

ESTADO SALINO DOS SOLOS EM UMA ÁREA IRRIGADA NO TRECHO PERENIZADO DO RIO TRUSSU

B. E. A. Barros¹, M. M. S. Moura², H. A. de Q. Palácio³, J. R. de Araújo Neto⁴,
D. L. dos Santos⁵

RESUMO: Objetivou-se com este estudo avaliar os impactos da irrigação em uma área irrigada com cultivo de goiaba (*Psidium guajava*) com as águas do trecho perenizado do rio Trussu, comparando com uma área de Caatinga em regeneração na região semiárida tropical. A área de estudo localiza-se no município de Iguatu, Ceará, Brasil. As amostras de solo foram coletadas bimestralmente (2013-2015) em três camadas distintas de 0-30, 30-60 e 60-30 cm nas duas áreas. Verificou-se durante o período que os solos das duas áreas não apresentavam problemas de salinidade, sendo que, os valores mais elevados pertenciam a camada de 0-30 cm. A condutividade elétrica (CE_{es}) das amostras da área irrigada sempre se manteve acima dos valores da área com Caatinga. Os valores de percentual de sódio trocável (PST) e razão de adsorção de sódio (RAS) das amostras em todo período, evidenciaram que os solos não apresentaram riscos quanto a sodicidade e problemas de infiltração nas duas áreas estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, salinidade, sodicidade

SOILS SALINE STATE IN AN IRRIGATED AREA IN THE PERENIZADO TRUSSU RIVER

SUMMARY: The aim of this study to assess the impacts of irrigation in an irrigated area with cultivation of guava (*Psidium guajava*) with the waters of the Trussu River perenizado, comparing with an area of Caatinga in regeneration, Located in the municipality of Iguatu-CE. The soil samples were collected bimonthly (2013-2015) in three distinct layers of 0-30, 30-60 and 60-30 cm in the two areas. It was found during the period that the soils of two areas did not present problems of salinity and the highest layer belonged to 0-30 cm. The electrical conductivity (EC_{es}) of the samples of the irrigated area has always remained above the values of the area with Caatinga. The values of the percentage of sodium exchangeable (PST) and the

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco. E-mail: beduardo@outlook.com.

² Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE, Iguatu – Ceará. E-mail: matheusmsm@hotmail.com.br.

³ Dra. em Engenharia Agrícola, Professora do IFCE, Iguatu – Ceará.

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Fortaleza – Ceará.

⁵ Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE, Iguatu – Ceará.

ratio of sodium adsorption (SAR) of the samples throughout the period, showed that the soils did not present risks as to sodicity and infiltration problems in the two studied areas.

KEYWORDS: irrigation, salinity, sodicity

INTRODUÇÃO

A salinização do solo em terras irrigadas está se tornando um problema crescente que afeta a produção agrícola global e a utilização sustentável dos recursos da terra, especialmente nas regiões áridas e semi-áridas (Zewdu et al., 2017). A baixa precipitação e a alta evapotranspiração potencial nessas regiões promovem o movimento ascendente de sais na solução do solo, o que afeta negativamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Para Acosta et al. (2011), a salinização do solo é um dos principais problemas nos solos sob práticas agrícolas intensivas, especialmente nas zonas áridas e semi-áridas.

As exigências de maior produção de alimentos têm impulsionado a utilização da irrigação na agricultura, principalmente em tornar as regiões áridas e semiáridas produtivas. Segundo Zewdu et al. (2017), as consequentes mudanças no uso da terra, principalmente devido à intensificação agrícola, juntamente com condições climáticas severas, incluindo a mudança climática global, aceleraram o processo de degradação da terra, que já causou redução de produção em muitas partes do mundo. Combinado com o uso de água de irrigação de baixa qualidade e condições climáticas que reduzem a qualidade do solo e, a salinização limita severamente o crescimento das culturas (Acosta et al., 2011).

Gerir a salinidade do solo agrícola é crucial para sustentar a produção de alimentos no futuro. Conforme Scudiero et al., (2017), a salinidade é tipicamente presente em áreas irrigadas, prejudicam o crescimento das plantas devido a efeitos osmóticos, efeitos específicos de toxicidade iônica, desequilíbrios nutricionais e influências sobre textura e permeabilidade do solo. Portanto, torna-se vital a necessidade de detectar a salinização e a degradação da terra, bem como avaliar a sua gravidade a qualquer momento (Zewdu et al., 2017).

Diante disso, objetivou-se com este estudo avaliar os impactos da irrigação em uma área irrigada com cultivo de goiaba (*Psidium guajava*) com as águas do trecho perenizado do rio Trussu, comparando com uma área de Caatinga em regeneração na região semiárida tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado ao longo do trecho de 24 km perenizado a jusante do açude Trussu, localizado na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, mais precisamente no município de Iguatu, na região Centro-Sul do Ceará. O Trussu tem capacidade de 268,8 hm³ (Cogerh, 2017), sua área de drenagem possui aproximadamente 1.600 km² que se estende nos municípios de Acopiara, Iguatu, Saboeiro e Jucás (Figura 1).

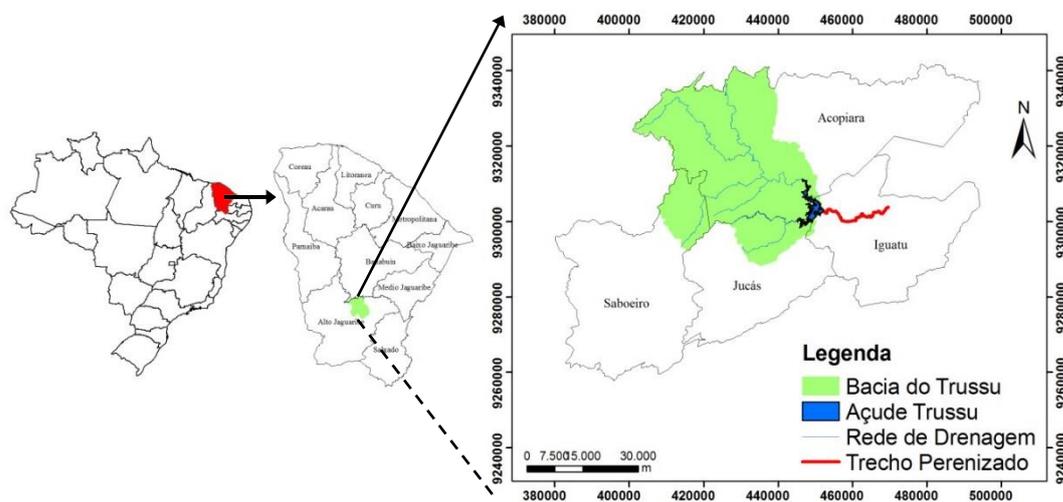


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do açude Trussu e do trecho perenizado do rio Trussu na bacia do Alto Jaguaribe, Ceará.

O clima da região é do tipo BSw'h' (Semiárido quente), de acordo com a classificação climática de Köppen, com temperatura média sempre superior a 18 °C no mês mais frio. A precipitação média histórica (1973-2016) da região é de 830 mm (Funceme, 2017), com 85% concentradas no período de janeiro a maio e cerca de 30% são registrados no mês de março. Apresenta evaporação potencial de 2.500 mm ano⁻¹ (Medeiros et al., 2014). Segundo a Funceme (2015) as duas áreas estudadas encontram-se na mancha de solo caracterizado como Neossolos Flúvicos (Figura 2).

Para o monitoramento da salinidade do solo foram estabelecidas duas estações amostrais (Figura 2). Durante o período de maio de 2013 a maio de 2015 foi realizado o monitoramento da salinidade do solo de uma área irrigada por microaspersão com o cultivo de goiaba (*Psidium guajava*) e de outra área sem intervenção antrópica com vegetação tropical seca denominada Caatinga em regeneração há mais de 25 anos.

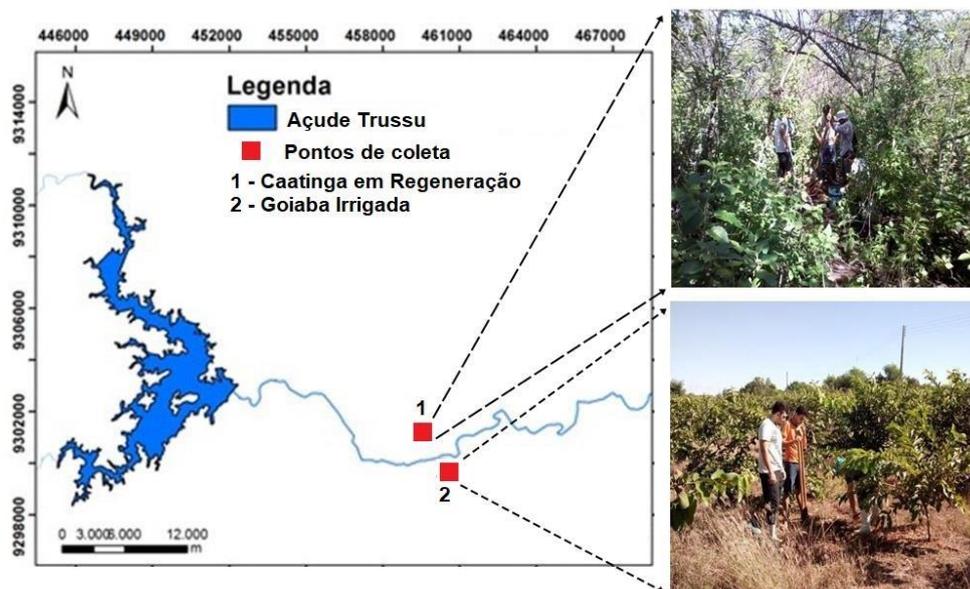


Figura 2. Áreas de coletas de solos às margens do trecho perenizado do rio Trussu, Ceará.

As amostras de solo foram coletadas bimestralmente, tendo início em maio de 2013 e término em maio de 2015, totalizando onze campanhas de coletas. As amostras foram coletadas em três camadas distintas, sendo a primeira de 0 a 30 cm, a segunda de 30 a 60 cm, e a última de 60 a 90 cm de profundidade, perfazendo um total de 66 amostras (2 áreas x 3 profundidades x 11 coletas). A tabela 1 apresenta a classificação textural e as porcentagens de areia, argila e silte para cada camada nas duas áreas estudadas.

Tabela 1. Classificação textural do solo em cada camada estudada nas áreas de Caatinga em regeneração e goiaba irrigada, trecho perenizado do rio Trussu, Ceará.

Identificação da Amostra	Areia Total (%)	Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Argila (%)	Silte (%)	Classificação Textural
Caatinga Reg. 0-30 cm	60,10	40,00	20,10	25,20	14,70	Franco argilo arenoso
Caatinga Reg. 30-60 cm	36,00	24,90	11,10	39,80	24,20	Franco argiloso
Caatinga Reg. 60-90 cm	29,10	9,90	19,20	28,00	42,90	Franco argiloso
Goiaba irrigada 0-30 cm	38,60	6,50	32,20	11,40	50,00	Franco siltoso
Goiaba irrigada 30-60 cm	35,90	8,50	27,30	5,70	58,40	Franco siltoso
Goiaba irrigada 60-90 cm	48,00	14,40	33,60	7,00	45,00	Franco arenoso

*Caatinga Reg.: Caatinga em regeneração.

Foram determinados de cada amostra a condutividade elétrica do estrato de saturação (CE_{es}), razão de adsorção de sódio (RAS), percentual de sódio trocável (PST), potencial de hidrogeniônico (pH), empregando a metodologia de Richards (1954).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os valores da CE das amostras de solo não ultrapassaram $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ nas duas áreas estudadas durante o período, sendo então classificadas os solos como não salino (Tabela 2), pelo fato de 100% das amostras analisadas com $CE < 4 \text{ dS m}^{-1}$, conforme a classificação de Richards (1954), fator esse, que pode estar relacionado com a baixa CE da água que é utilizada para irrigação.

Tabela 2. Classificação do estado dos solos de acordo com as concentrações da CE dos solos monitorados nas áreas com Caatinga em regeneração e goiaba irrigada

Identificação da Amostra	Mínimo	Máximo	Média	± D.P.	Classificação – Salinidade	
					Não Salino	Salino
					% das amostras	
Caatinga Regeneração (0-30 cm)	0,05	0,20	0,10	0,05	100,0	0,0
Caatinga Regeneração (30-60 cm)	0,03	0,18	0,07	0,04	100,0	0,0
Caatinga Regeneração (60-90 cm)	0,03	0,11	0,06	0,02	100,0	0,0
Goiaba Irrigada (0-30 cm)	0,12	0,47	0,27	0,10	100,0	0,0
Goiaba Irrigada (30-60 cm)	0,08	0,33	0,20	0,08	100,0	0,0
Goiaba Irrigada (60-90 cm)	0,05	0,54	0,20	0,14	100,0	0,0

*D.P.: Desvio padrão.

Observa-se maiores valores de CE para a primeira camada nas áreas de Caatinga em regeneração e goiaba irrigada, os valores de salinidade expressados pela CE variaram entre 0,05 e $0,20 \text{ dS m}^{-1}$ e 0,12 e $0,47 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, indicando que maiores concentração de sais na camada superficial do solo (0-30 cm) em áreas irrigadas é devido ao estado fenológico da cultura, que dependem de maior quantidade de sais, não favorecendo a percolação, e assim, aumentando a CE nessa camada, Libutti & Monteleone (2017).

Os valores de CE na área cultivada com goiaba sempre se mantiveram acima da Caatinga em regeneração, devido incorporação constante de sais pela irrigação e pela aplicação de fertilizantes agrícolas. Com esses acréscimos de sais o maior valor encontrado no período estudado foi de $0,54 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 2) na última camada do solo cultivado com goiaba, indicando que os sais estão sendo lixiviados e que pode estar associado a intensas lâminas de irrigação e eventos de precipitações pluviométricas. O uso de adubos minerais em demasia e lâminas de irrigação com o intuito de solubilizar estes, ocorre a lixiviação de sais e nutrientes para as camadas inferiores do solo (Islam et al., 2015; Libutti & Monteleone 2017).

Apesar dos baixos níveis de salinidade nas duas áreas, Ayers e Westcot (1999) afirmaram que a infiltração aumenta com a salinidade e diminui com a redução desta. Salinidade elevada conduz à floculação ou dispersão de partículas de solo, o que influencia a solubilidade de

matéria orgânica do solo e a mineralização dos nutrientes (Wong et al, 2010; Lu et al., 2016). Portanto, problemas de infiltração no solo podem ocorrer em virtude da baixa concentração de sais totais e não apenas por elevados valores de sódio. As baixas concentrações de sais alteram a espessura da dupla camada iônica que exerce efeito pronunciado no comportamento físico do solo reduzindo a infiltração da água.

A sodicidade do solo é caracterizada por apresentar $PST \geq 15\%$ e $CE < 4 \text{ dS m}^{-1}$, com um pH entre 8 e 10. As características dos solos dos locais monitorados não apresentaram problemas de sodicidade, sendo um dos principais fatores de degradação dos solos. Segundo Wong et al. (2010), a sodicidade aumenta a dispersão das argilas e reduz a estabilidade agregada, o que resulta em diminuição da permeabilidade do ar, infiltração e condutividade hidráulica. Na tabela 3 apresentam os valores do PST nas camadas das duas áreas e sua porcentagem em relação à classificação de Pizarro (1985). Nota-se que no período estudado a maioria das amostras na área Caatinga em regeneração está inserida na classificação Não-Sódica, com 100% das amostras na profundidade de 0 a 60 cm e 90,9% de 60 a 90 cm enquadradas nessa classe, e 9,1% das amostras consideradas ligeiramente sódicas na camada mais profunda (60-90 cm), evidenciando que a área preservada não apresenta problemas de sodicidade.

Tabela 3. Classificação do estado dos solos de acordo com os valores de PST dos solos monitorados nas áreas com Caatinga em regeneração e goiaba irrigada

Identificação da Amostra	Mínimo	Máximo	Média	± D.P.	Classificação – Sodicidade	
					Não Sódico	Ligeiro
					% das amostras	
Caatinga Regeneração (0-30 cm)	0,10	5,36	2,13	1,74	100,0	0,0
Caatinga Regeneração (30-60 cm)	0,12	5,94	2,21	2,07	100,0	0,0
Caatinga Regeneração (60-90 cm)	0,07	7,07	2,43	2,36	90,9	9,1
Goiaba Irrigada (0-30 cm)	1,16	6,70	3,90	1,74	100,0	0,0
Goiaba Irrigada (30-60 cm)	1,76	7,26	4,18	2,00	90,9	9,1
Goiaba Irrigada (60-90 cm)	0,98	8,11	3,98	2,91	63,6	36,4

*D.P.: Desvio padrão.

Os maiores valores de PST são observados nas camadas mais profundas da área irrigada, que chegou a apresentar 36,4% das coletas enquadradas como ligeiramente sódicas. Esses valores são levemente superiores, provavelmente por causa da lavagem dos sais, principalmente do Na^+ provenientes das irrigações excessivas em decorrência de um manejo inadequado. Apesar dos maiores valores PST na área irrigada, esses valores ainda são baixos e não apresentam risco quanto à sodicidade, sem problemas relacionados ao comportamento físico do solo e redução da infiltração em decorrências dos valores de Na^+ .

Conforme a tabela 4, 100% das amostras da Caatinga em regeneração encontram-se na primeira faixa da classificação (RAS < 3), indicando que não há riscos quanto aos problemas de permeabilidade do solo. Tal fato pode ser explicado pela área não sofrer ação antrópica e nem incrementos de sais. Já na área irrigada, verificou-se que os valores nas duas primeiras camadas apresentaram valores de RAS que ultrapassaram o valor 3 da RAS na classificação variando de 0,28 – 5,05. Entre o complexo de troca e a solução do solo existe um equilíbrio no que se refere aos cátions adsorvidos e dissolvidos, existe uma relação entre a RAS e a PST do solo, os baixos valores de PST associados aos baixos valores de RAS na solução do solo evidenciam que, quanto à sodicidade e problemas de infiltração, mesmo as áreas irrigadas e adubadas, ainda não atingiram níveis preocupantes. Segundo Wong et al. (2010), com o aumento da sodicidade no solo, causam alterações na estrutura do solo e na atividade radicular das plantas, reduzindo assim, a mobilidade de nutrientes e levando a deficiências nutricionais.

Tabela 4. Classificação do estado do solo de acordo com os valores de RAS dos solos monitorados nas áreas com Caatinga em regeneração e goiaba irrigada

Identificação da Amostra	Mínimo	Máximo	Média	± D.P.	Classificação	
					<3	3 - 6
RAS					% das amostras	
Caatinga Regeneração (0-30 cm)	0,05	0,35	0,22	0,12	100,0	-
Caatinga Regeneração (30-60 cm)	0,01	0,69	0,20	0,21	100,0	-
Caatinga Regeneração (60-90 cm)	0,01	0,75	0,21	0,21	100,0	-
Goiaba Irrigada (0-30 cm)	0,28	5,05	0,96	1,37	90,9	9,1
Goiaba Irrigada (30-60 cm)	0,31	4,08	0,88	1,09	90,9	9,1
Goiaba Irrigada (60-90 cm)	0,21	2,98	0,81	0,89	90,9	9,1

*D.P.: Desvio padrão.

Avaliando a acidez ou alcalinidade dos solos nas áreas monitoradas, verifica-se que os valores de pH variaram entre 5,0 a 8,6 para as camadas estudadas para a área em regeneração (Tabela 5). Durante o período de monitoramento seus valores se enquadraram na maioria das classes, não apresentando apenas na classe de acidez elevada, já que seus valores de pH foram superiores a 5,0. As classes de maior predominância foram as faixas de fraca acidez e fraca alcalinidade. Esses valores são bons para o desenvolvimento de vegetais, segundo Barreto et al. (2012), estudando a variabilidade espacial do pH no arroz irrigado, afirmaram que valores perto da neutralidade favorecem o desenvolvimento da maioria das culturas.

Tabela 5. Classificação do estado do solo de acordo com os valores de pH dos solos monitorados nas áreas com Caatinga em regeneração e goiaba irrigada

ID da Amostra	Mín	Máx	X	± D.P.	Classificação					
					Acidez			Neutro	Alcalinidade	
					Elevada	Média	Fraca		Fraca	Elevada
pH					% das amostras					
CER0-30	5,10	8,00	6,60	0,90	0,0	18,2	45,5	0,0	27,3	9,1
CER30-60	5,20	8,50	6,60	0,90	0,0	18,2	54,5	0,0	18,2	9,1
CER60-90	5,10	8,60	6,40	1,00	0,0	27,3	54,5	9,1	0,0	9,1
AGI0-30	6,30	8,30	7,20	0,70	0,0	0,0	36,4	9,1	27,3	27,3
AGI30-60	6,50	8,40	7,30	0,60	0,0	0,0	36,4	9,1	36,4	18,2
AGI60-90	6,60	8,60	7,30	0,70	0,0	0,0	45,5	9,1	27,3	18,2

*ID: Identificação; CER: Caatinga Regeneração; AGI: Goiaba Irrigada; X: Média; D.P.: Desvio padrão.

Para a área irrigada, os valores de pH variaram entre 6,3 a 8,6 nas camadas estudadas, não apresentando enquadramento nas classes de elevada e média acidez. Segundo Alrajhi et al. (2017), constataram que o acréscimo no pH em solos com textura arenosa e irrigação com águas de reuso ou com presença de sais tende a elevar o pH do solo devido aos compostos minerais e substâncias disponibilizada pela solução. As classes de maior predominância na área de goiaba irrigada, também variaram entre fraca acidez e fraca alcalinidade, considerada uma faixa ideal para desenvolvimento das culturas. Destaca-se na área com goiaba irrigada, percentuais atingindo 27,3% a 18,2% de coletas com alcalinidade elevada. Em solos com alcalinidade elevada pode ocorrer uma deficiência na disponibilidade de fósforo por causa da formação de fosfato de cálcio, composto insolúvel e não aproveitável para as plantas, também pode apresentar uma elevação dos teores de Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+} , mas uma deficiência de micronutrientes (Santos et al., 2010).

CONCLUSÕES

A área irrigada não atingiu níveis de concentrações de sais que ponha em risco quanto a problemas de salinidade ou sodicidade dos solos. Porém, é importante que haja um melhor manejo da atividade para que a mesma não alcance tal estágio.

Importante ser realizado um acompanhamento da salinidade nas áreas irrigadas com as águas do rio perenizado do Trussu, visto que a perenização é relativamente recente com menos de 20 anos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e a FUNCAP pelo apoio financeiro e pelas bolsas de produtividade e de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, J. A.; FAZ, A.; JANSEN, B.; KALBITZ, K.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, S. Assessment of salinity status in intensively cultivated soils under semiarid climate, Murcia, SE Spain. *Journal of Arid Environments*, V.75, n.11, p. 1056-1066, 2011.

ALRAJHI, A.; BEECHAM, S.; HASSANLI, A. Effects of partial root-zone drying irrigation and water quality on soil physical and chemical properties. *Agricultural Water Management*, V.182, p. 117-125, 2017.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.

BARRETO, H. B. F.; AMARAL JUNIOR, V. P.; MAIA, P. M. E.; SILVA NETO, S. J. Variabilidade espacial do pH e condutividade elétrica em solo cultivado com arroz irrigado no Rio Grande do Norte. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, V.7, n.1, p. 182-188, 2012.

COGERH. Reservatórios do Ceará. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br>. Acesso em: 23 mai. 2017.

FUNCEME. Banco de dados de solos do Ceará: Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos. Folha - SB.24-Y-B-III da DSG/SUDENE, Iguatu. 2015.

FUNCEME. Calendário das chuvas no Estado do Ceará. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/municipios/chuvas-diarias>. Acesso em: 11 jun. 2017.

ISLAM M. S.; AHMED M. K.; RAKNUZZAMAN M.; HABIBULLAH-AL-MAMUN M.; ISLAM M. K. Heavy metal pollution in surface water and sediment: a preliminary assessment of an urban river in a developing country. *Ecological Indicators*, V.48, p. 282-291, 2015.

LIBUTTI, A.; MONTELEONE, M. Soil vs. groundwater: The quality dilemma. Managing nitrogen leaching and salinity control under irrigated agriculture in Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, V.186, p. 40-50, 2017.

LU Q.; BAI J.; GAO Z.; WANG J.; ZHAO Q. Effects of water level and salinity on total sulfur

contents in salt marsh soils of the Yellow River Delta, China. *Wetlands*, V.36, n.1, p. 137-143, 2016.

MEDEIROS, P. H. A.; ARAÚJO, J. C.; MAMEDE, G. L.; CREUTZFELDT, B.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. Connectivity of sediment transport in a semiarid environment: a synthesis for the Upper Jaguaribe Basin, Brazil. *Journal of soils and sediments*, V.14, n.12, p. 1938-1948, 2014.

PIZARRO, F. *Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos*. 2. ed. Madrid: Agrícola Española, 1985. 524p.

RICHARDS, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soil*. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954. 160p.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. de (Ed.). *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2010. p. 43-61.

SCUDIERO, E.; SKAGGS, T. H.; CORWIN, D. L. Simplifying field-scale assessment of spatiotemporal changes of soil salinity. *Science of The Total Environment*, V.587, p. 273-281, 2017.

WONG, V. N.; GREENE, R. S. B.; DALAL, R. C.; MURPHY, B. W. Soil carbon dynamics in saline and sodic soils: a review. *Soil Use and Management*, V.26, n.1, p. 2-11, 2010.

ZEWDU, S.; SURYABHAGAVAN, K. V.; BALAKRISHNAN, M. Geo-spatial approach for soil salinity mapping in Sege Irrigation Farm, South Ethiopia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, V.16, n.1, p. 16-24, 2017.