração mais alta (423 meq/l), que correspondeu ao maior valor de condutibilidade hidráulica relativa igual a 1,0, nos três solos.

Quadro 2. Análise química da água utilizada no estudo

Características	
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,29
Cloretos (meq/l)	1,00
Cálcio + Magnésio (meq/l)	0,50
Sódio (meq/l)	1,87
Relação de adsorção de sódio	3,74
Classe	C2S1

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram efeito pronunciado da aplicação de gesso sobre a condutibilidade hidráulica dos três solos, considerando que foram observados valores nulos nas testemunhas nos 36 dias de duração do experimento. O valor da condutibilidade hidráulica no solo AT8, $0,04 \text{ cm.h}^{-1}$, foi duas vezes maior que o dos solos BT3 e DS2, $0,02 \text{ cm.h}^{-1}$, os quais não diferiram entre si, indicando um efeito mais pronunciado do gesso na redução da PST e diferença de textura entre si. Os resultados são comparáveis aos obtidos por Shainberg et al. (1982).

Esses valores foram calculados com volumes de percolado obtidos durante a metade final do experimento, período no qual a variação de volume, em 24 horas, foi muito pequena.

A figura 1 ilustra a variação da condutibilidade hidráulica em função do tempo. As curvas indicam reduções na condutibilidade hidráulica em torno de 50%, nas primeiras

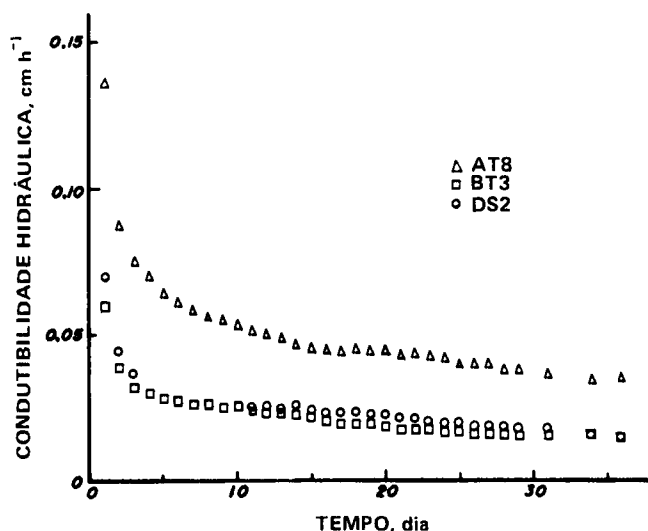


Figura 1. Valores médios de condutibilidade hidráulica dos solos AT8, BT3 e DS2 em função do tempo

120 horas, período no qual foram percolados 1.505, 615 e 784ml nos solos AT8, BT3 e DS2 respectivamente. Tais reduções foram certamente decorrentes do decréscimo na concentração da solução percolante. No início, a alta concentração eletrolítica da solução proporcionou porosidade estável e, conseqüentemente, maior condutibilidade hidráulica do solo. Com a lixiviação dos sais, o decréscimo na concentração reduziu a condutibilidade hidráulica, o que também foi observado por Azevedo et al. (1982) em colunas de solo salino-sódico, ao longo do tempo, quando submetido a tratamento com gesso. Curvas semelhantes às da figura 1 foram apresentadas por Alperovitch & Shainberg (1973) em colunas de solo sódico, submetidas a tratamentos com solução de cloreto de cálcio.

É possível admitir, portanto, que os valores finais de condutibilidade hidráulica dos três solos teriam sido mais elevados com o emprego de água de maior concentração eletrolítica.

Os valores médios de condutibilidade hidráulica do solo saturado, obtidos com a aplicação de soluções salinas de concentrações diferentes nos solos AT8, BT3 e DS2, encontram-se no quadro 3; os valores mais elevados foram obtidos pela solução mais concentrada. No AT8, os índices de condutibilidade hidráulica foram superiores aos dos outros dois, em todos os níveis de concentração eletrolítica, correspondendo os menores valores ao solo DS2.

Quadro 3. Efeitos de soluções salinas na condutibilidade hidráulica dos solos AT8, BT3 e DS2

Concentração CaCl ₂ + NaCl meq/l	RAS	CE mS/cm	Condutibilidade hidráulica cm/h		
			AT8	BT3	DS2
423	80	39	0,40	0,16	0,11
346	34	31	0,33	0,12	0,09
125	22	13	0,32	0,11	0,07
27	8	3	0,28	0,10	0,05
7	5	1	0,16	0,06	0,03

Na figura 2, os valores de condutibilidade hidráulica relativa estão plotados em função da concentração das soluções utilizadas. Tomando-se como base a solução mais concentrada — 423 meq/litro — que correspondeu ao maior valor de condutibilidade hidráulica, nos três solos, as soluções de 346, 125, 27 e 7 meq/litro produziram reduções de 16, 19, 29 e 60% no solo AT8; de 22, 30, 36 e 61% no BT3, e de 19, 34, 50 e 70% no DS2. De acordo com essa figura, podemos estabelecer concentrações críticas de 117, 352 e 337 meq/l de cloreto de sódio + cloreto de cálcio para os solos AT8, BT3 e DS2 respectivamente, correspondentes a um decréscimo de 20% na condutibilidade hidráulica nos três solos. Abaixo dessas concentrações, as reduções na condutibilidade hidráulica ocorreram de forma acentuada, comprometendo, portanto, a permeabilidade dos solos.

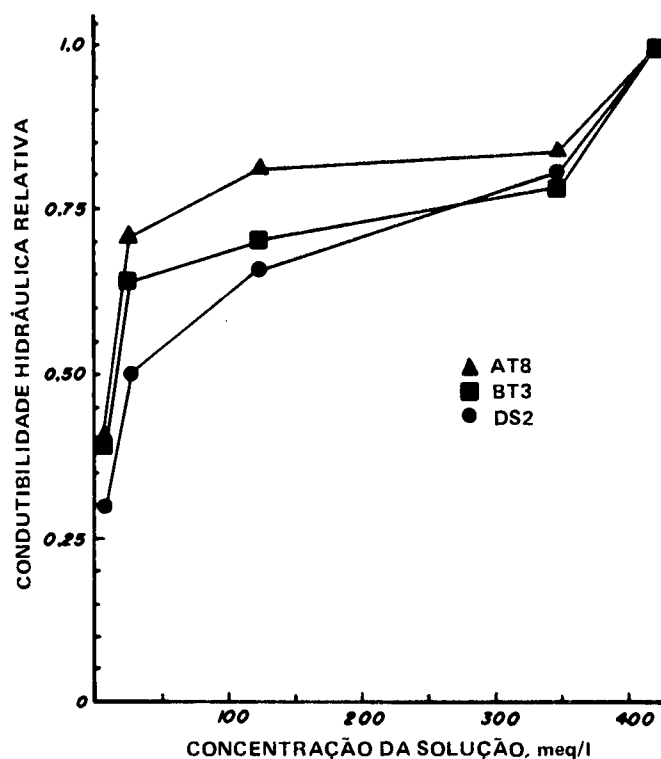


Figura 2. Condutibilidade hidráulica relativa em função da concentração eletrolítica de soluções aplicadas aos solos AT8, BT3 e DS2

A diminuição da condutibilidade hidráulica com o decréscimo da concentração da solução aplicada é devida, principalmente, à dispersão e expansão das argilas e sua translocação pela solução de fluxo, causando obstrução dos poros condutores (Quirk & Schofield, 1955, Rahman et al., 1974).

CONCLUSÕES

1. A aplicação do gesso proporcionou aumentos na condutibilidade hidráulica dos três solos, os quais tiveram valores nulos nas testemunhas.

2. A condutibilidade hidráulica, determinada com a aplicação da solução de maior concentração salina, apresen-

tou valores entre cinco e dez vezes mais elevados que os obtidos com aplicação do gesso.

3. Em todos os tratamentos, a textura do solo influenciou os valores da condutibilidade hidráulica, correspondendo os mais altos ao solo com menor teor de argila.

LITERATURA CITADA

- ALPEROVITCH, N. & SHAINBERG, I. Reclamation of alkali soils with CaCl_2 solutions. In: HADA, A. et al., ed. Physical aspects of soil water and salts in ecosystems. Berlin, Springer - Verlag, 1973. v.4, p.431-440.
- AZEVEDO, N.C.; AZEVEDO, H.M. & GHEYI, H.R. Influência de diversos tratamentos nas propriedades físico-hídricas e químicas de um solo salino-sódico. I. Infiltração e condutibilidade hidráulica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 12, Itabuna. Resumos, 1982. p.47.
- FERREYRA, H.F.F. & COELHO, M.A. Efeito de doses de gesso e subsolagem na produtividade de arroz em solo sódico. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 10:157-161, 1986.
- FREITAS, J.A.D. de; COELHO, M.A. & FERREYRA, H.F.F. Efeito de corretivos químicos e materiais orgânicos sobre o movimento de água e estrutura de um solo salino-sódico. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 8:261-264, 1984.
- MATIAS FILHO, J. Recuperação de solos salino-sódicos. Fortaleza, UFC, 1980. 62p. (Tese para provimento de cargo de Professor Titular)
- PRATHER, R.T.; GOERTZEN, J.O.; RHOADES, J.D. & FRENKEL, H. Efficient amendment use in sodic soil reclamation. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 42:782-786, 1978.
- QUIRK, J.P. & SCHOFIELD, R.K. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. J. Soil Sci., London, 6:163-178, 1955.
- RAHMAN, M.A.; HILER, E.A. & RUNKLES, J.R. High electrolyte water for reclaiming slowly permeable soils. ASAE, St. Joseph, 28:129-133, 1974.
- SHAINBERG, I.; KEREN, R. & FRENKEL, H. Response of sodic soils to gypsum and calcium chloride application. Soil Sci. Soc. Am. J., Madison, 46:113-117, 1982.