



Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso

Ricardo R. A. de Vasconcelos¹, Maria de F. C. Barros², Ênio F. de F. e Silva³,
Erika S. A. Graciano⁴, Angela J. P. B. Fontenele¹ & Núbia M. L. da Silva²

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar a eficiência da aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso sobre as características físicas de solos salino-sódicos da região semiárida de Pernambuco. O experimento foi realizado no Laboratório de Mecânica do Solo e Aproveitamento de Resíduos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial de dois solos (S1 e S2) e cinco níveis da necessidade de gesso (50, 100, 150, 200 e 250%) determinada pelo método de Schoonover M-1, incorporados aos primeiros 12,5 cm da coluna de solo, com cinco repetições. A utilização de níveis crescentes de gesso para a correção de solos salino-sódicos proporcionou maior taxa de infiltração de água nos solos. O nível de 100% da necessidade de gesso promoveu menor grau de dispersão e maior estabilidade de agregados dos solos. No decorrer do experimento pôde-se observar, a partir do nível de 150% da necessidade de gesso, ocorreu perda de coloides (mineral e/ou orgânico).

Palavras-chave: sodicidade, estabilidade de agregados, taxa de infiltração

Physical characteristics of saline-sodic soils of semiarid Pernambuco in function of different levels of gypsum

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficiency of application of different levels of gypsum requirement on physical characteristics of saline-sodic soils of the region of semiarid of Pernambuco. The study was conducted in the Laboratory of Soil Mechanics and Waste Utilization of the Federal Rural University of Pernambuco. Treatments were arranged in a randomized block design with a factorial arrangement of two soils (S1 and S2) and five levels of gypsum requirement (50, 100, 150, 200 and 250%) determined by the method of Schoonover M-1, incorporated in the first 12.5 cm of the soil column, with five replications. The use of increasing levels of gypsum for the correction of saline-sodic soils provided greater water infiltration rate of the soil. The level of 100% of the gypsum requirement promoted lower degree of dispersion and more stability of soils aggregates. During the experiment it was observed that from the level of 150% of gypsum requirement occurred loss of colloids (mineral and/or organic).

Key words: sodicity, aggregate stability, infiltration rate

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFRPE. R. Manuel de Medeiros, s/n, CEP 52171-900, Recife, PE. E-mail: ricardoandrade86@gmail.com; jessykafontenele@hotmail.com

² DEPA/UFRPE. Fone: (81) 3320-6200. E-mail: barrosmfatima@hotmail.com; nubia.meirelly@gmail.com

³ DTR/UFRPE. Fone: (81) 3320-6260. E-mail: enio.silva@dtr.ufrpe.br

⁴ Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo/UFRPE. Fone: (81) 3320-6220. E-mail: erikagraciano@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

No mundo, o crescimento populacional vem ocasionando, a cada dia, o aumento da procura de alimentos pela população. Com a necessidade de uma produção maior de alimentos para suprir as necessidades da humanidade, a utilização de sistemas de irrigação nas regiões áridas e semiáridas vem proporcionando a ampliação das áreas agricultáveis, em todo o planeta (Machado et al., 2007). Porém a falta de drenagem natural ou artificial, a qualidade da água e o manejo inadequado da irrigação para atender às necessidades hídricas das culturas nessas regiões, têm reduzido a capacidade produtiva dos solos, ocasionada pela salinização e/ou sodificação originando, com isto, problemas agroeconômicos (Leite et al., 2010), como ocorre na região semiárida do Nordeste brasileiro, na qual aproximadamente 30% dos perímetros irrigados se encontram com problemas de solos afetados por sais (Lopes et al., 2008).

A baixa precipitação pluviométrica e a alta taxa de evaporação também têm contribuído para ocorrência do processo de salinização e/ou sodificação dos solos nas regiões semiáridas uma vez que os sais não são lixiviados acumulando-se em grandes quantidades no solo e dificultando o desenvolvimento das plantas cultivadas. O excesso de salinidade no solo pode comprometer a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas, por afetar diretamente o potencial osmótico da solução do solo; já o alto nível de sódio trocável ocasiona degradação da estrutura do solo, dispersão da argila e toxidez nas plantas podendo, até, impedir a germinação das sementes e o desenvolvimento das raízes (Amorim et al., 2002; Smith et al., 2009).

A recuperação dos solos salinos, salino-sódicos e sódicos tem, como principal objetivo, a diminuição da concentração dos sais solúveis e do sódio trocável no perfil do solo, deixando-o apto para a agricultura. A salinidade do solo pode ser reduzida através do processo de solubilização e lixiviação dos sais ao longo do perfil do solo; já a diminuição da sodicidade requer a substituição do sódio trocável pelo cálcio e que o produto dessa reação seja removido da zona radicular, por lixiviação (Barros et al., 2004).

Para recuperação dos solos salino-sódicos e sódicos podem ser utilizados alguns corretivos sendo o gesso a fonte de cálcio mais utilizada no Brasil em razão de apresentar menor custo, fácil manuseio e maior disponibilidade no mercado (Melo et al., 2008; Araújo et al., 2011). A quantidade de gesso necessária para reduzir a percentagem de sódio trocável dos solos pode ser determinada por um teste de laboratório envolvendo o equilíbrio entre o solo e uma solução saturada de gesso (Barros et al., 2005). Os métodos de laboratório se baseiam em variações do método de Schoonover (1952) descrito por Richards (1954); entretanto, sais solúveis presentes no solo interferem na determinação da necessidade de gesso (NG) utilizando o método de Schoonover. Modificações nesta metodologia para eliminação da interferência de altos teores de cálcio e magnésio solúveis foram desenvolvidas por Barros & Magalhães (1989). Os autores sugerem o método de Schoonover M-1 como o mais indicado para a correção de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco.

Na literatura estudos para a recuperação de solos salino-sódicos e sódicos utilizando o gesso têm, como meta principal,

os efeitos deste corretivo nas propriedades químicas dos solos, embora sejam escassas as informações referentes a algumas propriedades físicas, sobretudo a taxa de infiltração de água no solo, a estabilidade de agregados e a perda de colóides (mineral e/ou orgânico) durante o processo de correção dos solos.

Objetivou-se neste trabalho, portanto, avaliar a eficiência da aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso sobre as características físicas de solos salino-sódicos da região semiárida de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Mecânica do Solo e Aproveitamento de Resíduos, do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para este estudo foram coletadas, em duas áreas, amostras de Neossolos Flúvicos (S1 e S2), na profundidade de 0-40 cm, em lotes do Perímetro Irrigado de Ibimirim, PE, que apresentam problemas de sais solúveis e sódio trocável. A coleta dos solos foi realizada seguindo procedimento descrito por Magalhães (1987). A caracterização química e física dos solos foi realizada em amostra secada ao ar, destorroada e passada em peneira com abertura de 2,00 mm de malha; antes deste procedimento foram retirados torrões visando à determinação da densidade do solo.

Na caracterização química a pasta saturada foi obtida segundo a metodologia descrita por Richard (1954), determinando-se, no extrato da pasta saturada, a condutividade elétrica (CE) e os íons solúveis de cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica, sódio e potássio por fotometria de chama. Após obtenção dos valores de cálcio, magnésio e sódio solúveis foi quantificada a relação de adsorção de sódio (RAS) usando-se a Eq. 1:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{2}}} \quad (1)$$

Aplicando, ainda, a metodologia sugerida por Richard (1954) foram determinados o pH dos solos utilizando um relação solo-água de 1:2,5; a capacidade de troca de cátions (CTC) pelo método de acetato de sódio e o sódio trocável, extraído com a solução de acetato de amônio 1 M a pH 7,0. Para determinação da necessidade de gesso (NG) do solo foi utilizada uma modificação do método de laboratório de Schoonover (1952), Schoonover M-1 (Barros & Magalhães, 1989).

Na caracterização física foram determinadas: a densidade do solo, pelo método do torrão parafinado (EMBRAPA, 1997); a densidade de partículas, pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1997); a composição granulométrica, após lavagem do solo com etanol a 60% até eliminação total de cloretos (Boyucos, 1962); a porosidade total (PT) (EMBRAPA, 1997); a taxa de infiltração (TI) determinada em laboratório usando-se amostras deformadas (EMBRAPA, 1997); a argila dispersa em água (Boyucos, 1962) e a estabilidade de agregados.

A estabilidade de agregados foi analisada via úmida, utilizando-se peneiras com 2,00; 1,00 e 0,50 mm de abertura de

malha para determinar os seguintes parâmetros: a percentagem de estabilidade de agregados (PEA), o diâmetro médio ponderado (DMP) pelo método de Castro Filho et al. (1998) e o diâmetro médio geométrico (DMG) pelo método de Mazurak (1950).

Os valores para taxa de infiltração, diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico e percentagem da estabilidade de agregados, foram obtidos pelas seguintes equações:

A taxa de infiltração (TI) é determinada pela Eq. 2, expressa em cm h^{-1} .

$$TI = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (2)$$

em que:

- TI - taxa de infiltração
- Δq - volume do infiltrado, mL
- Δt - tempo, h

O diâmetro médio ponderado (DMP) é calculado pela Eq. 3, expresso em mm.

$$DMP = \sum_{i=1}^n (x_i \times w_i) \quad (3)$$

em que:

- w_i - proporção de cada classe em relação ao total
- x_i - diâmetro médio das classes, mm

O diâmetro médio geométrico (DMG) é determinado pela Eq. 4, expresso em mm.

$$DMG = \text{EXP} \frac{\sum_{i=1}^n x_i \times \ln w_i}{\sum_{i=1}^n w_p} \quad (4)$$

em que:

- w_p - massa total das amostras retidas nas classes

A percentagem de estabilidade de agregados (PEA) fornece a soma das peneiras $> 0,5 \text{ mm}$ de diâmetro, expressa em % (Eq. 5).

$$PEA = 100 \times \frac{(Pa - Pmi)}{Pta} \quad (5)$$

em que:

- Pa - percentagem de agregados via úmida ($> 0,5 \text{ mm}$)
- Pmi - percentagem de material inerte ($> 0,5 \text{ mm}$)
- Pta - percentagem total de agregados ($> 0,5 \text{ mm}$)

Os resultados da caracterização química e física das amostras de solos estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial 2×5 (dois solos \times cinco níveis de necessidade de gesso), com cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Os níveis da necessidade de gesso utilizados foram em quantidades equivalentes a 50, 100, 150, 200 e 250% de necessidade de gesso dos solos determinados pela EMBRAPA (1997).

As unidades experimentais foram constituídas de tubos plásticos de PVC com 10 cm de diâmetro e 30 cm de altura, tendo uma das extremidades fechada com um tampão no centro do qual foi adaptada uma torneira de $3/8$ polegada para facilitar a coleta da solução drenada. Cada coluna de solo foi dividida em duas camadas, cada uma com 12,5 cm de altura. Nas colunas o solo foi acondicionado de modo a se aproximar do valor da densidade do solo em condições de campo; as unidades experimentais foram preenchidas inicialmente com solo da camada de 12,5-25 cm e posteriormente da camada de 0-12,5 cm. O gesso foi incorporado à primeira camada (0-12,5 cm) antes do acondicionamento. O corretivo utilizado foi um produto comercial extraído da jazida localizada em Araripina, PE, com teor de 19% de cálcio e 13% de enxofre, solúveis em água.

Antes da aplicação das lâminas de lixiviação as colunas de solo foram umedecidas lentamente de baixo para cima, até atingirem a saturação e foram mantidas nesta umidade, pelo período de 24 h. Para evitar perdas por evaporação neste período, as colunas foram cobertas com papel filme; em seguida, foram aplicadas três lâminas de lixiviação equivalentes a aproximadamente 95 mm cada uma, com intervalo de cinco dias entre as aplicações. Durante o período de aplicação das lâminas de lixiviação foi determinada a taxa de infiltração pelo mesmo método utilizado na caracterização física dos solos.

Tabela 1. Características químicas das amostras dos solos

Amostras	Íons solúveis				CE dS m^{-1}	RAS $(\text{mmol L}^{-1})^{1/2}$	pH	CTC	Na ⁺ trocável	Necessidade de gesso
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺						
S1	136,51	8,39	489,36	3,30	60,61	57,49	7,18	13,52	8,13	9,38
S2	69,40	5,63	291,65	3,71	36,16	47,62	7,10	9,62	4,75	7,19

CE - condutividade elétrica; RAS - Relação de adsorção atômica; pH - relação 1:2,5; CTC - capacidade de trocas de cátions

Tabela 2. Características físicas das amostras dos solos

Amostras	Densidade		Análise granulométrica			Classificação textural	TI cm h^{-1}	PT	GD	Estabilidade de agregados		
	Dp	Ds	Areia	Silte	Argila					DMP	DMG	PEA
	kg dm^{-3}		g kg^{-1}							mm		
S1	2,52	1,36	139	562	299	Franco-argilo-siltoso	0,0	46,03	80,50	0,05	1,23	19,77
S2	2,45	1,45	342	415	243	Franco	0,0	40,82	69,40	0,06	2,37	47,65

Dp - Densidade da partícula; Ds - Densidade do solo; TI - Taxa de infiltração; PT - Porosidade total; GD - Grau de dispersão; DMP - Diâmetro médio ponderado; DMG - Diâmetro médio geométrico e PAE - percentagem de estabilidade de agregados

Após sua lixiviação, os solos foram secados ao ar e passados em peneira de 4 e 2 mm de abertura; em seguida, parte dos agregados de solo que ficou retida na peneira de 2 mm foram separados para determinação da estabilidade de agregados, segundo metodologia já citada. Na amostra de solo que passou pela peneira de 2 mm foi determinado o grau de dispersão e de floculação da argila (EMBRAPA, 1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do Statistix® versão 9.0 (Statistix, 2009). Para comparação de média foi utilizado o teste de Tukey com 0,05 de probabilidade de erro. Os dados também foram submetidos à análise de regressão utilizando-se o modelo com maior coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes da equação de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da aplicação do corretivo os solos apresentavam taxa de infiltração (TI) nula (Tabela 2), o que se deve, provavelmente, às altas concentrações de sódio trocável no complexo sortivo, o que ocasionou dispersão dos agregados dos solos. A presença da maior proporção de sódio em relação ao cálcio e ao magnésio trocáveis proporcionou aumento no teor da argila dispersa e, conseqüentemente, redução da taxa de infiltração dos solos. Com a aplicação de gesso ocorreu substituição do sódio pelo cálcio no complexo de troca favorecendo, assim, o aumento na agregação das partículas primárias do solo resultando no aumento da TI dos solos.

Na Tabela 3 se encontram os valores obtidos da taxa de infiltração dos solos na qual se constata que os níveis crescentes da necessidade de gesso contribuíram para o aumento da TI dos solos em comparação com as condições iniciais (0,0 cm h⁻¹) (Tabela 2). Observa-se que, independentemente do grau de sodicidade, as amostras dos solos apresentaram comportamento semelhante em função dos níveis da necessidade de gesso aplicados (Figura 1). Pode-se ser verificado um incremento na TI em todos os tratamentos demonstrando, desta forma, uma relação direta entre a aplicação dos níveis do corretivo e a permeabilidade de água no solo. À medida que o sódio do complexo de troca é substituído pelo cálcio, ocorre uma diminuição da dupla camada difusa favorecendo uma estruturação melhor do solo e, conseqüentemente, aumento da taxa de infiltração de água do solo.

Tabela 3. Taxa de infiltração em dois solos salino-sódicos submetidos a diferentes níveis de necessidade de gesso

Solos	Níveis da necessidade de gesso - %				
	50	100	150	200	250
	TI (cm h ⁻¹)				
S1	0,12	0,25	0,33	0,40	0,53
S2	0,16	0,30	0,38	0,46	0,55

S1 - Solo Franco-argilo-siltoso; S2 - Solo Franco; TI - Taxa de infiltração

Ruiz et al. (2006) constataram, trabalhando com solos salino-sódicos da Paraíba, que o corretivo utilizado (gesso) proporcionou maiores valores para a taxa de infiltração em relação às amostras que não receberam gesso. Os autores citam, ainda, que este resultado foi dependente da obstrução dos poros pela argila dispersa no tratamento controle. Resultados

semelhantes foram encontrados por Suhayda et al. (1997) ao observar aumento na taxa de infiltração de água e na agregação das partículas de solos depois da aplicação de gesso em solo salino-sódico da China; no tratamento com gesso a taxa de infiltração foi de 8 cm min⁻¹ enquanto para o tratamento que não recebeu gesso a taxa de infiltração não excedeu a 1 cm min⁻¹.

Na Figura 1 se encontram os resultados para a relação entre necessidade de gesso e a TI dos solos. Pode-se observar o alto coeficiente de determinação entre as variáveis (R² = 0,92 e 0,91) para os solos S1 e S2, ajustando-se ao modelo exponencial.

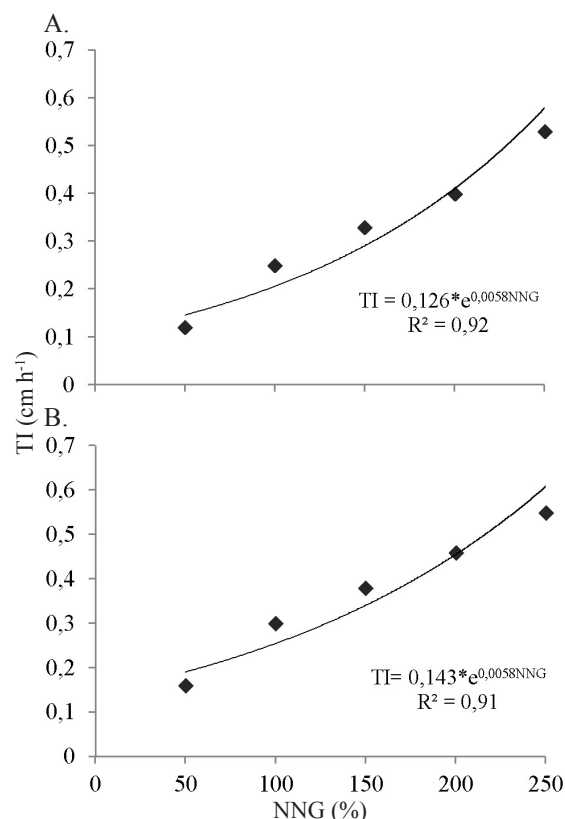


Figura 1. Taxa de infiltração de dois solos salino-sódicos (S1 e S2) após a aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

Os valores para o grau de dispersão (GD) e grau de floculação (GF) da argila dos solos se encontram na Tabela 4; no solo S1 o nível de 100% da NG apresentou o menor GD (35%) e o maior GF (65%), diferindo significativamente dos demais níveis de NG avaliados; no solo S2 o nível de 100% da NG também apresentou o menor GD e maior GF (36 e 64%, respectivamente), diferindo significativamente dos níveis de 50, 200 e 250% da NG; quanto ao GD entre os solos S1 e S2, não houve diferença significativa no nível de 100% da NG, para nos níveis de 50, 150, 200 e 250% da NG e o solo S1 apresentou significativamente o maior valor (67, 50, 57 e 60%, respectivamente) em relação ao solo S2; por sua vez, no GF entre os solos S1 e S2 no nível de 100% da NG não houve diferença significativa e nos demais níveis da NG o solo S2 apresentou significativamente maior valor em relação a S1.

Silveira et al. (2008) constataram, avaliando o efeito de água saturada com gesso na irrigação sobre as propriedades físicas de solos salino-sódicos do estado de Pernambuco, melhoria nas

Tabela 4. Grau de dispersão (GD) e grau de floculação (GF) da argila dos solos salino-sódicos após aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

NNG	GD		GF	
	S1	S2	S1	S2
	(%)			
50	66,60 dA	55,00 dB	33,50 dB	45,00 dA
100	35,00 aA	36,30 aA	65,00 aA	63,70 aA
150	50,20 bA	40,30 abB	49,80 bB	59,70 abA
200	56,70 cA	45,20 bcB	43,30 cB	54,80 bcA
250	60,00 cA	49,10 cB	40,00 cB	50,90 cA

S1 - Solo franco-argilo-siltoso; S2 - Solo franco. Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas entre NNG e maiúsculas nas linhas entre os solos em cada NNG não diferem entre si pelo teste de Turkey a 0,05 de probabilidade

propriedades físicas dos solos cujos autores sugerem o gesso como alternativa para a recuperação de solos salino-sódico e sódico; entretanto, pode-se observar, neste trabalho, que a utilização de níveis acima de 100% da NG afeta negativamente as propriedades físicas (graus de dispersão e grau de floculação) dos solos avaliados.

Ainda se observa, na Tabela 4, que tanto para o solo S1 como para o S2, os dados para GF apresentaram, em valor absoluto, redução no nível 50% e nos níveis superiores a 100% da NG; para o nível de 50% da NG este resultado é devido à menor quantidade de cálcio utilizada neste tratamento, a qual não foi suficiente para que ocorresse maior substituição do sódio trocável no complexo sortivo a ponto de que a floculação dos colóides fosse alcançada; para aplicação dos níveis 150, 200 e 250% da NG os menores valores obtidos para o GF em relação ao nível de 100% da NG podem ser explicados provavelmente pela maior permeabilidade dos solos nesses níveis o que, sem dúvida, acarretou em perda de argila, semelhante ao ocorrido no estudo de Mace & Amrhein (2001). Esses autores constataram, com a diluição da concentração salina de água de drenagem e posterior aplicação em solos, que ocorreu aumento de acumulação da quantidade de argila dispersa nos lixiviados. Cavalcante (2012) relata que em solos irrigados a lixiviação para correção da salinidade e/ou da sodicidade pode provocar perdas nas características físicas do solo, inicialmente pela dispersão das argilas, diminuição do grau de floculação e aumento do índice de dispersão.

A relação entre os níveis da NG e o grau de dispersão da argila para os solos S1 e S2 foi testada e os resultados se encontram na Figura 2; essas relações se ajustaram ao modelo quadrático apresentando valores de coeficiente de determinação de 0,47 e 0,71 para os solos S1 e S2, respectivamente.

Os resultados para o diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados (IEA) depois da aplicação do corretivo, estão apresentados na Tabela 5. Constata-se que o DMP e o DMG para o S1 apresentaram diferença significativa entre o nível 100% da necessidade de gesso e os demais níveis utilizados. Ao se utilizar o nível 100% da NG, obteve-se maior valor de DMP, igual a 0,239 mm para S1 superior ao encontrado para o S2, que foi de 0,123 mm. O nível de 100% da NG também proporcionou os maiores valores da percentagem de estabilidade de agregados (PEA) nos dois solos; o nível de 50% de NNG proporcionou os menores valores para DMP, DMG e PEA tanto para o S1 como para o S2, o qual diferiu significativamente dos demais tratamentos.

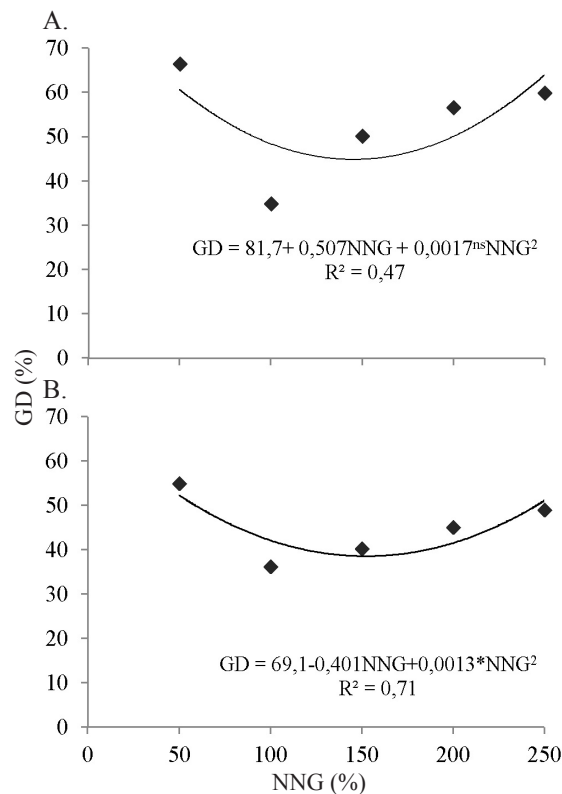


Figura 2. Grau de dispersão (GD) da argila de dois solos salino-sódicos (S1 e S2) após a aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

Tabela 5. Diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e percentagem de estabilidade de agregados (PEA) em de dois solos salino-sódicos (S1 e S2) após a aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

NNG	DMP		DMG		PEA	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2
	(mm)				(%)	
50	0,16 dA	0,10 cB	0,86 eB	1,02 dA	53,59 cA	45,41 cA
100	0,24 aA	0,13 aB	0,89 aB	1,08 aA	88,81 aA	79,36 aA
150	0,21 bA	0,12 aB	0,88 bB	1,05 bA	86,20 aA	76,40 aA
200	0,21 bA	0,11 bB	0,87 cB	1,04 cA	85,76 aA	72,79 aA
250	0,19 cA	0,11 bB	0,86 dB	1,04 cA	72,98 bA	60,87 bA

S1- Solo franco-argilo-siltoso e S2- franco. Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas entre NNG e maiúsculas nas linhas entre os solos em cada NNG não diferem entre si pelo teste de Turkey a 0,05 de probabilidade

Pode-se verificar, também, que os DMG dos solos apresentaram valores médios superiores a 0,6 mm, resultados esses relacionados ao efeito do gesso na substituição do sódio pelo cálcio no complexo de troca proporcionando, assim, maior floculação das partículas do solo e, em consequência, melhor estruturação. Jiménez-Rueda et al. (1992) relatam que o tamanho de agregado do solo superior a 0,6 mm, apresenta uma estruturação do solo adequada ao desenvolvimento das culturas agrícolas.

A diminuição para o DMP e para o DMG em valores absolutos, quando foram utilizados os níveis superiores de 100% da necessidade de gesso é devida, provavelmente, à perda de colóides (orgânico e/ou mineral) durante o processo de lixiviação. A maior quantidade de cálcio utilizada nos níveis

150, 200 e 250% favoreceu maior permeabilidade do solo e perda de argila durante o processo de lixiviação. Na presente pesquisa observou-se que, a partir da aplicação do nível de 150% NG, o lixiviado coletado apresentava coloides (mineral e/ou orgânico) (Figura 3).

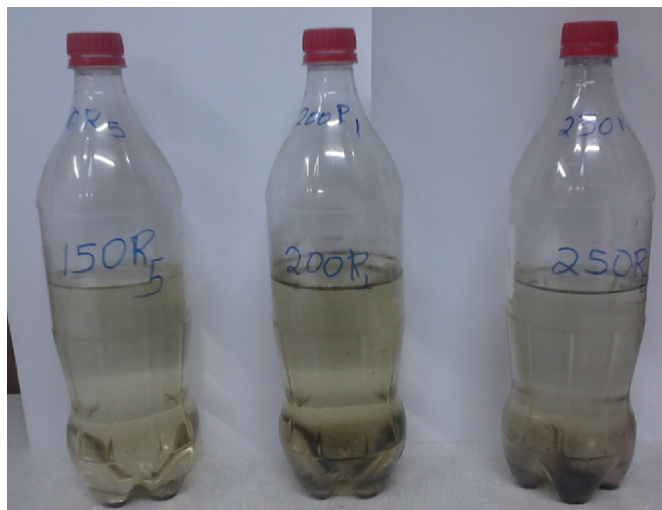


Figura 3. Lixiviados com coloides a partir do nível 150% da necessidade de gesso

Os valores obtidos para a estabilidade dos agregados, para o DMP e o PAE, foram maiores no solo mais argiloso (S1) quando comparado aos do solo menos argiloso (S2) para todos os níveis do corretivo aplicados; para o DMG, no entanto, ocorreu o oposto cujo efeito pode ser explicado pelo

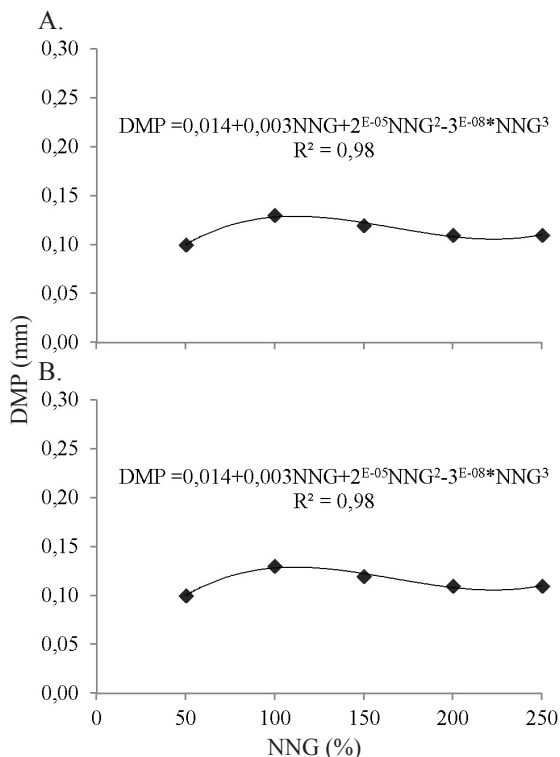


Figura 4. Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados de dois solos salino-sódicos franco-argilo-siltoso - S1 (A) e franco - S2 (B) após aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

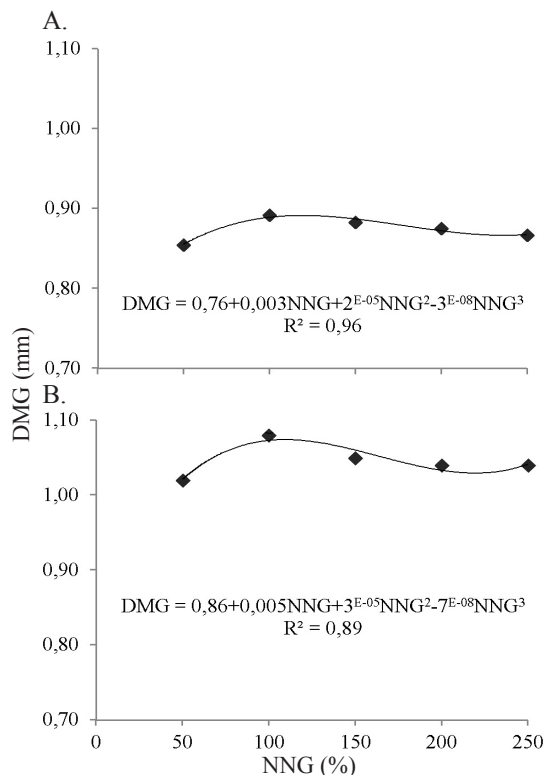


Figura 5. Diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados de dois solos salino-sódicos franco-argilo-siltoso - S1 (A) e franco - S2 (B) após a aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

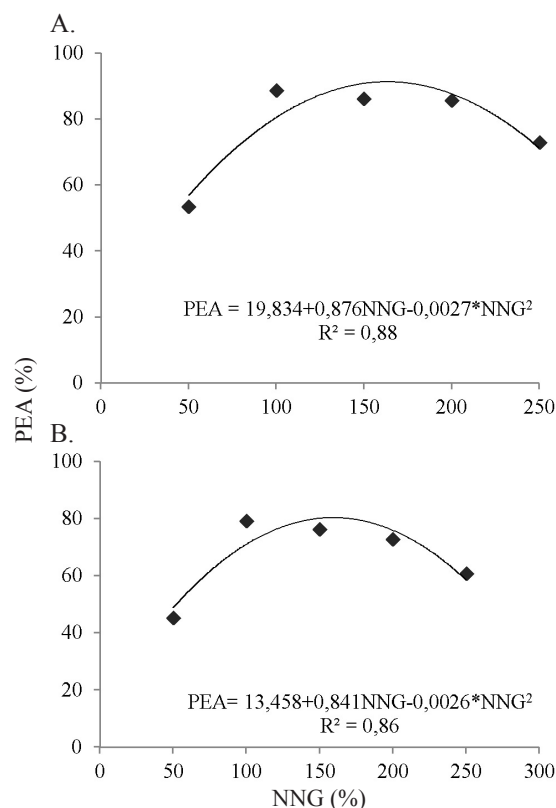


Figura 6. Percentagem de estabilidade de agregados (PEA) de dois solos salino-sódicos franco-argilo-siltoso - S1 (A) e franco - S2 (B) após a aplicação de diferentes níveis de necessidade de gesso (NNG)

maior diâmetro das partículas de areia encontradas no S2; conseqüentemente, maior quantidade de areia nas peneiras 2,00, 1,00 e 0,50 mm de diâmetro o que contribuiu para o cálculo do DMG do S2 ser maior que o do S1. Minhas et al. (1999) verificaram, trabalhando com solos afetados por sais da Índia, que os valores para a argila dispersa e da condutividade hidráulica indicam que a desagregação, a dispersão e a perda de argila do solo de superfície foram o elemento causador da redução da permeabilidade do subsolo em função da aplicação de água de irrigação de baixa concentração de sais em solos salinos do semiárido da Índia.

Nas Figuras 4, 5 e 6 se encontram os resultados da relação entre os níveis necessidade de gesso e do DMP, DMG e PEA; as relações se ajustaram ao modelo quadrático apresentando valores do coeficiente de determinação de 0,86, 0,70 e 0,88 para o S1 e 0,97, 0,37 e 0,86 para o S2, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. A utilização de níveis de gesso para correção de solos salino-sódicos proporcionou maior taxa de infiltração de água nos solos.

2. O nível de 100% de necessidade de gesso determinado pelo método de Schoonover M-1, promoveu menor grau de dispersão e maior estabilidade de agregados dos solos.

3. No decorrer do experimento observou-se que a partir do nível de 150% da necessidade de gesso ocorreu perda de coloides (mineral e/ou orgânico).

LITERATURA CITADA

- Amorim, J. R. de A.; Fernandes, P. D.; Gheyi, H. R.; Azevedo, N. C. de. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.167-176, 2002.
- Araújo, A. P. B. de; Costa, R. N. T.; Lacerda, C. F. de; Gheyi, H. R. Análise econômica do processo de recuperação de um solo sódico no Perímetro Irrigado de Curu-Pentecoste, CE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.377-382, 2011.
- 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 Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, p.59-64, 2004.
- Barros, M. de F. C.; Magalhães, A. F. Avaliações de métodos de determinação da necessidade de gesso em solos Salino-sódicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.13, p.119-123, 1989.
- Barros, M. de F. C.; Santos, P. M. dos; Silva, A. J. Recuperação de solos afetados por sais usando água de qualidade inferior. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.310-313, 2005.
- Boyucos, G. Y. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. *Agronomic Journal*, v.54, p.454-455, 1962.
- Castro Filho, C.; Muzilli, O.; Podanoschi, A. L. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo 67 distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.527-538, 1998.
- Cavalcante, L. F. Salinidade e meio ambiente: A contramão da fertilidade ao homem, ao solo, a água e as plantas. In: FERTBIO 2012, Maceió, Anais... Maceió: UFAL, 2012. CD-Rom
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.211p.
- Jiménez-Rueda, J. R.; Tornisielo, S. M. T.; Barbosa, I. F.; Benatt, M. T.; Uemura, A. N. Aspectos físicos, químicos e microbiológicos de Latossolo vermelho-amarelo tratado com doses cumulativas de esterco de granja. *Revista Brasileira de Geociências* v.22, p.321-328, 1992.
- Leite, E. M.; Diniz, A. A.; Cavalcante, L. F.; Gheyi, H. R.; Campos, V. B. Redução da sodicidade em solo sendo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. *Revista Caatinga*, v.23, p.110-116, 2010.
- Lopes, J. F. B.; Andrade, E. de; Chaves, L. C. G. impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. *Engenharia Agrícola*, v.28, p.34-43, 2008.
- Mace, J. E.; Amrhein, C. Leaching and reclamation of soil irrigated with SAR waters. *Soil Science Society American Journal*, v.65, p.199-204, 2001.
- Machado, R.; Netto, A. de O. A.; Campeche, L. F. de S. M.; Barros, A. C. Efeito da salinidade em características físico-hídricas em solos salino-sodilizados no Perímetro Irrigado Jabiberi-SE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.1, p.15-19, 2007.
- Magalhães, A. F. Métodos de análise química para solos salinos e sódicos. Recife: UFRPE, 1987. 30p.
- Mazurak, A. P. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. *Soil Science*, v.69, p.135-148, 1950.
- Melo, R. M.; Barros, M. de F. C.; Santos P. M.; Rolim, M. M. Correção de solos salino-sódicos pela aplicação de gesso mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.376-380, 2008.
- Minhas, P. S.; Sing, Y. P.; Chhabba, D. S.; Sharma, V. K. Changes in hydraulic conductivity of soils varying in calcite content under cycles of irrigation with saline-sodic and simulated rain water. *Irrigation Science*, v.18, p.199-203, 1999.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Department of Agriculture. U. S. Government Printing, Office, D. C., 1954.160p. Handbook 60.
- Ruiz, H. A.; Sampaio, R. A.; Oliveira, M. de; Ferreira, P. A. Características físicas de solos salino-sódicos submetidos a parcelamento da lâmina de lixiviação. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v.6, p.1-12. 2006.
- Schoonover, W. R. Examination of soils for alkali. Berkeley: University of California. Extension Service, 1952. Mimeographed

- Silveira, K. R.; Ribeiro, M. R.; Oliveira, L. B.; Heck, R. J.; Silveira, R. R. Gypsum saturated water to reclaim alluvial saline sodic and sodic soils. *Scientia Agricola*, v.65, p.69-76, 2008.
- Smith, A. P.; Chen, D.; Chalk, P. M. N₂ fixation by faba bean (*Vicia faba* L.) in a gypsum-amended sodic soil. *Biology and Fertility of Soils*, v.45, p.329-333, 2009.
- Statistix, Statistix for Windows by analytical softwars, Version 9.0. Tallahassee 2009.
- Suhayda, C. G.; Yin, L.; Redmann, R. E.; Li, J. Gypsum amendment improves native grass establishment on saline-alkali soil in northeast China. *Soil Use and Management*, v.13, p.43-47, 1997.