

AVALIAÇÃO DE SÓDIO (Na) E DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CEes) DE UM NEOSSOLO FLUVÍCO SOB PLANTIO IRRIGADO DE MAMONA

Júlio José do Nascimento Silva¹; Abelardo Antônio de Assunção Montenegro²; Hugo Manoel Henrique³; Paula Renata Muniz Araújo⁴; Bárbara Albuquerque Branco de Moraes.⁵

Resumo – Objetivou-se com este trabalho avaliar os níveis de condutividade elétrica (CEes) e o teor de Sódio (Na) de um Neossolo flúvico cultivado com mamona (*Ricinus communis* L.), sob diferentes lâminas de irrigação, sendo L1 = 60%Etc, L2 = 80%Etc, L3 = 100%Etc, L4 = 120%Etc, no município de Pesqueira, região do semiárido pernambucano. Foram realizadas seis coletas de amostras de solução de solo por meio de tubos extratores e bomba à vácuo aos 88, 94, 100, 107, 114 e 120 DAG (Dias Após a Germinação). Conduziu-se análise de eficiência do sistema de irrigação o qual operou com eficiência de 83,73%. Os dados foram avaliados por meio de gráficos do tipo Box Plot, apresentando valores de mediana entre 630 e 687 µS/cm para a CEes e de 86,50 a 99,32 mg L⁻¹ para os teores de Na.

Abstract – The objective of this paper was to evaluate the electrical conductivity levels (CEes) and Sodium (Na) content of a Fluvic Neossol cultivated with *Ricinus communis* L., under different irrigation water depths, being L1 = 60% ETc, L2 = 80% ETc, L3 = 100% ETc, L4 = 120% ETc, in Pesqueira, Pernambuco semiarid region. Six soil solutions samples were collected through extractors tubes and vacuum pumps at 88, 94, 100, 107, 114 e 120 DAG (Days after germination). The analysis of the efficiency of the irrigation system was evaluated and it operated with the efficiency of 83,73%. The data was analyzed by Box Plot graphs, presenting CEes median values between 630 and 687 µS/cm and Na levels between 86.50 a 99.32 mg L⁻¹.

Palavras-Chave – Condutividade Elétrica, salinidade, semiárido.

INTRODUÇÃO

Os solos de regiões áridas e semiáridas podem apresentar acúmulo de sais a níveis prejudiciais ao desenvolvimento das plantas, em razão de processos naturais de salinização ou da interferência humana, pelo manejo inadequado da irrigação (Silva et al 2007).

Souza et al. (2008) relatam que existe carência de estudos sobre salinidade abordando diferentes tipos de solo e culturas, verificando não só o comportamento dos solos, mas também a tolerância das culturas exploradas em regiões semiáridas.

¹Doutorando em Eng^a Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambucano, Rua D. Manuel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-260. F. 3320-6264. E-mail: juliojns1980@yahoo.com.br

²Professor Associado, Depto de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambucano, Rua D. Manuel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-260. F. 3320-6264. E-mail: Abelardo.montenegro@yahoo.com.br

³Graduando em Eng^a Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambucano, Rua D. Manuel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-260. F. 3320-6264. E-mail: hugoufrpe@hotmail.com

⁴Graduanda em Eng^a Agronômica, Universidade Federal Rural de Pernambucano, Rua D. Manuel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-260. F. 3320-6264. E-mail: paula_agronomia11@hotmail.com

⁵Graduanda em Eng^a Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambucano, Rua D. Manuel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP 52171-260. F. 3320-6264. E-mail: barbara.abmoraes@gmail.com

A salinização do solo é um dos problemas mais sérios para agricultura irrigada nas regiões semiáridas e áridas, podendo ser causada por sais dissolvidos na água de irrigação ou através da própria constituição de minerais do solo através do intemperismo (HORNEY et al., 2005). Em excesso, os sais prejudicam o crescimento das plantas, em virtude dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo (Souza *et al* 2007).

Dias *et al.* (2005) comentam que o acúmulo de sais no solo depende também das suas propriedades físicas e, sobretudo, das condições de drenagem e do balanço de água e de sais na zona radicular. Desse modo, dependendo da salinidade da água e do solo, é recomendável a adoção de uma fração de lixiviação, associada a um sistema de drenagem adequado.

A avaliação periódica da concentração de sais solúveis próximos à zona radicular das plantas contribui para a adequação das práticas de uso do solo e cultivo, de planos de preservação da qualidade de água e operação de projetos de irrigação, envolvendo processos de lixiviação e drenagem, balanço de sais, sustentabilidade da irrigação e proteção ambiental (Queiroz. et al., 2002).

De acordo com Ayers & Westcot (1991), nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos economicamente aceitáveis sob altos níveis de salinidade, enquanto outras são sensíveis a níveis relativamente baixos; tal fato se deve à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas plantas, capacidade esta que permite absorver, mesmo em meio salino, quantidade suficiente de água (Silva Jr *et al.*, 2009).

Outrossim, a utilização na irrigação de águas com elevadas concentrações de sais deve ser seguida de práticas que impeçam a acumulação excessiva de sais no solo em níveis prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. A lixiviação, passagem de água através do perfil do solo, é uma alternativa prática e eficiente para reduzir o excesso de sais solúveis nos solos, a uma taxa que permita manter a salinidade média na zona radicular em valores toleráveis às culturas (Rhoades *et al.*, 1999)

Segundo Garcia *et al.* (2008), o efeito da irrigação com água salina sobre o solo varia em função do sistema que está sendo utilizado na aplicação de água. Os métodos de irrigação afetam a eficiência de aplicação da água e a salinidade, enquanto os sistemas por inundação e aspersão são projetados de forma que distribuem a água uniformemente sobre toda a área irrigada, produzindo um perfil de salinidade, no qual a maior parte dos sais se acumula na parte inferior da zona radicular. Em contraste com os sistemas por inundação e aspersão, os sistemas por sulco e por gotejamento aplicam água somente em parte do terreno.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de lâminas de irrigação sobre a condutividade elétrica (CEes) e os teores de Sódio (Na) de um Neossolo Flúvico cultivado com mamona, no semiárido de Pernambuco, irrigado por gotejamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de Estudo:

A área de estudo está localizada na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, Pesqueira-PE (Figura 1). O clima do local é classificado, segundo Köeppen, como BShw' Semiárido quente, caatinga hiperxerófila, com temperatura média anual em torno de 27°C e precipitação média anual de 600 mm. A umidade relativa média anual do ar é de 73%, e a velocidade média do vento é de 2,5 m s⁻¹, de acordo com Santiago et al. (2002).



Figura 1: Imagem aérea da área experimental na Fazenda N. S. do Rosário, Pesqueira-PE.

Plantio experimental:

Após a montagem do sistema e o teste de uniformidade, foi realizada abertura das covas e adubação de acordo com análise de solo (Tabela 1), realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRPE, com fertilizantes orgânico (esterco de curral) e químico com Nitrogênio, seguindo recomendação da análise de solo de acordo com Cavalcanti *et al.* (2008). As quantidades de fertilizantes foram duas toneladas de esterco de curral por hectare; 15 kg ha⁻¹ de nitrogênio na fundação e 20 kg ha⁻¹ na cobertura, cuja fonte foi Nitrato de Cálcio.

Tabela 1. Resultado de análise de fertilidade do solo da área experimental.

Amostra 1/9/2010	pH (água - 1:2,5)	P (mg/dm ³)	Na	K	Ca + Mg (cmolc/dm ³)	Ca	Al	H + Al	C.O (g/kg)	M.O.
N.S. Rosário	6,2	100	0,14	0,25	4,5	2,8	0,0	3,31	0,24	0,42

Silva (2008) quantificou os atributos físicos e a granulometria média da área de estudo segundo EMBRAPA (1997), que estão descritos na Tabela 2 para as camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm. De acordo com os resultados obtidos, a classe textural é Franco arenoso, segundo Lemos & Santos (1996).

Tabela 2. Análise da textura, densidade do solo (Ds), densidade da partícula e porosidade total do solo da área experimental.

Camadas (cm)	Atributos						Classe Textural
	Areia	Argila	Silte	Ds	Dp	P	
	g/Kg			g/cm ³		(%)	
0-20	647,9	154,4	197,8	1,44	2,61	44,86	Franco arenoso
20-40	642,9	173,0	184,1	1,42	2,61	45,44	Franco arenoso
40-60	683,9	159,7	156,5	1,40	2,63	46,80	Franco arenoso

Em seguida foi realizado o plantio da mamona colocando-se quatro sementes por cova (Figura 2).



Figura 2-(A) Semeadura; (B) Cova com fertilizante orgânico; (C) Cova com fertilizante químico; (D) Semente na cova de plantio.

Delineamento Experimental:

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, que são as lâminas de irrigação, baseadas na Evapotranspiração de cultura (ETc), sendo L1 = 60% ETc; L2 = 80% ETc; L3 = 100% ETc; L4 = 120% ETc, o que corresponderam aproximadamente a 496; 588; 679 e 772 milímetros respectivamente. Para análise dos atributos químicos foram realizadas seis coletas para extração da solução do solo. Para tanto, foram instalados 16 tubos para extração de solução do solo (Figura 3), na profundidade de 30 cm, o que também representa quatro repetições por tratamento, totalizando 16 parcelas experimentais. As coletas de solução do solo foram

realizadas, por meio utilizando uma bomba de sucção manual (Figura 3), aos 88, 94, 100, 114 e 120 Dias após a germinação (DAG), respectivamente.



Figura 3. Bomba de sucção e tubo extrator de solução do solo.

Como variáveis dependentes foram determinadas a condutividade elétrica (CEes) em condutivímetro de bancada da marca Hanna, modelo HI 9835 (Figura 4) em $\mu\text{S}/\text{cm}$, teores do Sódio (Na^+) quantificados por meio de Espectrofotometria de chama da marca Micronal, modelo B462.



Figura 4. Condutivímetro de bancada e espectrofotômetro de chama.

Para determinação da ETc, utilizou-se a equação:

$$ETc = ET_{To} K_c \quad (1)$$

em que:

ETc = Evapotranspiração da cultura, em milímetros;

ET_{To} = Evapotranspiração de referência, em milímetros;

K_c = Coeficiente de cultura, adimensional, de acordo com os estádio fenológico da cultura.

Dias (2009), seguindo as recomendações de Doorenbos & Pruitt (1977), quantificou e caracterizou as fases fenológicas da cultura da mamoneira BRS Energia e seus respectivos K_c 's. Entretanto neste estudo foram realizados ajustes nestes K_c 's, expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficientes de Cultura (K_c 's) utilizados para cultura da mamoneira.

Fases fenológicas	Caracterização das fases	Duração média em dias	K_c 's
F1	Da germinação até 10% da cobertura do solo.	20	0,75
F2	F1 - até inflorescência do 1º cacho.	12	0,85
F3	F2 – até inflorescência do 2º cacho	15	1,00
F4	F3 – até a maturação do 1º cacho	33	1,15
F5	F4 – até a maturação do 2º cacho	15	0,85

Fonte: Ajustado de Dias, 2009.

Já a Evapotranspiração de referência (ETo), foi estimada a partir de leituras de Tanque Classe A (Figura 5), através da equação:

$$ETo = ECA \times Kt \quad (2)$$

sendo,

ECA = Evaporação do Tanque Classe A, em milímetros

Kt = Coeficiente de Tanque, adimensional, variando de acordo com a bordadura, a velocidade do vento e umidade relativa local, neste caso sendo de 0,75.

A evaporação do Tanque Classe A é medida fazendo-se a leitura no parafuso micrométrico acoplado ao mesmo, sendo:

$$ECA = L_{anterior} - L_{atual} \quad (3)$$

em que,

ECA = Evaporação diária do Tanque Classe “A”, em mm;

$L_{anterior}$ = Leitura anterior da régua instalada no tanque, em mm;

L_{atual} = Leitura atual da régua instalada no tanque, em mm;

Em caso de precipitação pluviométrica, a mesma deve ser contabilizada, o que faz com que a evaporação seja diminuída ou mesmo anulada.



Figura 5. Tanque Classe A, operado por agricultor local.

Sistema de Irrigação:

O sistema de irrigação localizada utilizado neste experimento é por gotejamento tipo botão autocompensante modelo PCJ-CNL cinza, com vazão nominal de 4L/h e pressão de serviço na faixa 5 a 40 kPa, de acordo com o fabricante. O referido sistema se encontra instalado em solo aluvial onde foi implantado um cultivo de mamona (*Ricinus communis L.*), cultivar BRS-Energia, em uma área de 500 m² com espaçamento de 0,75 m x 1 m, perfazendo um stand de 666 plantas, correspondendo a um emissor por planta, respectivamente (Figura 6).

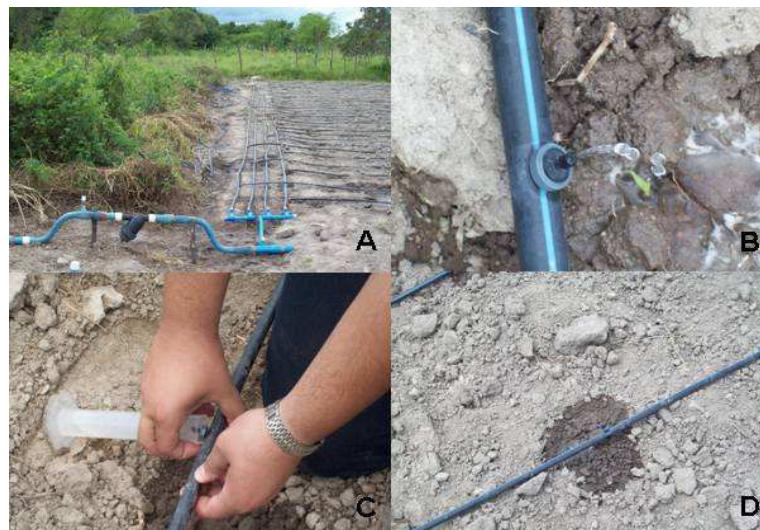


Figura 6. (A) Disposição no campo do sistema de irrigação localizada por gotejamento; (B) Emissor em funcionamento; (C) Procedimento de medição de volume no emissor; (D) Área molhada formada pelo gotejamento.

Com o intuito de se avaliar o funcionamento do referido sistema de irrigação, foi realizado teste da uniformidade de distribuição de água para o sistema, baseado na metodologia desenvolvida por Merriam & Keller (1978), onde se apresenta um critério geral para interpretação dos valores de

CUD para sistemas, que estejam em operação por um ou mais anos: maior que 90%, excelente; entre 80% e 90%, bom; 70% e 80%, regular; e menor que 70%, ruim.

A coleta dos dados foi feita em quatro emissores e em quatro linhas laterais, nas posições de Início, 1/3, 2/3 e Final, totalizando dezesseis pontos de amostragem. Com auxílio de um cronômetro e de uma proveta graduada, foi mensurado o volume por unidade de tempo, correspondente à vazão de cada emissor selecionado e com isso, estimou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) e eficiência de aplicação (EA), os quais foram determinados por meio das seguintes equações:

$$CUC = 100 \left[1 - \frac{\sum_i^n [q_i - \bar{q}]}{n \bar{q}} \right] \quad (4)$$

em que:

q_i = vazão de cada emissor, $L h^{-1}$;

\bar{q} = vazão média dos emissores, $L h^{-1}$; e

n = número de emissores

$$CUD = 100 \left[\frac{q_{25}}{\bar{q}} \right] \quad (5)$$

Em que:

q_{25} = média de 25% das vazões com menores valores; e

\bar{q} = média de todas as vazões coletadas.

$$EA = 0,9CUD \quad (6)$$

em que:

EA = Eficiência de aplicação, em %

RESULTADOS

Dados climáticos:

Na Figura 7, estão os valores acumulados mensais da precipitação e da Evapotranspiração de referência (ETo) durante o período estudado. Verifica-se que no mês outubro ocorreram eventos chuvosos na ordem de 126 milímetros, sendo o mês de novembro o que apresentou maior evapotranspiração, em torno de 147 milímetros.

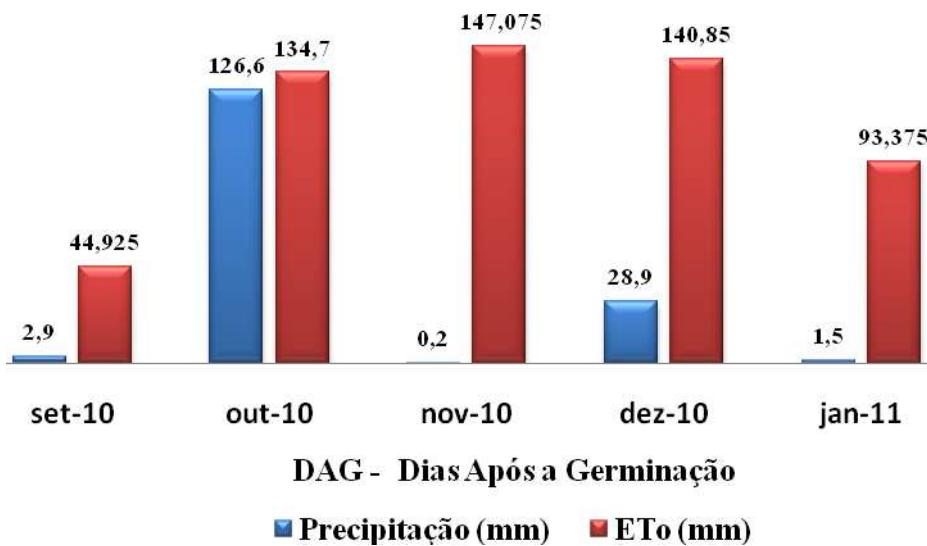


Figura 7. Valores acumulados de precipitação e evapotranspiração de referência (ETo)

Teste de Uniformidade e eficiência do sistema de irrigação:

Silva et al. (2010) realizaram teste de uniformidade e eficiência no referido sistema de irrigação. Na Tabela 4 observam-se os valores de vazão nos pontos amostrados, apresentando valor médio de $3,44 \text{ L h}^{-1}$, um pouco abaixo da vazão de projeto que é de $4,00 \text{ L h}^{-1}$, com coeficiente de variação (CV) em torno de 4,90% de acordo com o método de Merriam & Keller (1978).

Tabela 4. Valores de distribuição vazão e vazão média do sistema por gotejamento, pelo método de Merriam & Keller (1978).

Vazão (L/h)	Linhas					
	Emissores	Início	1/3	2/3	Final	Média
Início	3,50	3,41	3,36	3,26	3,38	
1/3	3,26	3,60	3,50	3,17	3,38	
2/3	3,17	3,50	4,18	3,36	3,55	
Final	3,50	3,50	3,60	3,22	3,46	
Média	3,36	3,50	3,66	3,25	3,44	
DesvioPad	0,17	0,08	0,36	0,08	0,17	
CV(%)	5,08	2,24	9,78	2,52	4,90	

Tal valor de vazão pode ser considerado alto para as condições do sistema, refletindo assim, alta uniformidade na distribuição da vazão ao longo das linhas de derivação. Na Figura 8, estão apresentadas distribuições de água de acordo com a posição dos gotejadores na linha lateral, vazão real, vazão do fabricante e vazão média, em L h^{-1} .

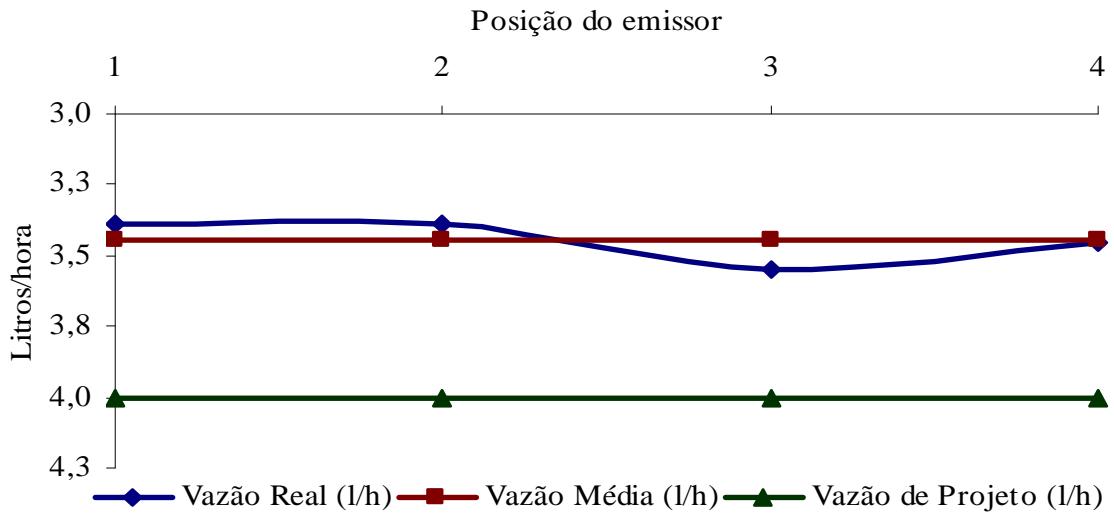


Figura 8: Distribuições de água de acordo com a posição dos gotejadores na linha lateral, vazão real, vazão de projeto e vazão média em litros por hora.

Na Tabela 5 verifica-se que o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi menor que o coeficiente de Christiansen (CUC) que, de acordo com Reis *et al.* (2005), isso ocorre, devido ao primeiro dar um tratamento mais rigoroso aos problemas de distribuição ao longo da linha lateral. Portanto, este sistema opera com o CUD e CUC em torno de 93,03% e 95,12%, respectivamente, apresentando condições de uniformidade excelente (>90%), mostrando a vantagem da utilização de gotejadores autocompensantes.

Tabela 5. Valores dos coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), eficiência de aplicação (EA) e classificação do sistema de irrigação avaliado de acordo com Merriam & Keller (1978).

Sistema	CUC (%)	CUD (%)	EA (%)	Q Médio (L/h)	Q Projeto (L/h)	Classificação
Gotejamento	95,12	93,03	83,73	3,44	4,00	Excelente

Bernardo et al. (2005) citam que a melhoria da uniformidade pode ser obtida por meio da adoção de práticas de manejo, como limpeza periódica mais criteriosa do sistema de filtragem, possibilitando maior pressão nos pontos de emissão, assim como desentupimento dos gotejadores e limpeza das linhas laterais. Quando estas práticas não são adotadas, os projetos tendem a apresentar baixo desempenho.

Diante do exposto, conclui-se que o sistema de irrigação por gotejamento opera com desempenho excelente, apresentando CUD superior a 90%.

Análise da Condutividade Elétrica (CEes) e do teor de Sódio (Na):

Analizando-se o comportamento da condutividade elétrica das 16 parcelas experimentais, observou-se que não houve diferença significativa utilizando o Teste Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Portanto, para a análise estatística deste trabalho, os dados foram analisados e agrupados para cada dia de coleta, sem diferenciação de tratamento. Sendo assim, foram confeccionados gráficos do tipo Box-Plot, onde se observou que a salinidade apresenta uma leve oscilação ao longo do período estudado, conforme os valores da mediana que variaram entre $630 \mu\text{S m}^{-1}$ e 687 dS m^{-1} .

A Figura 9 exibe os Box-Plots de CEes para os dias de coletas selecionados, com base no 1º quartil, 3º quartil, mediana e valores mínimos e máximos. Observa-se que aos 100 DAG ocorre uma maior variância da condutividade elétrica do solo, com uma mediana de $633 \mu\text{S m}^{-1}$.

Observa-se também que, neste mesmo dia, o valor da mediana encontra-se próximo do 1º quartil, o que indica uma tendência dos valores da condutividade elétrica serem baixos. Aos 107 DAG pode-se observar a menor variação dos valores da condutividade elétrica, cujo valor da mediana foi de $687 \mu\text{S m}^{-1}$.

Silva et al. (2010), trabalhando neste mesmo local de estudo, também observaram que os dados de CEes médios, os quais indicam o nível de sais, foram baixos, não ocorrendo problemas devido à presença de sais, ou seja, os solos na área amostrada são classificados como não salinos, por apresentar valores de CEes entre $0\text{-}4000 \mu\text{S m}^{-1}$.

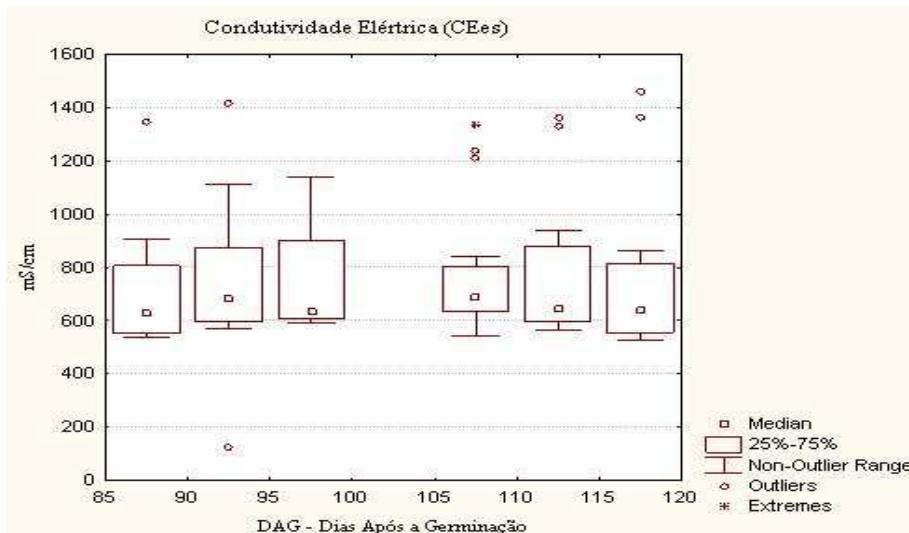


Figura 9. Box-Plot da condutividade elétrica (CEes) ao longo do ciclo da cultura.

No tocante à análise de Sódio (Na) do solo, este geralmente é expresso em percentual de sódio trocável (PST) ou relação de adsorção de sódio (RAS), que depende dos teores observados de Na e dos cátions cálcio e magnésio; entretanto, este trabalho apresenta apenas os teores de Na em mg L^{-1} , permitindo a verificação da variação temporal deste atributo ao longo do experimento.

No Box-Plot (Figura 10), pode-se observar a variação dos teores de Na ao longo do período estudado. Percebe-se um pequeno aumento nos teores de Na seguido de uma pequena redução ao fim do ciclo (120 DAG). Os valores da mediana variaram de 86,50 mg L⁻¹ aos 88 DAG até 99,32 mg L⁻¹ aos 107 DAG. Pode-se perceber ainda, que os valores dos teores de Na apresentaram maiores variações aos 120 DAG, com a mediana em torno 94,76 mg L⁻¹ e valores mínimo e máximo de 83,72 e 188,60 mg L⁻¹, respectivamente.

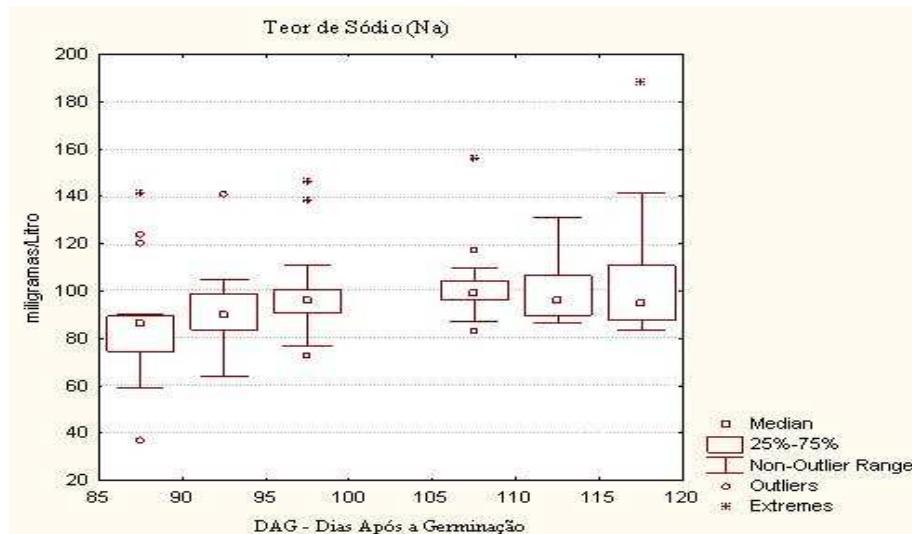


Figura 10. Box-Plot do teor e Sódio (Na) ao longo do ciclo da cultura.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o solo estudado, por apresentar uma textura mais arenosa, não apresentou riscos de salinização, mesmo sendo praticada irrigação deficitária. Com base no monitoramento dos níveis de condutividade elétrica (CEes) e do teor de Sódio (Na), verifica-se que não ocorreram tendências de aumento destes atributos ao longo do ciclo da mamona.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao projeto ao PPGEA-UFRPE, a FACEPE e ao CISA, pelo apoio financeiro e institucional.

BIBLIOGRAFIA

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1999. 153p (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29).

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 611p

CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord.). Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco (2a. aproximação). 2 ed. rev. Recife: IPA, 2008. 198p.

DIAS, J. M. Eficiência de uso da água e rentabilidade da cultura da mamona irrigada. 2009. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais – Processos Ambientais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

DIAS, N. DA S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. DE; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.4, p.496-504, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. O. Crop water requirement. Rome: FAO, 1977. 144p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 24).

GARCIA, G. O. ; MARTINS FILHO, S. ; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. Revista Ciência Agronômica, v. 39, p. 7-18, 2008.

HORNEY, R. D.; TAYLOR , B.; MUNK, D. S; ROBERTS, B.A; LESCH, M.; PLANT, R. E. Development of practical site-specific management methods for reclaiming saltaffected soil. Computers and Electronics in Agriculture, v.46, p.379–397, 2005.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3. Ed. Campinas, 1996, 83p.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. Farm irrigation systems evaluation: A guide for management. Logan: Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah State University, 1978. 271p.

MIRANDA, F. R., SOUSA, C. C. M., CRISÓSTOMO, L. A. Utilização da casca de coco como cobertura morta no cultivo do coqueiro anão-verde. Revista Ciência Agronômica, v.38, n.1, p.41-45, 2007.

QUEIROZ, S.O.P. de; TESTEZLAF, R.; MATSURA, E.E. Avaliação de metodologia para determinação da condutividade elétrica do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. Anais... Salvador: SBEA, 2002. 1 CD-ROM.

RHOADES, J. D.; CHANDUVI, F. LESCH, S. Soil salinity assessment: Méthods and interpretation of electrical conductivity measurements. Rome: FAO, 1999. 327 p.

SANTIAGO, F. S. dos. Efeito do manejo da irrigação na salinidade e umidade de um neossolo flúvico, com a cultivar de repolho midori (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) no município de Pesqueira-PE. 2002, 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, J. N. S. Caracterização edafoclimática em um cultivo de mamona (*Ricinus communis* L.) em vale aluvial no Agreste de Pernambuco. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Engenharia de Água e Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, J. J. N; HENRIQUE, H. M. ; MONTENEGRO, A. A. A. ; SANTIAGO, F. ; MELO, R. O.; SANTOS, E. S. Avaliação de sistema de irrigação localizada por gotejamento no Agreste de Pernambuco. In: X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - JEPEX, 2010, Recife. X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - JEPEX, 2010.

SILVA, J. J. N.; MONTENEGRO, A. A. A.; SILVA, E. F. F. E.; Fontes Jr, R. V. P. ; SILVA, A. P. N. . Variabilidade espacial de parâmetros de crescimento da mamoneira e de atributos físico-químicos em Neossolo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online), v. 14, p. 921-931, 2010.

SILVA, M. O. ; FREIRE, M. B. G. S. ; MENDES, A. M. S. ; FREIRE, F. J. ; DUDA, G P.; SOUZA, C. E. S. Risco de Salinização em Quatro Solos do Rio Grande do Norte. Agrária (Recife. Online), v. 2, p. 8-14, 2007.

SILVA JUNIOR, V. P.; SILVA, J. R. L.; MONTENEGRO, A. A. A. ; SILVA, V. P. . Análise da Condutividade Elétrica e Hidráulica em Unidade Piloto de Reuso no Semi-Árido Pernambucano. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2009.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; FREIRE, M. B. G. S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Impresso), v. 12, p. 584-592, 2008.

SOUZA, E. R.; MONTENEGRO, A. A. A.; SANTOS, F. X. ; COSTA NETO, M. . Dinâmica da Condutividade Elétrica em Neossolo Flúvico No Semi-Árido. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 7, p. 132-139, 2007.