

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DE SOLOS PELA SALINIZAÇÃO

Ricardo Rafael Andrade de Vasconcelo¹; Maria de Fátima Cavalcanti Barros²; Taciana Oliveira dos Santos³; Paulo Medeiros dos Santos⁴

¹ Aluno de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE. Av Dom Manoel de Medeiros S/N, Dois Irmão, Recife-PE, CEP 52171000. E-mail: ricardo_andrade86@hotmail.com

² Professor Associado do Departamento de Ciência do Solo, UFRPE. Av Dom Manoel de Medeiros S/N, Dois Irmão, Recife-PE, CEP 52171000.

³ Aluna de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE. Av Dom Manoel de Medeiros S/N, Dois Irmão, Recife-PE, CEP 52171000.

⁴ Professor do Instituto Federal do Maranhão, IFMA. Avenida dos Curiós S/N, Vila Esperança, São Luis-MA, CEP 65095-460.

RESUMO

Experimento em laboratório foi realizado como objetivo de avaliar a influência da aplicação de lâminas de lixiviação sobre a salinidade e sodicidade de solos salinos de Distrito de Irrigação Apolônio Sales-PE. Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial de 2x5, dois manejos de exploração agrícola (sequeiro e irrigado) e cinco lâminas de lixiviação (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 volumes de poros) com quatro repetições. Os componentes avaliados foram a condutividade elétrica (CE), cálcio, magnésio, sódio solúvel no extrato da pasta saturada e argila dispersa em água. A lâmina de lixiviação equivalente a 1,5 volume de poros, corrigiu a salinidade ($CE > 4,00 \text{ dS m}^{-1}$) e proporcionou a menor dispersão de argila do solo tanto para a condição de sequeiro como para a irrigada.

Palavra chave: Lâmina de lixiviação, Solo salino e Volume de poros.

ABSTRACT

The laboratory experiment was conducted with the objective to evaluate the influence of the application of leaching depth on the salinity and sodicity of saline soils at the Irrigation of District Apolônio Sales-PE. The treatments were arranged in randomized block design factorial arrangement of 2x5, two management of agricultural holding (rainfed and irrigated) and five of leaching depth (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 pore volumes) with four repetitions. The components assessed were the electrical conductivity (EC), calcium, magnesium and soluble sodium. The leaching blade equivalent to 1,5 pore volume, corrected the salinity ($EC > 4,00 \text{ dS m}^{-1}$) and led to less dispersion of clay in the soil both for the condition dryland as for irrigation.

key word: Depth leaching, Soil salinity and Pore volume.

INTRODUÇÃO

Em zonas áridas e semi-áridas, solos afetados por sais ocorrem sob condições naturais devido a evaporação ser superior à precipitação nessas áreas, favorecendo a acumulação de sais solúveis e o incremento de sódio trocável na superfície e/ou sub-superfície dos solos. Entretanto, os maiores problemas de salinização são verificados em solos anteriormente produtivos, que se tornaram salinos devido ao manejo inadequado da irrigação.

Barros et al., (2004); Gheyi et al., (1997), citam que em perímetros irrigados do nordeste do Brasil a salinização dos solos que ocorre principalmente devido ao uso de água de irrigação com alta concentração salina, elevação do lençol freático em decorrência da perda de água por infiltração nos canais de distribuição e reservatórios ou acumulação de água de irrigação nas partes mais baixas do terreno.

Nestas regiões a solução do solo é frequentemente mais salina que a água de irrigação, isto se deve à ocorrência de alto índice evaporativo, que proporciona o acúmulo de sais na água de irrigação. Silva et al., (2008) afirmam que em solos que utilizam irrigação com águas salinas, excesso de fertilização e a ausência de drenagem adequada, a concentração de sais no solo cresce em função da lâmina de irrigação adicionada.

O processo comumente empregado para remoção dos sais solúveis é a lixiviação do perfil do solo. A lixiviação deve ser feita com água em quantidades suficientes para remover os sais até o sistema de drenagem. O número da aplicação de lâminas de lixiviação depende do grau de salinidade, tipos de sais, qualidade da água de irrigação, profundidade que os sais devem ser lixiviados e das características físico-químicas do solo (Richards, 1954; Ribeiros et al., 2003; Silveira et al., 2008).

Na literatura nacional são poucas as informações a respeito da recuperação de solos salinos e das possíveis modificações das suas propriedades físicas depois da aplicação de lâminas de lixiviação. Os modelos matemáticos resultantes de pesquisas em solos afetados por sais de outros países podem superestimar as lâminas de lixiviação, o que pode provocar desperdício de recursos hídricos e energéticos, bem como proporcionar a degradação dos solos. O estudo da aplicação de lâminas de lixiviação baseado em propriedades físicas do solo a ser corrigido possibilita um melhor uso dos recursos naturais e financeiros.

Objetivou-se, com o presente trabalho avaliar a influência das lâminas de lixiviação sobre as propriedades químicas, físicas e na correção de um solo sob condições de sequeiro e de irrigação do Distrito de Irrigação Apolônio Salles, em Petrolândia – PE.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi conduzido em laboratório na área de solos da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O solo foi coletado em áreas sob condição de sequeiro e sob condição de irrigação da camada de 0-30 cm, no distrito de irrigação Apolônio Sales em Petrolândia - PE. A amostragem foi realizada segundo procedimento descrito por Oliveira e Resende (1990) e adaptado por Barros (2001). Depois de coletado, o solo foi seco ao ar e passado em peneira de malha de 4,00 mm. Uma parte foi destorroada e passada em peneira de 2,00 mm de malha, para caracterização química e física.

O extrato da pasta saturada foi obtido pela metodologia sugerida por Richards (1954). No extrato foram determinados a condutividade elétrica (CE), o cálcio, o magnésio, o sódio e o potássio solúveis. Os valores da relação de adsorção de sódio (RAS) foram obtidos a partir dos resultados de sódio, cálcio e magnésio solúveis, usando a equação $RAS = (Na^+) / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$ (tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do extrato da pasta saturada do solo.

Condição	Camada	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	RAS
	cm	-- dS m ⁻¹ --	----- mmol _c L ⁻¹ -----				(mmol L ⁻¹) ^{1/2}
Sequeiro	00-30	13,16	35,66	31,10	62,95	2,74	10,90
Irrigado	00-30	12,25	30,54	24,05	54,04	8,66	10,24

As frações granulométricas foram determinadas pelo método de Boyoucos (1962), após lavagem com etanol a 60% até reação negativa para cloreto descrito pela EMBRAPA (1997). A fração correspondente à areia foi fracionada em cinco classes: areia muito grossa (AMG, 2,00 a 1,00 mm), areia grossa (AG, 1,00 a 1,50 mm), areia média (AM, 0,50 a 0,25 mm), areia fina (AF, 0,25 a 0,10 mm) e areia muito fina (AMF, 0,10 a 0,05 mm).

Seguindo está mesma metodologia foram determinadas: a densidade do solo, pelo método do anel volumétrico; a densidade das partículas, pelo método do balão volumétrico e a argila dispersa em água (ADA) e os resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Caracterização física do solo

Condição	Análise Granulométrica							Classe Textural	Dp	Ds	ADA
	Areia					Silte	Argila				
	AMG*	AG*	AM*	AF*	AMF*						
-----	-----g kg ⁻¹ -----							-----	kg dm ⁻³		g kg ⁻¹
Sequeiro	21,10	70,60	292,90	339,90	151,00	30,50	94,00	Areia franca	2,56	1,57	54,00
Irrigado	15,88	68,33	291,00	344,50	164,15	16,44	99,80	Areia franca	2,50	1,57	14,00

AMG – areia muito grossa; AG – areia grossa; AM – areia média; AF- areia fina; AMF – areia muito fina; ADA – argila dispersa em água.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial de 2 x 5, dois manejo de exploração agrícola (sequeiro e irrigado) e cinco lâminas de lixiviação (1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 volume de poros) com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais.

O fator lâmina de lixiviação refere-se à aplicação de lâmina de água para correção de solo salino, calculada em função do volume de poros (VP) do solo. Os tratamentos correspondentes a este fator foram:

- L1 - Lâmina equivalente a uma vez o volume de poros - 1,0 VP;
- L2 - Lâmina equivalente a uma vez e meia o volume de poros - 1,5 VP;
- L3 - Lâmina equivalente a duas vezes o volume de poros - 2,0 VP;
- L4 - Lâmina equivalente a duas vezes e meia o volume de poros - 2,5 VP;
- L5 - Lâmina equivalente a três vezes o volume de poros - 3,0 VP.

Para uma melhor discussão dos resultados foi incluída uma testemunha relativa em condição de saturação, não submetida à lixiviação, correspondente a lâmina equivalente a zero volume de poros (Lo).

A unidade experimental foi constituída de tubo de PVC com 10 cm de diâmetro e 65 cm de altura, fechadas em sua extremidade com um tampão (PVC), tendo em sua base um sistema de drenagem.

O solo resultante da passagem em malha de 4,00 mm, foi acondicionado nas colunas de PVC até altura de 60 cm, de modo a aproximar do valor da densidade do solo em condições de campo.

As colunas preenchidas com solo foram saturadas por fluxo ascendente, utilizando-se água proveniente da barragem de Itaparica, localizada no município de Petrolândia. Durante a operação de saturação foi determinado o respectivo volume total de poros de cada coluna, pela diferença entre o volume de água para o preenchimento total do espaço interno da coluna, com diâmetro interno de 9,8 cm e altura de 60 cm, e o volume de água que sobrou após a saturação da coluna preenchida com solo. Para efeito de cálculo da lâmina de lixiviação foi adotada média dos valores correspondentes ao volume total de poros de dez unidades experimentais de cada bloco.

Depois da saturação, as unidades experimentais foram fechadas com sacos plásticos, para evitar perdas por evaporação, permanecendo por 48 horas para o equilíbrio do sistema.

Acima de cada coluna de solo foi adaptado um frasco de Mariote, de forma a manter uma carga hidráulica constante de 2,5 cm de altura. Internamente foi colocada uma seção circular de tecido de nylon umedecido sobre a superfície do solo de modo a evitar sua perturbação durante a aplicação dos tratamentos.

Após lixiviação, as colunas foram acondicionadas na mesma ordem e posição em bancadas, permanecendo por 30 dias, a fim de perda de umidade por evaporação. Depois a desmontagem, o solo foi seco ao ar e passado em peneira de 4,00 mm. Retirou-se parte do solo, sendo esta porção destorroada e passada em peneira de 2,00 mm, para determinação de: condutividade elétrica (CE), cátions solúveis relação de adsorção de sódio (RAS) no extrato da pasta saturada do solo e argila dispersa em água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da aplicação das lâminas de lixiviação, na condição Lo (saturação), o avanço da frente de umedecimento de baixo para cima na coluna de solo provocou mudanças das concentrações dos sais e das composições dos cátions solúveis (Tabela 3). Foi observado que houve pequena redução dos valores da CE e nos valores das concentrações dos cátions solúveis. Bem como um pequeno acréscimo da RAS para a condição de sequeiro em comparação com os valores iniciais (tabela 1), pode ser também constatado comportamento semelhante para condição irrigada.

Tabela 3. Composição do extrato da pasta saturada do solo para a área de sequeiro e irrigada para Lo

Condição	Camada	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	RAS
	cm	(dS m ⁻¹)	-----mmol L ⁻¹ -----				(mmol L ⁻¹) ^{1/2}
Sequeiro	00-30	11,63	30,09	23,40	56,78	2,48	11,02
Irrigado	00-30	7,63	20,89	9,85	40,28	1,46	10,34

Depois da aplicação das lâminas de lixiviação, foi verificada influência da condição de sequeiro e irrigado em relação aos valores da condutividade elétrica (CE), Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solúveis e a relação de adsorção de sódio (RAS) e para o fator lâmina de lixiviação este efeito foi observado para a CE, para as concentrações de Ca²⁺, de Na⁺ solúveis e para os valores da RAS (Tabela 4). Tanto as amostras da área de sequeiro quanto as da irrigada apresentaram valores de CE inferiores a 4,00 dS m⁻¹ (Tabela 5). A concentração de sais solúveis para a condição de sequeiro foi reduzida de 11,63 dS m⁻¹ Lo para valor de 2,78 dS m⁻¹ e para a condição da área irrigada ocorreu redução na CE de 7,63 dS m⁻¹ para 2,28 dS m⁻¹. Estes resultados indicam correção da salinidade pela lixiviação utilizando da água de irrigação da barragem de Itaparica. Entretanto, é importante notar que as concentrações de sais caracterizavam-se com altas concentrações salinas (11,63 e 7,63 dS m⁻¹) e juntamente com a elevada quantidade de areia (textura areia franca) favoreceram a lixiviação da maior parte dos sais solúveis e consequentemente a correção da salinidade.

A hipótese de a concentração salina inicial elevada ter influenciado na lixiviação dos sais é sustentada por resultados obtidos por Silveira et al. (2008), que trabalhando com amostras superficiais de solos salinos e salino-sódicos, utilizando para lixiviação, lâminas de água de irrigação sintética com composição similar a da barragem de Custódia (PE) e água saturada com gesso, verificaram a correção da salinidade das amostras da camada superficial (0-20 cm) de solos do perímetro irrigado de Custódia. Os resultados obtidos por estes autores indicam que as maiores reduções da salinidade inicial estiveram associadas ao emprego da água sintética (salina), classificada como C₃S₁. Resultados similares foram obtidos por Barros et al. (2005) constatando a correção de salinidade de dois Neossolos Flúvicos afetados por sais e acondicionados em colunas de PVC, pelo emprego de água salina (CE=0,87 dS m⁻¹) e a aplicação de uma lâmina de lixiviação equivalente a 2,5 volume de poros.

Tabela 4. Influência dos fatores condição de exploração agrícola, lâminas de lixiviação e interação sobre condutividade elétrica do extrato da pasta saturada, cátions solúveis e relação de adsorção de sódio da camada 0-30 cm do solo

Variáveis	Valor F				CV (%)
	Bloco	Condição	Lâminas de Lixiviação	Interação	
CE	4,67*	17,03**	14,61**	3,84 ^{NS}	15,32
Ca ²⁺	11,26**	4,04 ^{NS}	7,58**	2,89 ^{NS}	11,34
Mg ²⁺	0,25 ^{NS}	17,20**	1,25 ^{NS}	1,95 ^{NS}	20,71
Na ⁺	1,97 ^{NS}	48,83**	12,29**	0,87 ^{NS}	21,65
K ⁺	4,60*	54,76**	1,73 ^{NS}	1,46 ^{NS}	21,07
RAS	1,78 ^{NS}	58,32**	10,82**	0,94 ^{NS}	54,67

NS - não significativo; * e ** - significativo a 5% e a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

Tabela 5. Médias da condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação do solo, dos cátions solúveis e da relação de adsorção do sódio (RAS) na camada 0-30 cm solo após lixiviação

Condição	CE (dS m ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}
		----- (mmol _c L ⁻¹) -----				
Sequeiro	2,78 A	8,84 A	9,48 A	10,00 A	2,42 A	3,50 A
Irrigado	2,28 B	8,22 A	7,21 B	4,26 B	1,42 B	1,43 B
Lâmina de lixiviação	CE (dS m ⁻¹)	Ca ²⁺	Mg ⁺	Na ⁺	K ⁺	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}
		----- (mmol _c L ⁻¹) -----				
1,0 VP	3,31 A	10,06 A	9,14 A	13,43 A	2,10 A	4,45 A
1,5 VP	2,81 A	8,59 B	9,04 A	8,14 B	2,06 A	2,84 B
2,0 VP	2,30 B	8,40 B	7,90 A	5,57 B	2,02 A	1,98 B
2,5 VP	2,16 B	8,01 B	7,86 A	4,41 B	1,90 A	1,57 B
3,0 VP	2,06 B	7,58 B	7,78 A	4,12 B	1,63 A	1,52 B

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, conforme teste Scott-Knott a 1% de probabilidade de erro.

Os teores de Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ e K⁺ solúveis para a condição de saturação (Lo) para a área irrigada foram: 20,89; 9,85; 40,28 e 1,46 mmol_c L⁻¹, depois da aplicação das lâminas de lixiviação, corresponderam a 8,22; 7,21; 4,26 e 1,42 mmol_c L⁻¹, respectivamente. Para a área de sequeiro, as concentrações iônicas foram reduzidas de 30,09; 23,40; 56,78 e 2,48 mmol_c L⁻¹ em Lo para 8,84; 9,48; 10,00 e 2,42 mmol_c L⁻¹.

Depois da lixiviação para os valores dos cátions solúveis tanto para a área irrigada, como para a de sequeiro a seqüência decrescente nas reduções estabelecida foi sódio, cálcio, magnésio e potássio (tabela 5). A predominância de sódio em relação aos outros cátions, provavelmente, pode ser explicada por este íon ser mais móvel que os demais foi mais facilmente carregados pelas lâminas de lixiviação. Os dados obtidos nesses estudos estão de acordo com os observados por Barros et al., (2004). Os autores constataram grande variação na concentração dos íons solúveis expressa pela CE do extrato de saturação e observaram também que o cátion mais lixiviado foi o sódio.

As modificações nas concentrações de Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺ provocaram alterações nos valores da RAS. O valor de 2,92 (mmol L⁻¹)^{1/2} relativo à área de sequeiro foi superior estatisticamente ao da área irrigado equivalente a 1,20 (mmol L⁻¹)^{1/2}. Possivelmente a mobilidade do íon sódio e a preferência de adsorção dos íons cálcio e magnésio pelas superfícies de trocas catiônica em relação a Na⁺ e K⁺ possam ter contribuído para esses resultados. David & Dimitrios (2002) relatam que a redução da salinidade na solução do solo resulta em grande redução da RAS. Os autores explicam que tal comportamento reflete o processo de difusão e a diluição da concentração dos íons Na⁺ e Ca²⁺.

Os efeitos do fator lâminas de lixiviação podem ser observados pelos maiores valores relacionados às variáveis CE, Ca²⁺, Na⁺ e RAS, em decorrência da aplicação da lâmina de lixiviação de 1,0 VP (Tabela

5). Isto é explicado pelo menor volume de água aplicado quando comparado ao aplicado para os volumes de 1,5; 2,0; 2,5 e 3 VP, o qual proporcionou menores efeitos de diluição e de deslocamentos de íons.

Em relação a CE, a aplicação de lâminas de 1,0 e de 1,5 VP resultaram em médias estatisticamente similares entre si e que diferem das decorrentes da aplicação das lâminas de 2,0, 2,5 e de 3,0 VP. Todas as médias foram inferior a 4,00 dS m⁻¹, indicando a correção da salinidade do solo. Este efeito foi constatado por Ferreira et al. (2006) ao verificar que a aplicação de lâmina de lixiviação de 1,0 VP foi capaz de reduzir a concentração de sais da camada de 0-30 cm de solo salino-sódico para valores inferiores a 4,00 dS m⁻¹. Por outro lado, os resultados obtidos por Barros et al, (2005) para amostras de Neossolos Flúvicos salinos e salino-sódicos, com variação de textura média a argilosa, indicam correção de salinidade quando são empregadas lâminas de lixiviação equivalentes a 2,5 VP. Isto é explicado porque a correção da salinidade do solo depende além da quantidade de água empregada, do teor de sais, da quantidade e qualidade de argila presentes na amostra de solo.

Na Tabela 6 pode ser observada para Lo a ocorrência de modificações das concentrações das frações granulométricas, da argila dispersa em água (ADA) em relação aos valores da caracterização (tabela 2). Para a área irrigada foi verificado que ocorreram maiores modificações para os valores de ADA, influenciadas pela modificação das concentrações de sais possivelmente ocorrida durante o período de equilíbrio das amostras (Lo) após a saturação das colunas de solo.

Tabela 6. Frações granulométricas, argila dispersa em água do solo para a área de sequeiro e irrigada após a saturação (Lo)

Amostra	Camada	Frações da Areia					Argila	Silte	ADA
		AMG	AG	AM	AF	AMF			
	-- cm --	----- g kg ⁻¹ -----							
Sequeiro	00-30	13,80	78,39	258,56	374,55	142,70	97,60	34,40	54,50
Irigado	00-30	13,38	73,00	258,80	380,90	144,42	101,40	28,10	53,25

AMG – areia muito grossa; AG – areia grossa; AM – areia média; AF- areia fina; AMF – areia muito fina; ADA – argila dispersa em água.

Depois a aplicação das lâminas de lixiviação, pode ser observada a influência em relação aos teores das frações argila total, silte, areia muito grossa (AMG), areia fina (AF) e areia muito fina (AMF), assim como do fator lâmina de lixiviação quanto às concentrações de argila total e de argila dispersa em água (Tabela 7).

Com a lixiviação, a condição de sequeiro manteve maiores concentrações de argila total, silte e AMG e a irrigada deteve maiores concentrações das frações AF e AMF (Tabela 8). Isto indica que as modificações na concentração e composição de sais solúveis influenciaram as frações granulométricas da matriz do solo.

A maior concentração de argila total está associada à aplicação da primeira lâmina de lixiviação, cuja média difere estatisticamente das relacionadas as lâminas de 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 VP, não sendo verificada diferença estatística entre estas médias. Antes do processo de saturação das colunas, os valores para o teor de argila total referentes à condição de sequeiro e da área irrigada corresponderam a 94 e 99,80 g kg⁻¹ o que implica em média geral de 96,90 g kg⁻¹. Para Lo, aqueles valores foram iguais respectivamente a 97,63 e 101,38 g kg⁻¹ resultando em média geral de 99,51 g kg⁻¹. Esta comparação indica que, possivelmente, tenha ocorrido transporte de argila para o lixiviado. Depois a aplicação de lâmina de 1,0 VP, o valor da concentração da argila total foi semelhante ao obtido para Lo. Tendo como referência o valor de 99,51 g kg⁻¹, as perdas correspondentes aos tratamentos de 1,5 e 3,0 VP equivalem ao intervalo de 6,23 a 8,42%.

Depois a lixiviação das unidades experimentais, as concentrações de ADA em ordem crescente corresponderam aos seguintes valores: 54,94; 55,88; 56,50; 62,44 e 64,63 g kg⁻¹ relacionados aos tratamentos equivalentes a 3,0, 2,5, 1,5, 2,0 e 1,0 VP, sendo as maiores médias relacionadas com as aplicações de 1,0 e 2,0 VP. O tratamento 1,5 VP está relacionado a uma das maiores concentrações de sais após a lixiviação das colunas de solo e tal fato pode ter contribuído para a menor atividade de dispersão das argilas em relação à média do tratamento 2,0 VP. A concentração de sais expressa pelo valor da média de CE, para o tratamento de 1,0 VP, embora seja similar estatisticamente à média da lâmina de lixiviação equivalente a 1,5 VP, não foi capaz de reduzir a dispersão das argilas. Possivelmente isso tenha sido influenciado pela menor decréscimo da concentração de Na⁺ em solução do solo (Tabela 8).

Boivin et al (2004) trabalhando em solos salinos e salino-sódicos, cultivados com arroz em tabuleiros inundados no nordeste da Tailândia, observaram que a dispersão da argila é controlada pela concentração de Na⁺ e Fe²⁺ solúveis. Minhas et al (1999) verificaram que, devido a parcial lixiviação dos sais do solo,

pode ocorrer alteração no balanço entre CE e RAS, possibilitando início de dispersão de argilas e posterior transporte para as camadas inferiores. Mace e Amrhein (2001) constataram pela diluição da concentração salina de água de drenagem e posterior aplicação em solos proporcionou a acumulação da quantidade de argila dispersa nos lixiviados coletados.

Tabela 7. Influência dos fatores amostra de solo, lâminas de lixiviação e da interação sobre as frações granulométricas, a argila dispersa em água depois da lixiviação

Variáveis	Valor F				CV (%)
	Bloco	Condição	Lâminas de Lixiviação	Interação	
AMG	10,10**	30,46**	4,66**	0,85 ^{NS}	8,89
AG	2,91 ^{NS}	3,45 ^{NS}	2,88 ^{NS}	0,11 ^{NS}	6,22
AM	4,29 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,95 ^{NS}	0,51 ^{NS}	2,67
AF	13,53**	16,74**	0,91 ^{NS}	0,16 ^{NS}	1,69
AMF	4,21 ^{NS}	18,46**	1,08 ^{NS}	0,68 ^{NS}	3,98
SILTE	5,44*	23,83**	2,59 ^{NS}	0,27 ^{NS}	15,18
ARGILA	2,62 ^{NS}	14,97**	4,38**	0,20 ^{NS}	5,00
ADA	11,56**	4,06 ^{NS}	12,17**	1,84 ^{NS}	6,00
GD	9,71**	0,96 ^{NS}	3,03 ^{NS}	0,22 ^{NS}	7,00

NS - não significativo; * e ** - significativo a 5% e a 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

Tabela 8. Médias das frações granulométricas, da argila dispersa em água e do grau de dispersão do solo após a lixiviação

Condição	AMG	AG	AM	AF	AMF	SILTE	ARGILA	ADA
	-----(g kg^{-1})-----							
Sequeiro	12,53 A	74,93 A	258,22 A	376,13 B	144,58 B	36,75 A	96,88 A	60,00 A
Irrigado	10,73 B	72,24 A	258,12 A	384,46 A	152,61 A	30,75 B	91,13 B	57,75 A

Lâminas de lixiviação	AMG	AG	AM	AF	AMF	SILTE	ARGILA	ADA
	-----(g kg^{-1})-----							
1,0 VP	10,94 A	69,95 A	254,34 A	379,63 A	150,15 A	35,13 A	99,88 A	64,63 A
1,5 VP	10,98 A	72,63 A	259,92 A	383,26 A	149,78 A	30,13 A	93,31 B	56,50 B
2,0 VP	11,52 A	73,29 A	260,32 A	377,32 A	150,36 A	33,25 A	93,94 B	62,44 A
2,5 VP	11,83 A	74,64 A	258,00 A	381,10 A	147,26 A	35,44 A	91,75 B	55,88 B
3,0 VP	12,87 A	77,44 A	258,27 A	380,08 A	145,41 A	34,81 A	91,13 B	54,94 B

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si, conforme teste Scott-Knott a 1% de probabilidade de erro.

CONCLUSÃO

A lâmina de lixiviação equivalente a 1,5 VP, aplicada por inundação de forma contínua, corrigiu a salinidade e proporcionou a menor dispersão da argila do solo tanto para condição de sequeiro como para irrigada;

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARROS, M. DE F.C. **Recuperação de solos salinos sódicos pelo uso de gesso de jazida e calcário.** Viçosa, UFV, 2001, 87 p. Tese Doutorado.

BARROS, M. de F. C.; FONTES, M. P.; ALVES, 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, n. 8, p. 59-64, 2004.

BARROS, M. DE F.C.; SANTOS, P.M.; SILVA, A.J. **Recuperação de solos afetados por sais usando água de qualidade inferior.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.310-313, 2005.

BOIVIN, P.; SAEJIEW, A.; GRUNBERGER, O; ARUNIN, S.; **Formation of soils with contrasting textures by translocation of clays rather than ferrolysis in flooded rice fields in Northeast Thailand.** European Journal of Soil Science, v.55, p. 713-724, 2004.

BOYOUCOS, G.Y. **Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil.** Agronomic Journal, v.54, p.454-455, 1962.

DAVID, R.; DIMITRIOS, P.; **Diffusion and cation exchange during the reclamation of saline-structured soils.** Geoderma, Columbus, v.107, p. 271-279, 2002.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de método de análises de solo.** 2º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 212p. 1997.

FERREIRA, P.A.; MOURA, R.F.; SANTOS, D.B.; FONTES, P.C.R; MELO, R.F. **Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.10, n.3, p.570–578, 2006.

GHEYI, H. R., QUEIROZ, J. E., MEDEIROS, J. F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Paraíba : UFPB, 1997.

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.

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.

OLIVEIRA, M.; RESENDE, M. **Os solos aluviais eutróficos (Fluvents) no baixo Açu-RN e a adoção de altos insumos: problemas e perspectivas.** Revista Caatinga, Mossoró, v.7, p.220-225, 1990.

SILVA, M.O.; FREIRE, M.B.G.S.; MENDES, A.M.S.; FREIRE, F.J.; SOUSA, C.E.S.; GÓES, G.B. **Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.6, p.593-605, 2008.

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.** Scientiae Agrícola, Piracicaba, v.65, n.1, p.69-76, 2008.

RHOADES, D.J. **Drainage for salinity control.** In: Schnfsgaarde, J.Van. ed. Drainage for agriculture. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1974. p.433-460. (Agronomy, 17)

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A.A. **Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável.** In: Curi, N.; Marques, J.J.; Guilherme, L.R.G.; Lima, J.M.; Lopes, A.S; Alvarez, V.H. (eds) Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.3, 2003. p.165-208.

Richards, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60.