

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FÍSICAS DO SOLO CULTIVADO COM SORGO FORRAGEIRO IRRIGADOS COM ÁGUA SALOBRA E MATÉRIA ORGÂNICA

Amélia de Macedo¹, Jaciele Beserra de Lira², Gherman Garcia Leal de Araújo³, Glayciane Costa Góis⁴, Fleming Sena Campos⁵, Cleyton de Almeida Araújo⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito das doses de matéria orgânica e lâminas de água salobra sobre os atributos químicos e físicos do solo cultivado com sorgo. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com arranjo fatorial 4 x 4, resultantes da combinação entre quatro regimes hídricos (25%, 50%, 75% e 100% da Eto), quatro níveis de matéria orgânica (0 Mg ha⁻¹; 15 Mg ha⁻¹; 30 Mg ha⁻¹; 45 Mg ha⁻¹) com três repetições. Foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica (CE), as concentrações de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e alumínio (Al), somas de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V), a acidez trocável (H+Al), densidade do solo; densidade de partículas; porosidade total; areia; silte e argila. Não houve interação entre as lâminas de água salobra e matéria orgânica (P>0,05) sobre os atributos químicos do solo nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40cm. As lâminas de água e matéria orgânica não alteraram (P>0,05) os atributos químicos do solo nas camadas de 0-20 e 20-40cm. Não houve interação entre as lâminas de água salobra e matéria orgânica (P>0,05) sobre os atributos físicos do solo nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40cm. Houve efeito significativo das lâminas de água na camada 0-20 cm sobre a densidade (P=0,038) e porosidade (P=0,033) do solo, e na camada de 20-40 cm sobre a densidade (P=0,027). O cultivo de sorgo forrageiro com lâminas de água salobra até 100% da evapotranspiração não altera as características química e físicas do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Acidez trocável, atributos edáficos, salinidade

¹ Mestrado em Ciência Animal-UNIVASF, ameliamedo71@gmail.com

² Doutoranda em Agronomia- UFPB

³ Pesquisador Embrapa Semiárido

⁴ Pós doutoranda no Programa de Pós Graduação em Ciência Animal – PPGCA/ UNIVASF

⁵ Pós doutorando no Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagens – UFRPE/UAG

⁶ Doutorando em Ciência Animal- UNIVASF

CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL CULTIVATED WITH FORAGE SORGHUM IRRIGATED WITH BRICK WATER AND ORGANIC MATTER

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of doses of organic matter and brackish water on the chemical and physical attributes of soil cultivated with sorghum. A randomized block design (DBC) was adopted, with a 4 x 4 factorial arrangement, resulting from the combination of four water regimes (25%, 50%, 75% and 100% of Eto), four levels of organic matter (0 Mg ha⁻¹; 15 Mg ha⁻¹; 30 Mg ha⁻¹; 45 Mg ha⁻¹) with three replications. The following parameters were evaluated: pH, electrical conductivity (EC), concentrations of potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na) and aluminum (Al), sums of bases (SB), capacity cation exchange (CTC), base saturation (V), exchangeable acidity (H + Al), soil density; particle density; total porosity; sand; silt and clay. There was no interaction between the layers of brackish water and organic matter ($P > 0.05$) on the chemical attributes of the soil at depths of 0-20 cm and 20-40cm. The layers of water and organic matter did not alter ($P > 0.05$) the chemical attributes of the soil in the 0-20 and 20-40cm layers. There was no interaction between the layers of brackish water and organic matter ($P > 0.05$) on the physical attributes of the soil at depths of 0-20 cm and 20-40cm. There was a significant effect of water depths in the 0-20 cm layer on the density ($P = 0.038$) and porosity ($P = 0.033$) of the soil, and in the 20-40 cm layer on the density ($P = 0.027$). The cultivation of forage sorghum with layers of brackish water up to 100% of evapotranspiration does not alter the chemical and physical characteristics of the soil.

KEYWORDS: Exchangeable acidity, edaphic attributes, salinity

INTRODUÇÃO

A água é um componente dinâmico no ecossistema, atualmente é considerada um dos recursos limitantes para o desenvolvimento produtivo. As regiões Semiáridas e Áridas são caracterizadas pela irregularidade de chuvas dentro e ao longo dos anos (SALEM, 2010), promovendo assim alteração na dinâmica da produção de forrageiras de qualidade, afetando a produção do rebanho e limitando a eficiência do sistema produtivo.

Uma alternativa viável e sustentável na produção de alimentos é o aproveitamento das fontes de recursos hídricos salobras. No entanto, é fundamental o manejo adequado e eficiente desse tipo de água em sistemas irrigados (SILVA et al., 2014). Quando associado o uso de

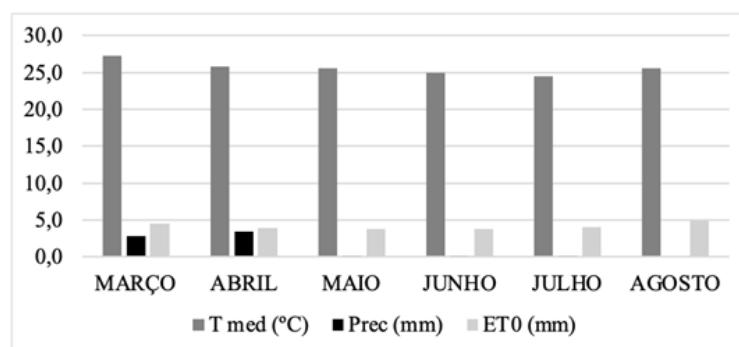
água salobra e matéria orgânica, promove um efeito compensatório na dinâmica dos sais no solo devido o fornecimento de nutrientes, estruturação do agregados do solo, infiltração, retenção de água e aeração do solo (FARIAS et al., 2009; DIAS et al., 2016).

Desta forma o sorgo forrageiro vem se destacando pela sua adaptação, com elevadas produções de biomassa quando irrigadas com água salina, podendo ser considerada uma alternativa para cultivo que utilizem recursos (água e solo) salinos (MORAIS NETO, 2009). Neste contexto, considerando o cenário atual das pesquisas aplicadas para a região Semiárida brasileira tem-se como percepção básica a escassez de estudos direcionados para a avaliação das características químicas do componente edáfico em sistemas bioassalinos, a fim de obter subsídios relevantes para a proteção dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável da pecuária regional. Visando tais fatores, objetivou-se avaliar o efeito das doses de matéria orgânica e lâminas de água salobra sobre os atributos químicos e físicos do solo cultivado com sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

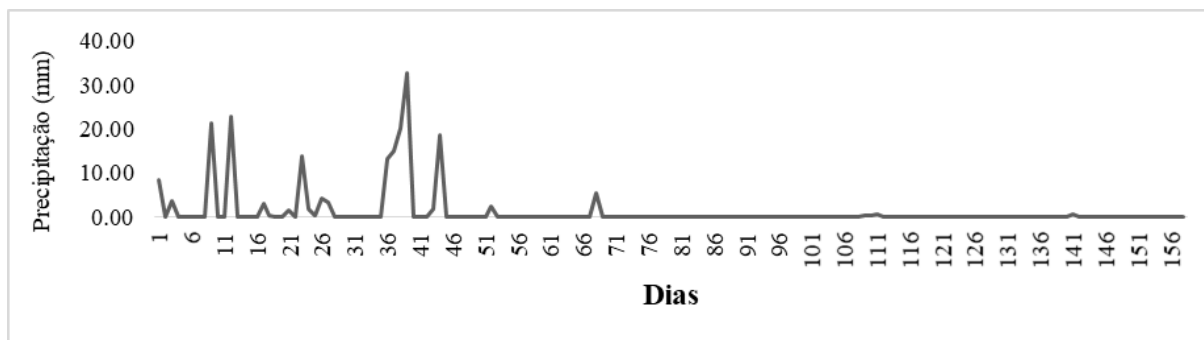
O experimento foi conduzido na área de Prospecção e Estudos em Agricultura Bioassalina do campo experimental da caatinga pertencente a EMBRAPA Semiárido, estado de Pernambuco (latitude 09°04'16,4" Sul, longitude 40°19'5,37" Oeste e altitude de 379 metros de altitude). De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo BSw^h. A precipitação pluviométrica média anual da região de Petrolina é de 482,6 mm com valores médios de temperaturas máximas e mínimas iguais a 32,30 e 22,20°C, respectivamente (INMET, 2019)

Durante o período do estudo (março/2018 a agosto/2018) a temperatura média foi 25,6°C, com evapotranspiração na média de 4,1 mm diários e a precipitação total de 140,8 mm (EMBRAPA, 2018), os dados meteorológicos podem ser observados na figura 1 e 2.



Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Semiárido – Campo Experimental Caatinga.

Figura 1. Dados meteorológicos mensais da Estação Experimental da Caatinga – Embrapa Semiárido de março a agosto de 2018



Fonte: Estação Meteorológica Embrapa Semiárido – Campo Experimental Caatinga.

Figura 2. Precipitação pluvial diária

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4 x 4, composto por quatro lâminas de água (25%, 50%, 75% e 100% da Eto os totais de lâminas de 74,16; 130,83; 187,50 e 244,17 mm, respectivamente), quatro níveis de matéria orgânica (0 Mg ha⁻¹; 15 Mg ha⁻¹; 30 Mg ha⁻¹; 45 Mg ha⁻¹) com três repetições. Cada subparcela experimental foi composta por 6 linhas, de 6 metros de comprimento por 3,6 metros de largura e 0,60 cm entre linhas, totalizando 48 subparcelas para a cultura do sorgo. A variedade utilizada neste experimento foi a BRS Ponta Negra.

A água utilizada na irrigação, proveniente de poços tubulares, apresentou condutividade elétrica média de 3,84 dS/m, e foi classificação como C3S1, ou seja, com salinidade alta, teor de sódio baixo e dureza média de 109,76 mg L⁻¹ considerada como moderada (75-150 mg L⁻¹) baseado em carbonato de cálcio, de acordo com a classificação de Richards (1954). A irrigação diariamente, de acordo com a necessidade da cultura, por gotejamento superficial por meio de tubo gotejador com emissores com vazão de 1,6 L h⁻¹, diâmetro nominal (DN) de 16 mm, espaçados 0,20 m entre si.

Tabela 1. Valores médios da análise química da água do poço artesiano do campo experimental da caatinga, utilizada na irrigação.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	pH	C.E	Dureza	R.A.S
Mmol L ⁻¹						ds m ⁻¹	Mg L ⁻¹	
15,14	6,89	3,72	0,29	22,04	7,38	1,73	109,76	0,62

Ca= cálcio; Mg= magnésio; Na= sódio; K= potássio; Cl- = cloreto; CE= condutividade elétrica; RAS= relação de adsorção de sódio.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013) situado em um relevo plano, apresentando textura média. Após o fim do ciclo vegetativo realizou-se a coleta do solo nas camadas de 0-20cm e 20-40cm para avaliação dos seguintes parâmetros: O pH e a condutividade elétrica foram determinados por pHmetro e condutivimetro de bancada respectivamente. As concentrações de potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e alumínio (Al), conforme metodologias descritas por Holanda Filho et al. (2011). Após a obtenção do resultado das análises químicas, calculou-se a somas de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V) e a acidez

trocável (H+Al). Para a avaliação físicas foram amostradas com amostras indeformadas com cilindros volumétricos (0,03x0,05 m) nas camadas de 0-20 e 20-40 cm para avaliação da densidade do solo e porosidade total conforme metodologia de Claessen (1997). A densidade de partículas e a fração de areia, silte e argila foram avaliadas conforme a metodologia descrita por Donagema et al. (2011).

Os resultados obtidos foram analisados usando-se o Software SISVAR e submetidos à análise de variância e regressão a 5% de probabilidade. O modelo estatístico empregado foi utilizado: $Y_{klj} = m + b_j + L_k + M_l + (L.M)_{kl} + e_{klj}$, em que: Y_{klj} = valor observado da variável; m = média geral; b_j = efeito do bloco; L_k = efeito das lâminas de água; M_l = efeito da matéria orgânica; $L.M_{kl}$ = interação entre as lâminas de água e matéria orgânica; e_{klj} = erro residual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre as lâminas de água salobra e matéria orgânica ($P > 0,05$) sobre os atributos químicos do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40cm. Quando o solo encontra-se em processo de salinização ou salinizado o Na é o íon predominante (TAVARES FILHO et al., 2012), assim o aumento do conteúdo iônico reduz o pH da solução do solo (PESSOA, 2009), efeito esse que não foi observado neste estudo, que também foi observado por Garcia et al. (2008) onde o aumento da salinidade não afetou os valores de pH do solo. Além do pH outro fator importante par identificação de solo salinos é a condutividade elétrica (CE). Em estudo desenvolvido por Hammami et al. (2016) foi observado que quando aumentava-se a profundidade do solo havia um aumento sobre a CE, fato que não foi observado no presente estudo onde o nível de CE permaneceu estável. Esse resultado também foi observado por Ferraz Júnior (2018) em pesquisa realizada com indicadores de qualidade de solo em área de cultivos em sistema bioassalino, onde não foi observado elevação da C.E. sob diferentes profundidades. Não houve efeito significativo das lâminas de irrigação e cargas de matéria orgânica sobre o Ca ($P < 0,05$), visto que ele é um fator importante nesse estudo, já que a presença dele possibilita a permuta sobre o Na solução (FERRAZ JÚNIOR, 2018).

Tabela 2. Características química do solo cultivado com sorgo forrageiro em função das lâminas de irrigação com água salobra e matéria orgânica.

Variáveis	Lâmina – La (% da evapotranspiração)				Matéria Orgânica – Mo (Megagrama ha ⁻¹)				Valor- P		
	25	50	75	100	0	15	30	45	La	Mo	La*Mo
	<i>0 – 20 cm</i>										
CE	4,12	2,88	3,34	2,91	3,11	4,06	2,83	3,25	0,096	0,144	0,698
pH	7,01	6,95	7,15	6,35	6,92	6,81	6,47	7,25	0,254	0,322	0,418
K	0,55	0,50	0,30	0,28	0,34	0,27	0,35	0,67	0,326	0,129	0,769

Na	0,50	0,50	0,52	0,46	0,60	0,44	0,44	0,50	0,924	0,139	0,573
Ca	5,05	4,20	5,36	5,00	4,91	5,08	5,32	4,30	0,619	0,709	0,268
Mg	2,03	1,88	2,33	1,81	2,02	1,97	1,90	2,15	0,322	0,855	0,665
H+Al	0,15	0,44	0,19	0,33	0,27	0,32	0,37	0,14	0,182	0,418	0,349
SB	8,14	7,10	8,52	7,57	7,89	7,78	8,01	7,65	0,606	0,990	0,276
CTC	8,30	7,53	8,72	7,90	8,16	8,11	8,39	7,79	0,714	0,956	0,303
V	98,10	93,29	97,26	94,30	95,90	95,15	94,39	97,50	0,153	0,603	0,450
<i>20 – 40 cm</i>											
CE	2,72	2,78	2,78	3,39	2,77	2,68	2,76	3,47	0,623	0,489	0,544
pH	6,25	6,00	5,95	6,00	5,91	5,94	6,18	6,16	0,692	0,652	0,561
K	0,88	0,72	0,51	0,55	0,76	0,48	0,58	0,84	0,424	0,443	0,587
Na	0,52	0,53	0,42	0,44	0,64	0,38	0,43	0,46	0,674	0,099	0,169
Ca	3,90	4,00	3,71	3,49	3,79	3,62	4,02	3,67	0,648	0,790	0,768
Mg	1,73	1,65	4,22	1,65	1,65	1,60	4,41	1,60	0,409	0,326	0,408
Al	0,004	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,251	0,579	0,355
H+Al	0,95	1,04	0,95	1,17	1,09	1,18	0,84	1,01	0,574	0,275	0,186
SB	7,05	6,91	8,86	6,16	6,85	6,10	9,46	6,58	0,533	0,294	0,330
CTC	7,97	7,97	9,83	7,34	7,94	7,27	10,30	7,60	0,574	0,362	0,383
V	88,23	85,65	86,48	83,07	86,25	82,75	89,08	85,35	0,405	0,239	0,433

CE= condutividade elétrica (mS cm^{-1}); pH= potencial hidrogeniônico; K= potássio (cmolc dm^{-3}); Na= Sódio (cmolc dm^{-3}); Ca= cálcio (cmolc dm^{-3}); Mg= magnésio (cmolc dm^{-3}); H + Al= acidez trocável e não trocável (cmolc dm^{-3}); SB= soma de bases (cmolc dm^{-3}); CTC= capacidade de troca catiônica (cmolc dm^{-3}); V= saturação por bases (%).

Houve efeito isolado das lâminas de água sobre a densidade do solo ($P=0,038$) e porosidade ($P=0,033$) na camada de 0-20cm. Efeito inverso foi observado na camada de 20-40 cm, com o aumento das lâminas de água salobra reduziu ($P=0,027$) a densidade do solo. A irrigação com água salobra afetou a porosidade do solo, possivelmente devido a presença de Na, Ca e Mg, assim esse conteúdo iônico na água favorece a floculação das argilas, aumentando a porosidade total, como observados (SILVA et al., 2005). Não houve interação das lâminas de água salobra e matéria orgânica ($P<0,05$) sobre as características físicas do solo (Tabela 3).

Tabela 3. Características física do solo cultivado com sorgo forrageiro em função das lâminas de irrigação com água salobra e matéria orgânica.

Variáveis	Lâmina – La				Matéria Orgânica – Mo				Valor- P		
	(% da evapotranspiração)				(Toneladas ha^{-1})				La	Mo	La*Mo
	25	50	75	100	0	15	30	45			
<i>0 – 20 cm</i>											
Densidade ¹	1,32	1,34	1,36	1,37	1,36	1,36	1,34	1,33	0,038	0,589	0,337
DPa	2,56	2,55	2,55	2,54	2,56	2,53	2,55	2,57	0,855	0,464	0,552
Porosidade ²	48,44	47,15	46,68	45,94	46,84	46,08	47,38	47,90	0,033	0,427	0,272
Areia	707,92	687,47	702,06	680,03	686,74	703,75	695,80	691,19	0,349	0,779	0,714
Silte	207,47	234,16	223,28	239,22	227,26	221,92	223,63	231,33	0,225	0,938	0,184
Argila	84,61	78,35	74,65	80,75	86,00	74,32	80,56	77,47	0,794	0,694	0,129
<i>20 – 40 cm</i>											
Densidade ³	1,27	1,33	1,31	1,29	1,29	1,32	1,30	1,30	0,101	0,027	0,653
DPa	2,58	2,60	2,58	2,58	2,61	2,59	2,57	2,57	0,904	0,396	0,263
Porosidade	50,82	48,47	49,10	49,87	50,56	48,97	49,34	49,39	0,190	0,515	0,577
Areia	682,98	676,99	684,68	684,68	660,62	695,92	672,55	683,11	0,839	0,382	0,788
Silte	183,81	187,35	174,03	188,76	190,25	184,70	181,86	177,14	0,774	0,858	0,849
Argila	133,21	135,65	141,29	143,69	149,12	119,38	145,59	139,75	0,956	0,512	0,980

Densidade do solo (kg.dm^{-3}); DPa= Densidade de partículas (kg.dm^{-3}); Porosidade (%); Areia (g.kg^{-1}); Silte (g.kg^{-1}); Argila (g.kg^{-1}); Equações: $\hat{y} = 1,310417 + 0,016917x$, $R^2 = 0,96$; $\hat{y} = 49,049583 - 0,797333x$, $R^2 = 0,95$; $\hat{y} = 1,184792 + 0,113958x - 0,021875x^2$, $R^2 = 0,84$.

CONCLUSÕES

Aplicações de lâminas de água salobra até 100% da evapotranspiração associados e doses de matéria orgânica de 45 Mg ha⁻¹ em cultivos de sorgo forrageiro não afeta as características química e físicas do solo. Contudo, promove alterações na densidade e porosidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.
- DIAS, A. S.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. D.; GHEYI, H. R.; PINHEIRO, F. W. A. Crescimento e produção de algodoeiro de fibra colorida cultivado em solo salino-sódico e adubação orgânica. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 260-273, 2016.
- DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. M. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E), 2011.
- FARIAS, S. G. G. de.; SANTOS, D. R. dos.; FREIRE, A. L. de O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição Mineral de gliricídia (*gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 33, p. 1499-1505, 2009.
- FERRAZ JUNIOR, R. S. **Indicadores de qualidade de solo em área cultivada com gliricídia e palma forrageira em Sistema Biossalino no Semiárido Nordeste**. Embrapa Semiárido-Tese/dissertação (ALICE). Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Semiárido) –Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Petrolina, Petrolina – PE, 2018.
- HAMMAMI, Z. et al. Evaluation of performance of different barley genotypes irrigated with saline water in South Tunisian Saharan conditions. **Environ. Exp. Biol**, v. 14, p. 15-21, 2016.
- HOLANDA FILHO, R. S.; SANTOS, D. B. D.; AZEVEDO, C. A.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 60-66, 2011.

MORAIS NETO, L. B. **Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 74p. Dissertação Mestrado

RICHARDS, L. A. Origin and nature of saline and alkali soils. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. **Agricultural Handbook**, n. 60, p. 1-6, 1954.

SALEM, H.B. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 337-347, 2010.

SILVA, J. L. de A.; MEDEIROS, J. F. de.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. de A. de.; JUNIOR, M. J. da S. I. B. do N. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, (Suplemento), p. S66-S72, 2014.

TAVARES FILHO, A. N.; BARROS, M. do F. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. de F. Incorporação de gesso para correção da salinidade e sodicidade de solos salino sódicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 247-252, 2012.

SILVA, E. F. da; ASSIS JÚNIOR, R. N. de; SOUSA, J. I. G. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre atributos hídricos de um neossolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 389-396, 2005.