

Maria de F. C. Barros<sup>2</sup>Paulo M. dos Santos<sup>2</sup>Ronaldo de M. Melo<sup>2</sup>Fabio B. Ferraz<sup>2</sup>

# Avaliação de níveis de gesso para correção de sodicidade de solos<sup>1</sup>

## RESUMO

Um experimento em colunas de solo foi conduzido no Laboratório de Mecânica do Solo e Aproveitamento de Resíduos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com o objetivo de se avaliar os efeitos dos níveis da necessidade de gesso determinada conforme método de Schoonover M-1. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial do tipo 2 x 6 com 3 repetições. Os tratamentos consistiram de duas amostras de solos salino-sódicos (S1 e S2) e seis níveis da necessidade de gesso (25, 50, 75, 100, 125 e 150%). Após aplicação dos níveis de gesso e da lixiviação dos sais, ocorreu aumento da permeabilidade, redução da condutividade elétrica e, com a aplicação dos níveis 100, 125 e 150% da necessidade de gesso, houve correção da sodicidade dos solos.

**Palavras-chave:** salino-sódico, necessidade de gesso, Schoonover M-1

## Evaluation of gypsum levels for correction of soil sodicity

## ABSTRACT

An experiment in soil columns was carried out at the Laboratory of Soil Mechanics and Use of Residues of the Federal Rural University of Pernambuco, with the objective to evaluate the effect of different levels of gypsum requirement according to method of Schoonover M-1. The experiment was planned in random blocks in a 2 x 6 factorial with 3 replications. The treatments consisted of two samples of saline-sodic soils (S1 and S2) and six levels of the gypsum requirement (25, 50, 75, 100, 125 and 150%). After application of the gypsum levels and leaching an increase in the permeability and reduction of electrical conductivity were observed and with the application of gypsum levels equivalent to 100, 125 and 150% of requirement, the correction of the sodicity of soil was observed.

**Key words:** saline-sodic, gypsum requirement, Schoonover M-1

<sup>2</sup> Dept<sup>o</sup> de Agronomia, UFRPE,  
fatima@depa.ufrpe.br; santos.p.m@bol.com.br

<sup>1</sup> Extraído da Dissertação de Mestrado do terceiro autor

## INTRODUÇÃO

Solos afetados por sais e por excesso de sódio trocável apresentam condições inadequadas para a agricultura devido aos efeitos, por exemplo, sobre a estabilidade de agregados e infiltração da água. Solos sódicos calcáricos e salino-sódicos ocupam uma área de 560 milhões de hectares em todo o mundo (Qadir et al., 2005). A fim de reduzir os efeitos da sodicidade, os mesmos autores sugerem uso de corretivos químicos. Entre os corretivos químicos, o gesso é o produto mais utilizado porque é encontrado em várias partes do mundo.

A quantidade de gesso necessária à recuperação dos solos salino-sódicos e sódicos pode ser determinada por um teste de laboratório envolvendo o equilíbrio entre o solo e uma solução saturada de gesso ou pode ser calculada em função da porcentagem de sódio trocável que se deseja substituir e da capacidade de troca de cátions do solo através de tabelas ou fórmulas. Os métodos de laboratório se baseiam em variações do método de Schoonover (1952); entretanto, sais solúveis interferem na determinação da necessidade de gesso no método de Schoonover. Modificações nesta metodologia, para eliminação da interferência dos sais solúveis, foram desenvolvidas por Barros e Magalhães (1989). Os autores sugerem o método de Schoonover M-1 como o mais indicado para solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco.

Trabalhando com amostra de solo do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, PB, Santos (1995) concluiu que a incorporação de 50 e de 100% da necessidade de gesso, determinada pelo método de Schoonover M-1, foi eficiente na eliminação do excesso de sais e de sódio trocável de solo.

Em decorrência da escassez de informações a respeito de níveis de gesso necessários para correção dos solos salino-sódicos objetivou-se, com este trabalho, testar níveis da necessidade de gesso, determinada por uma modificação no método de Schoonover (Schoonover M-1), na correção da sodicidade de amostras de solos salino-sódicos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram coletadas duas amostras de solos Neossolos Flúvicos Salino-Sódicos (S1 e S2), na profundidade de 0 - 40 cm, em lotes do Perímetro de Irrigado de Custódia, PE, utilizando-se o procedimento descrito por Magalhães (1987) e se retiraram torrões para obtenção da densidade do solo.

A caracterização física e química do solo foi realizada em amostras secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com abertura de 2,00 mm de malha. Os resultados da caracterização física e química se encontram nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Determinaram-se, na caracterização física do solo, densidade do solo pelo método do torrão parafinado; densidade das partículas pelo método do balão volumétrico; composição granulométrica pelo método de Bouyoucos (1962), após lavagem com etanol a 60% até eliminação total de cloretos e a condutividade hidráulica foi obtida conforme metodologia da EMBRAPA (1997).

**Tabela 1.** Características físicas das amostras dos solos estudados\*

**Table 1.** Physical characteristics of studied soils\*

Amostras	Análise			Classe Textural	K <sub>0</sub>	D <sub>p</sub>	D <sub>s</sub>	PT
	Granulométrica							
	Areia	Silte	Argila					
	(g kg <sup>-1</sup> )				(cm h <sup>-1</sup> ) (kg dm <sup>-3</sup> ) (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )			
S1	725	94	179	Franco-arenoso	0,00	2,61	1,60	0,39
S2	604	157	239	Franco-argilo-arenoso	0,00	2,52	1,51	0,40

\* K<sub>0</sub> – condutividade hidráulica  
D<sub>p</sub> – densidade das partículas  
D<sub>s</sub> – densidade do solo  
PT – porosidade total.

**Tabela 2.** Características químicas dos solos estudados\*

**Table 2.** Chemical characteristics of studied soils\*

Amostras	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	pH	PST	NG	CE
	(cmolc dm <sup>-3</sup> )				(%)			(cmolc dm <sup>-3</sup> )	(dS m <sup>-1</sup> )
S1	3,63	2,87	2,55	0,16	9,35	7,5	27,27	3,12	22,4
S2	2,77	3,05	4,99	0,27	10,97	7,6	45,44	5,57	20,2

\* NG – necessidade de gesso  
PST – porcentagem de sódio trocável

As amostras do solo foram caracterizadas quimicamente sendo a capacidade de troca de cátions (CTC), determinada pelo método do acetato de sódio; os cátions trocáveis, extraídos com uma solução de acetato de amônio 1 M a pH 7,0; o pH, determinado na relação solo-água 1:2,5 (Richards, 1954). A porcentagem de sódio trocável (PST) foi calculada a partir dos dados de CTC e do sódio trocável pela equação  $PST = (Na^+/CTC) \times 100$ . O extrato de saturação foi obtido segundo metodologia descrita por Richards (1954) e determinada a condutividade elétrica.

Utilizou-se, na determinação da necessidade de gesso (NG), uma modificação no método de laboratório de Schoonover (1952), Schoonover M-1, desenvolvida por Barros & Magalhães (1989) para solos salino-sódicos de Pernambuco.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Mecânica do Solo e Aproveitamento de Resíduos, no Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). As amostras de solo foram acondicionadas nas parcelas experimentais, constituídas de colunas de PVC divididas em três seções de 5 cm cada uma, havendo, em sua base, um sistema de drenagem. O gesso foi incorporado aos primeiros 5 cm do solo. Este corretivo foi um produto comercial, extraído de jazida localizada em Araripina, PE, com teor de 19% de cálcio e de 13% de enxofre, solúveis em água. A fração granulométrica utilizada foi inferior a 0,3 mm de diâmetro.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em um arranjo fatorial entre os 6 níveis (25, 50, 75, 100, 125 e 150%) de necessidade de gesso e as 2 amostras (S1 e S2) de solo salino-sódicos, com 3 repetições por tratamento experimental. Após aplicação dos níveis da necessidade de gesso, as colunas de solo foram lixiviadas com água destilada mantendo-se uma carga hidráulica constante de 2 cm acima da superfície. Para lixiviação aplicou-se o total de 1.200 mL de água destilada, correspondente a uma lâmina de 160 mm. O percolado foi coletado e o tempo necessário para coleta de 100 mL

foi marcado para calcular a condutividade hidráulica do solo ( $K_0$ ).

Depois da lixiviação, as parcelas foram desmontadas e as colunas de solo seccionadas (0 - 5, 5 - 10 e 10 - 15 cm). Para cada secção foi determinado o sódio trocável, sendo a percentagem de sódio trocável (PST) calculada como descrito anteriormente.

Os resultados das variáveis  $K_0$  e PST foram submetidos a análise de variância e de regressão, testando-se diversos modelos. O critério para a escolha do modelo foi o maior valor do coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes da equação de regressão, utilizando-se o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para condutividade hidráulica encontram-se descritos na Tabela 3. A variável foi influenciada pelo tipo de solo e pelos níveis da necessidade de gesso aplicados (NNG). Nas condições originais, antes da aplicação dos níveis da necessidade de gesso, os resultados para condutividade hidráulica apresentaram valores nulos para as duas amostras apesar de ambas apresentarem uma elevada concentração de sais ( $CE > 20 \text{ dS m}^{-1}$ ). Depois da aplicação do gesso ocorreram incrementos dos valores desta propriedade física. O menor valor apresentado para amostra de solo S2 pode ser explicado pelos conteúdos de argila e silte e pelo teor de sódio trocável encontrados nesta amostra.

**Tabela 3.** Condutividade hidráulica média dos solos tratado com diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

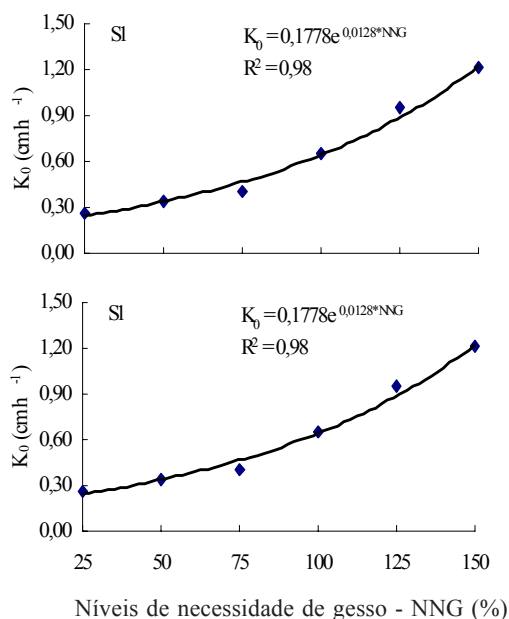
**Table 3.** Mean hydraulic conductivity of soils treated with different levels of gypsum requirement (NNG)

NNG (%)	$K_0$ (cm h <sup>-1</sup> )	
	S1	S2
25	0,26	0,14
50	0,34	0,25
75	0,41	0,33
100	0,65	0,52
125	0,95	0,65
150	1,21	0,87

De forma geral, os incrementos ocorreram tanto possivelmente por causa da substituição do sódio trocável do complexo de troca pelo cálcio fornecido pelo corretivo como pela flocculação das argilas, proporcionando maior condutividade hidráulica saturada, conforme explicado por Barros et al. (2004). Resultados similares foram obtidos por Ramirez et al. (1999).

A relação entre níveis da necessidade de gesso e a condutividade hidráulica saturada foi testada e os resultados estão apresentados na Figura 1.

Para a amostra S1, a condutividade hidráulica saturada, conforme proposto por Ferreira (1999) pode ser classificada como muito lenta ( $< 0,8 \text{ cm h}^{-1}$ ) até o nível de 100% da necessidade de gesso e lenta para os níveis de 125 e 150% ( $0,8 - 2,0 \text{ cm h}^{-1}$ ); já para a amostra S2, a condutividade hidráulica só foi classificada lenta com a aplicação de 150% da necessidade de gesso.



**Figura 1.** Condutividade hidráulica em função da aplicação dos níveis de necessidade de gesso

**Figure 1.** Hydraulic conductivity as a function of application of gypsum necessity levels

No presente estudo os valores obtidos no final para a PST foram maiores para amostra S2 fato observado tanto para a camada que recebeu gesso (0-5 cm) como para as camadas de 5-10 cm e de 10-15 cm (Tabela 4); o que pode ser explicado pela textura franco-argilo-arenosa com maiores teores de argila e de sódio trocável inicialmente presentes neste solo.

Existe alta relação entre a PST do solo no final e a necessidade de gesso determinada por métodos similares ao de Schoonover. No presente estudo esta relação foi testada e pode ser descrita por uma função quadrática. Os coeficientes de determinação obtidos entre essas duas variáveis se situaram na faixa de 0,9328 a 0,9848 (Figura 2).

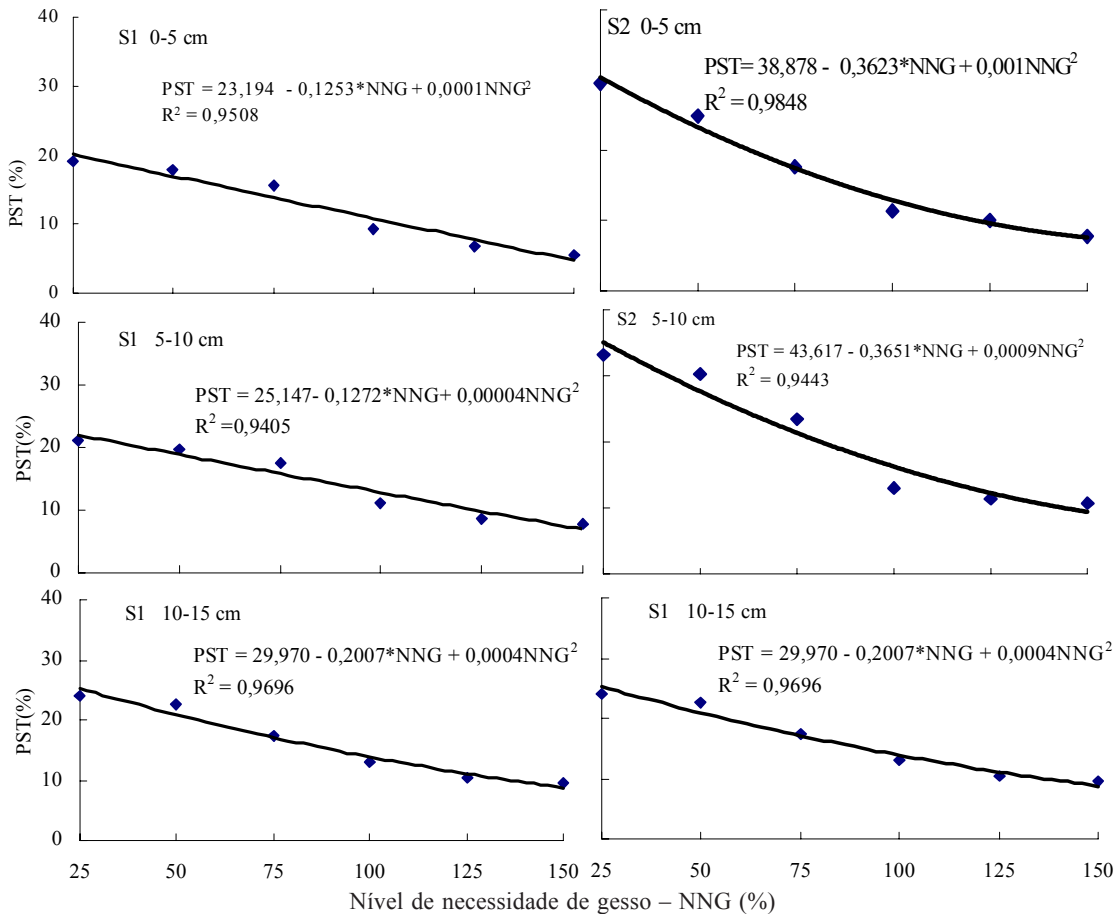
O valor da PST referente ao nível de 100% da necessidade de gesso indica que a metodologia de Schoonover M-1 foi eficaz para correção do caráter sódico. Vital et al. (2005), usando metodologia de Schoonover em um solo salino-sódico do estado da Paraíba, verificaram que os valores de PST se ajusta-

**Tabela 4.** Percentagem de sódio trocável (PST) no solo no final do experimento

**Table 4.** Exchangeable sodium percentage of soil at the end of experiment

Amostras	NNG* (%)	PST (%) nas camadas		
		0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm
S1	25	19,22	21,03	24,17
	50	17,83	19,86	22,75
	75	15,54	17,59	17,25
	100	9,23	11,05	12,98
	125	6,77	8,73	10,48
	150	5,53	7,84	9,45
S2	25	29,60	33,18	37,13
	50	24,92	30,27	34,06
	75	17,64	23,47	26,75
	100	11,35	12,96	14,30
	125	10,02	11,38	13,54
	150	7,74	10,69	12,66

\* Níveis de necessidade de gesso



**Figura 2** Percentagem de sódio trocável dos solos após aplicação do gesso

**Figure 2.** Exchangeable percentage of sodium of soils after application of gypsum

ram, linear e significativamente, aos níveis de 50, 100 e 200% da necessidade de gesso ( $PST = 30 - 0,0629x$ ,  $R^2 = 0,54^*$ ). Em quatro amostras de solos salino-sódicos do Rio Grande do Norte, submetidas à aplicação de 100% da necessidade de gesso utilizando-se esta mesma metodologia, Ruiz et al. (2004) constataram correção da sodicidade e presença de gesso remanescente nos primeiros 20 cm de todas as amostras. Os autores sugeriram que a dissolução do corretivo na maioria das amostras foi prejudicada, ou por insuficiência do volume de solução aplicada ou por excessiva aplicação do corretivo.

## CONCLUSÕES

A partir do nível de 100% da necessidade de gesso deu-se a correção da sodicidade para os solos estudadas.

Para os solos em estudo o decréscimo da percentagem de sódio trocável em função dos níveis da necessidade de gesso determinada pelo método de Schoonover M-1, foi descrito pelo modelo quadrático e os coeficientes de determinação obtidos entre as variáveis foram superiores 0,93.

A aplicação do gesso e posterior lixiviação das colunas de solo foram eficazes para aumentar a condutividade hidráulica dos solos.

## LITERATURA CITADA

- Barros, M.de F.C.; Fontes, M.P.F.; Alvarez V, V.H.; Ruiz, H.A. Recuperação de solos afetados por sais pela aplicação de gesso de jazida e calcário no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.8, n.1, p. 59-64, 2004.
- Barros, M.de F.C.; Magalhães, A.F. Avaliação de métodos de determinação da necessidade de gesso em solos salino-sódicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.2, p.119-123,1989.
- Boyucos, G.Y. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, Madison, v.54, n.7, p.464-465, 1962.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2, ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 1997, 212p.
- Ferreira, P.A. Drenagem de terras agrícolas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1999, 200 p.
- Magalhães, A.F. Métodos de análise química para solos salinos e sódicos. Recife: Departamento de Agronomia - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1987. 30p.
- Qadir, M.; Noble, A.D.; Oster, J.D.; Schubert, S.; Ghafoor, A. Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic and saline-sodic soils: a review. *Soil Use and Management*, Cambridge, v.21, n. 2, p. 173-180, 2005.

- Ramirez, H.; Rodrigues, O.; Shainberg, I. Effect of gypsum on furrow erosion and intake rate. *Soil Science*, Baltimore, v. 164, n.5, p. 351-357, 1999.
- Richards, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. U.S. Government Printing, Office, D.C., 1954. 160p. Handbook 60
- Ruiz, H.A.; Sampaio, R.A.; OliveirA, M; Alvarez V; V.H. Características químicas de solos salino-sódicos submetidos a parcelamento da lâmina de lixiviação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.11, p.1119-1126, 2004.
- SAS – Statical analysis system. Release 6.08, (software). Cary: SAS Institute, 1992. 620 p.
- Santos, R.V. Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro vigna (*Vigna unguiculata* (L.) WALD). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1995. 120p. Tese Doutorado
- Schoonover, W.R. Examination of soils for alkali. Berkeley: University of California. Extension Service, 1952. Mimeographed
- Vital, A.de F.M.; Santos, R.V.; Cavalcante, L.F.; Souto, J.S.; Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso e fósforo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.1, p. 30-36, 2005.