



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO APÓS INCORPORAÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ALGAS

FIALHO, J. S.<sup>1</sup>; SALES, M. L. M. DE<sup>2</sup>; CAMELO, F. M. B.<sup>3</sup>; NUNES, P. J. F.<sup>4</sup>;  
ALMEIDA, W. F. DE<sup>5</sup>; VASCONCELOS, M. M. M.<sup>6</sup>;  
RODRIGUES, A. DO V.<sup>5</sup> & OLIVEIRA, D. P.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Bióloga, M.Sc. Solos, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral Av. Dr Guarany, 317, cep: 62040-730 Sobral – CE.  
Fone (88) 36772546 e-mail jamilifialho@yahoo.com.br ,

<sup>2</sup>Tecnólogo em Recursos Hídricos/Irrigação da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

<sup>3</sup>Química, Especialista em Estudo e Desenvolvimento com o meio ambiente, FATEC-Sobral

<sup>4</sup>Auxiliar de Laboratório da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

<sup>5</sup>Estudante de Graduação do Curso de Tecnologia de Recursos Hídricos e Irrigação, FATEC-Sobral

<sup>6</sup>Engenheira de Pesca, M.Sc, Prof. Da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

**RESUMO:** O presente trabalho avaliou a fertilidade do solo após incorporação de diferentes concentrações de algas. Em Guajirú - Trairí - CE estas algas são retiradas do mar com a *Gracilaria* sp., de interesse econômico, e são transformadas em resíduo. A sua coleta ocorreu nas águas costeiras sendo, posteriormente, lavadas, secas ao sol e trituradas, obtendo-se uma farinha incorporada ao solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob um delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (T1: 100% solo; T2: 93,33% solo e 6,67% alga; T3: 86,66% solo e 13,34% alga e T4: 80% solo e 20% alga) e 4 repetições. Após 30 dias, as amostras foram analisadas. A incorporação da alga elevou o pH à níveis inadequados ao cultivo. O aumento da concentração das algas foi diretamente proporcional ao aumento da MO, C, K, Ca, Na, SB, CTC e CE. Concentrações a partir de 20% das algas elevam os níveis de P para muito altos. O Mg foi superior nos tratamentos incorporados, no entanto, não diferiram entre si. Houve uma redução da acidez potencial nos T2 e T3. Segundo a porcentagem de sódio trocável, o T2 classifica-se como solódico e o T3 como sódico. De modo geral, a utilização da farinha das algas melhorou a fertilidade do solo.

**Palavra chave:** qualidade do solo, matéria orgânica.

## EVALUATION OF THE FERTILITY OF THE GROUND AFTER INCORPORATION OF DIFFERENT KELP CONCENTRATIONS

**ABSTRACT:** The present work evaluated the fertility of the ground after incorporation of different seaweed concentrations. In Guajirú - Trairí - CE these seaweed are removed of the sea with the *Gracilaria* sp., of economic interest, and are transformed into residue. Its collection occurred in coastal

waters being, later, washed, triturated droughts to the sun and, getting an incorporated flour to the ground. The experiment was lead in vegetation house, under a delineation entirely casualizado, with 4 treatments (T1: 100% ground; T2: 93.33% ground and 6.67% seaweed; T3: 86.66% ground and 13.34% seaweed and T4: 80% ground and 20% seaweed) and 4 repetitions. After, the samples had been 30 days analyzed. The incorporation of the seaweed raised pH to the inadequate levels to the culture. The increase of the concentration of the seaweed was directly proportional to the increase of MO, C, K, Ca, Na, SB, CTC and CE. Concentrations from 20% of the seaweed raise the levels of P for very high. The Mg was superior in the incorporated treatments, however, had not differed between itself. It had a reduction of the potential acidity in the T2 and T3. According to exchangeable sodium percentage, the T2 classifies as solodic and the T3 as sodic. In general way, the use of the flour of the seaweed improved the fertility of the ground.

**Key words:** quality of the ground, organic substance.

## INTRODUÇÃO

As pesquisas com algas marinhas são consideradas de grande interesse, não só pela importância que esses vegetais desempenham no ambiente aquático, mas também pelos produtos delas obtidos. As algas são utilizadas como alimento, complemento de rações, adubos sólidos ou líquidos e fontes de produtos químicos diversos (Dantas et al., 1998).

O estudo das algas marinhas como fertilizantes já vem sendo relatado a muitos anos. Em seu trabalho com algas pardas *Sagarssum vulgare* C. Agardh, Dantas et al., (1998) relata que a farinha destas algas mostrou-se tão eficiente quanto ao adubo bovino no cultivo da alface e do coentro.

Na localidade de Guajirú, no município de Trairí – CE, onde cultivam-se algas do gênero *Gracilaria*, as demais algas que são retiradas do mar são transformadas em resíduo. Em função do desperdício de matéria orgânica que o descarte destas algas promove e os bons resultados de Dantas et al., (1998) objetivou-se avaliar a fertilidade do solo de Irauçuba - CE após incorporação das algas marinhas, para uma reutilização como uma forma alternativa de adubo, favorecendo o desenvolvimento da agricultura familiar para as famílias desta localidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

Nas águas costeiras de Guajirú, no município de Trairí - Ceará, distante aproximadamente 135 km de Fortaleza; foram coletadas algas de diversas espécies, a saber: *Caulerpa mexicana*, *Caulerpa racemosa*, *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa sertularioides*, *Sargassum vulgare*, *Sargassum filipendula*, *Hypnea musciformis*, *B. occidentalis*, *Dictyopteris delicatula*, *Vidalia obtusiloba*, *Solieria filiformes*, *Amansia multifida*, *Cryptonemia crenulata*, *Cryptonemia luxurians*, *Bryothamnion seaforthii*, *Bryothamnion triquetrum*, *Spatoglossum schroederi*, *Gracilaria domingensis*, *Gracilaria birdiae*, *Gracilaria w*, *Gracilaria cearensis*, *Gracilaria sp.*, *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria cervicornis*, *Eucheuma gelidium*, *Eucheuma echinocarpa* e



*Darenzia obtusa*; as quais foram lavadas, secas ao sol e trituradas, obtendo-se assim uma farinha, posteriormente, incorporada ao solo, em diferentes concentrações.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e obedeceu um delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 4 repetições por tratamento. Os tratamentos foram: a) T1: 100% solo (testemunha); b) T2: 93,33% de solo e 6,67% de algas; c) T3: 86,66% de solo e 13,34% de algas e d) T4: 80% de solo e 20% de algas.

O solo utilizado no experimento foi coletado na cidade de Irauçuba - CE, o qual apresenta granulometria, predominantemente, arenosa e é classificado como Planossolo Solódico, ou seja, um solo com horizonte B textural argiloso ou de textura média, sob um horizonte A bastante arenoso. Apresenta saturação por sódio entre 6 e 15%, pelo menos na parte inferior do horizonte B. Depois de coletado, o solo foi peneirado em malha de 5,0 mm.

Os tratamentos tiveram a umidade corrigida diariamente com aplicação de água destilada. As amostras foram coletadas após 30 dias da implantação do experimento e analisadas, segundo Embrapa, (1999), no Laboratório de Análises de Solos, Água para Irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Sobral - CE.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 01, os valores do pH foram estatisticamente iguais nos T3 e T4. Em todos os tratamentos incorporados com a alga houve um aumento do pH. Este resultado não possibilita ao solo uma condição de cultivo adequada para a maioria das culturas que segundo Soares, (2006) é de 5,5-6,5.

A concentração de carbono não diferiu entre a testemunha e o T2; no entanto, o aumento da concentração da alga incorporada foi diretamente proporcional à elevação da concentração do carbono. Comportamento similar foi observado nas concentrações de matéria orgânica (M.O.), que segundo Ceará (1993), são classificadas como baixas. Solos com baixos teores de M.O indicam serem arenosos com baixo poder tampão e alta possibilidade de lixiviação de bases; além de maior risco de efeitos danosos de adubos altamente salinos e possibilidade de ocorrência de deficiência de nitrogênio, enxofre e micronutrientes (Soares, 2006).

Não houve diferença estatística entre as concentrações de fósforo nos T1, T2 e T3, classificados como apresentando altos teores (Ceará, 1993). Já o T4, classificado como muito alto, diferiu estatisticamente dos demais demonstrando que concentrações a partir de 20%

Tabela 01. Propriedades químicas das amostras de solos dos quatro tratamentos. Médias das quatro repetições.

TRATAMENTO	pH	C (g/kg)	MO (g/kg)	P (mg/dm <sup>3</sup> )	K (mmolc/dm <sup>3</sup> )	Mg (mmolc/dm <sup>3</sup> )	Ca (mmolc/dm <sup>3</sup> )
T1 (testemunha)	6,4C	0,79C	1,37C	24,28B	1,41D	6,25B	8,50D
T2 (93,33 solo + 6,67% de algas)	6,7B	1,32C	2,28C	23,23B	2,35C	13,75A	17,75C
T3 (86,66 solo + 13,34% de algas)	7,5A	2,22B	3,83B	25,86B	3,17B	15,50A	25,50B
T4 (80% solo + 20% de algas)	7,6A	3,43A	5,92A	33,19A	4,53A	18,25A	31,00A
C.V.	1,764	19,928	19,880	10,842	7,939	19,835	9,124

TRATAMENTO	Na (mmolc/dm <sup>3</sup> )	H + Al (mmolc/dm <sup>3</sup> )	SB (%)	CTC (%)	V (%)	PST (%)	CE (dS/m)
T1 (testemunha)	1,04D	3,30AB	17,20D	20,50D	84,04B	5,07D	0,25D
T2 (solo + 25% de algas)	5,68C	1,44B	39,53C	40,97C	96,51A	13,85C	2,02C
T3 (solo + 33% de algas)	11,59B	2,06B	55,76B	57,82B	96,44A	20,03B	2,92B
T4 (solo + 50% de algas)	20,39A	5,36A	74,17A	79,53A	93,26A	5,07D	3,30A
C.V.	10,823	47,458	7,987	7,872	4,136	2,574	7,794

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5 % pelo teste de Tukey.

dessas algas incorporadas ao solo elevam os níveis de fósforo, resultado este importante por serem os solos cearenses pobres em fósforo.

Os valores de potássio foram acrescidos em todos os tratamentos que receberam a farinha das algas, sendo que a maior concentração foi observada no T4 classificada como alta. As concentrações de magnésio foram superiores nos tratamentos incorporados, classificados com apresentando altos teores; no entanto, estes não diferiram entre si (Ceará, 1993).

Em relação ao cálcio, observou-se um comportamento diretamente proporcional entre a concentração de algas incorporadas e a sua concentração no solo. Segundo Ceará (1993), os solos incorporados são classificados como contendo teores médios. O mesmo comportamento foi observado nas concentrações de sódio; demonstrando uma necessidade de um pré-tratamento mais efetivo para a sua diminuição, possivelmente, com uma lavagem mais prolongada das algas antes de sua secagem e trituração.

O alumínio não foi detectado em nenhum dos tratamentos. Houve uma redução da acidez potencial (H+Al) nos T2 e T3 quando comparados ao T1. A soma de bases e a capacidade de



troca catiônica demonstraram que quanto maior a concentração das algas incorporadas, maior a concentração de bases no solo, melhorando assim a sua fertilidade . Nos tratamentos incorporados, houve uma elevação na saturação de bases (V); no entanto, eles não diferiram entre si estatisticamente.

Segundo os resultados da porcentagem de sódio trocável (PST), o T2 classifica-se como solódico e o T3 como sódico (Soares, 2006). Houve um aumento da condutividade elétrica de acordo com o aumento da concentração das algas

## CONCLUSÃO

- A incorporação da farinha das algas elevou o pH a valores inapropriados ao cultivo;
- O carbono, a matéria orgânica, o potássio, o cálcio, a soma de bases e a capacidade de troca catiônica aumentaram suas concentrações com a incorporação da farinha das algas melhorando a fertilidade do solo;
- Os valores de fósforo são elevados quando a concentração das algas estiver a partir de 20%.
- De modo geral a utilização da farinha das algas melhorou as propriedades químicas do solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEARÁ. Universidade Federal do Ceará. Departamento de Ciência do Solo. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. 1 ed. Fortaleza: UFC, 1993. 246p.

DANTAS, N.P.; JOVENTINO, F.P.; SANTOS, J. H. R. Efeitos de variadas concentrações de *Sargassum vulgare* C. Agardh no crescimento de alface e coentro. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v. 31, n.1-2, p.41-46, 1998.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPSO, 1999. 370p.

SOARES, I. Manejo da adubação, fertilidade e interpretação da análise de solo. 1 ed. Fortaleza: Instituto Furtal, 2006. 72p.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## **AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DE VARJOTA – CE, NO PERÍODO DE 2005 A 2007**

**SALES, M. L. M. DE<sup>1</sup>; FIALHO, J. S.<sup>2</sup>; CAMELO, F. M. B.<sup>3</sup>;  
NUNES, P. J. F.<sup>4</sup>; ALMEIDA, D. M. DE<sup>5</sup> & MIRANDA, E. P. DE<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Tecnóloga em Recursos Hídricos/ Irrigação, Av. Dr Guarany, 317, cep: 62040-730 Sobral – CE. Fone (88) 36772535 e-mail leilasolos@yahoo.com.br ,

<sup>2</sup>Bióloga, M.Sc. Solos, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

<sup>3</sup>Química, Especialista em Estudo e Desenvolvimento com o meio ambiente, FATEC-Sobral

<sup>4</sup>Auxiliar de Laboratório da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral

<sup>5</sup>M.Sc. em Irrigação e Drenagem, Prof. da Faculdade de Tecnologia Centec Sobral,

**RESUMO:** Através do conhecimento da fertilidade do solo é possível proporcionar condições favoráveis para o pleno desenvolvimento da cultura. O presente trabalho avaliou a fertilidade dos solos do Perímetro Irrigado Araras Norte – CE, entre agosto de 2005 a julho de 2007, Foram cedidos dados de 41 amostras analisadas pelo Laboratório de Análises de Fertilidade e Física do Solo e Água para Irrigação da Faculdade de Tecnologias Centec-Sobral/CE. Foram avaliados os teores de carbono, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, e índice de pH. Observou-se que 31,7% dos solos analisados apresentam níveis baixos de fósforo, enquanto 26,8% são médios e 41,5% são altos. Houve uma predominância de níveis altos de fertilidade para os teores de potássio (73,2%) e magnésio (92,7%), e nível médio para o cálcio (56,1%) na maioria dos solos avaliados. Todas as amostras apresentaram baixos níveis de alumínio e médios de matéria orgânica. Em relação ao resultado da reação do solo, 36,6% das amostras apresentam condição ácida, 7,3% neutra e 56,1% básica. Diante do exposto, há uma necessidade de incorporação de matéria orgânica como uma alternativa para elevar o nível de fertilidade.

**Palavras chave:** diagnóstico, nutrientes.

## **EVALUATION OF THE FERTILITY OF GROUND OF VARJOTA - CE, IN THE PERIOD OF 2005 THE 2007**

**ABSTRACT:** Through the knowledge of the fertility of the ground it is possible to provide to favorable conditions for the full development of cultura. O present work evaluated the fertility of ground of the Irrigated Perimeter You plough North - CE, between August of 2005 the July of 2007, had been yielded given of 41 samples analyzed for the Laboratory of Analyses of Fertility and Physics of the Ground and Water for Irrigation of the College of Centec-Sobral/CE Technologies. The carbon texts, organic substance, match, potassium, calcium, magnesium had been evaluated, aluminum, and index of pH. Was observed that 31.7% of analyzed ground present low levels of match, while 26.8% are average and 41.5% are high. It had a predominance of high levels of fertility for texts of potassium (73,2%) and magnesium (92,7%), and average level for calcium (56,1%) in the majority of evaluated ground. All the samples had



presented basses levels of aluminum and medium of organic substance. In relation to the result of the reaction of the ground, 36.6% of the samples present acid condition, neutral 7.3% and basic 56.1%. Ahead of the displayed one, it has a necessity of incorporation of organic substance as an alternative to raise the fertility level.

**Key word:** diagnosis, nutrients.

## INTRODUÇÃO

O município de Varjota compreende uma área com atividade voltada para o setor agrícola, localizado na região norte do Ceará. Esta região tem seu cultivo voltado para fruticultura na produção de culturas como goiaba, mamão, banana, bem como culturas de sequeiro, como o feijão e milho (Dutra et al., 2005).

Segundo o Dnocs, o suprimento hídrico dessa área é feito através do Açude Público Federal Paulo Sarasate (ex-Araras Norte), controlando uma bacia hidrográfica de 3.520 km<sup>2</sup>. O volume máximo armazenado com o nível d'água na cota 153 m, é de 891.110.000 m<sup>3</sup>. Os sistemas de irrigação utilizados são: 89,44% da área por aspersão convencional e 10,56% da área por micro-aspersão (Dnocs, 2007).

O solo, entre tantos outros fatores, desempenha um papel importantíssimo no atendimento às necessidades alimentares da humanidade. No entanto, sabe-se que nem todo solo é favorável ao desenvolvimento vegetal. Um solo ideal é aquele que apresenta uma boa fertilidade, não contenha substâncias ou elementos tóxicos em quantidades prejudiciais e está localizado numa zona climática favorável ao crescimento vegetativo.

Segundo Marcos (1996), atualmente em algumas instituições como a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e em todas as faculdades de Agronomia do Brasil, da Holanda, da Bélgica, da Alemanha, dos EUA, entende-se por fertilidade do solo a capacidade, a habilidade, o poder, a qualidade que tem o solo de fornecer nutrientes às plantas.

O uso da análise do solo como instrumento básico de diagnose da fertilidade do solo ocupa lugar de destaque, sendo mesmo indispensável em um programa de utilização de corretivos e fertilizantes em uma propriedade agrícola. A análise química do solo é um dos métodos disponíveis que se tem para avaliar a fertilidade do solo, sendo um dos mais baratos e mais rápidos. O objetivo da análise de solo é determinar a habilidade do solo em fornecer nutrientes às plantas, e também determinar as necessidades de calcário e fertilizantes, além de diagnosticar problemas de toxidez de alguns elementos, excesso de sais e outros (Fernandes, 2007).

Assim, o presente trabalho avaliou a fertilidade dos solos de Varjota – CE, no período de 2005 a 2007, com o objetivo de diagnosticar áreas com limitações nutricionais para as plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os resultados das análises químicas das amostras do município de Varjota foram cedidos pelo Laboratório de Análises de Solos e Água para Irrigação da Faculdade Tecnologia CENTEC localizado no município de Sobral - Ceará.

A coleta das 41 amostras de solo analisadas foi da responsabilidade dos clientes e enviadas ao laboratório no período de agosto de 2005 a julho de 2007.

Nestas amostras foram determinados os teores de carbono, matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, e índice de pH, segundo Embrapa, (1999).

Os níveis de fertilidade adotados para a classificação dos teores dos elementos no solo são os indicados no Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará (Ceará, 1993).

A metodologia de análise e os níveis de fertilidade estão resumidos no Quadro 1. Os teores dos nutrientes foram estratificados segundo os níveis de fertilidade (alto, médio, baixo), e os resultados expressos em valores percentuais tendo como base de cálculo o número absoluto de amostras para cada nível de fertilidade em relação ao número total de amostras analisadas (Dutra et al., 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Quadros 2 e 3 apresentam os resultados das análises da fertilidade dos solos expressos em valores percentuais. Segundo o Quadro 2, 31,7% dos solos analisados apresentam níveis baixos de fósforo, enquanto 26,8% são médios e 41,5% são altos.

Quadro 1. Níveis de classificação para interpretação dos resultados de análise do solo utilizados pelos Laboratórios do Estado do Ceará (Ceará, 1993).

Determinação	Unidade	Classificação		
		Baixo	Médio	Alto
Alumínio - Al <sup>+</sup> KCl 1M	mmolc/dm <sup>3</sup>	0 – 5	6 – 10	> 10
Cálcio - Ca <sup>2+</sup> KCl 1M	mmolc/dm <sup>3</sup>	0 – 15	16 – 40	> 40
Magnésio - Mg <sup>2+</sup> KCl 1M	mmolc/dm <sup>3</sup>	0 – 5	6 - 10	> 10
Potássio - K <sup>+</sup> Mehlich I	mmolc/dm <sup>3</sup>	0 - 1,15	1,18 - 2,30	> 2,33
Fósforo – P Mehlich I	mg/dm <sup>3</sup>	0 – 10	11 – 20	> 21
Matéria Orgânica	g/Kg	0 – 15	16 – 30	> 30
		Acidez		Neutralidade
		Alta	Média	Baixa
				Alcalinidade
		Baixa	Média	Alta
pH em água (1:2,5)		< 5,0	5,1-5,9	6,0-6,9
		7,0	7,1-7,4	7,5-7,9
				> 7,9





Quadro 2. Valores percentuais referentes ao total das amostras analisadas para os níveis de fertilidade.

Parâmetro	Baixo (%)	Médio (%)	Alto (%)
Fósforo	31,7	26,8	41,5
Potássio	7,3	19,5	73,2
Cálcio	2,4	56,1	41,5
Magnésio	4,9	2,4	92,7
Alumínio	100	-	-
Matéria Orgânica	34,2	65,8	-

Quadro 3 – Valores percentuais referentes ao total das amostras analisadas para a reação do solo.

Reação do Solo	Baixo	Médio	Alto
Acidez	34,2	2,4	0,0
Alcalinidade	0,0	14,6	41,5
Neutralidade		7,3	

A variação dos níveis de fósforo pode estar associada à adubação fosfatada empregada, na maioria dos solos, em função da reconhecida pobreza de fósforo nos solos cearenses.

Na maioria dos solos investigados, predominam níveis altos de fertilidade para os teores de potássio (73,2%) e magnésio (92,7%), e nível médio para o cálcio (56,1%), resultado similar ao apresentado por Dutra et al. (2005) ao analisar solos do perímetro irrigado Araras Norte/Varjota – CE.

Todas as amostras apresentaram baixos níveis de alumínio, condição esta favorável por ser o alumínio indesejável no solo pela sua toxidez às plantas (Soares, 2006). A maioria dos solos apresentou níveis médios de matéria orgânica, diferindo da maioria dos solos cearenses que apresentam baixos teores (Ceará, 1993).

Quanto ao resultado da reação do solo, utilizada como indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, 36,6% das amostras apresentam condição ácida, 7,3% neutra e 56,1% básica.

## CONCLUSÃO

- - Os níveis de fósforo, potássio e magnésio apresentaram valores altos na maioria das amostras enquanto que os teores de alumínio foi baixos em todos os solos.
- As concentrações de cálcio e matéria orgânica revelou níveis médios pra maioria dos solos.
- Grande parte dos dados dos solos analisados apresentaram reação alcalina.

- Através dos resultados, é demonstrado a necessidade de incorporação de matéria orgânica uma vez que a mesma é rica em fontes de nutrientes, resultando assim em solos com alta fertilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES, V.L.B. (Coord.) Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza-Ceará, 1993, 248p.

OLIVEIRA, A.J. de; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J.D. de; LOURENÇO, S. (Coord.) Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991. 392p. (EMBRAPA-SEA, Documento, 3).

SILVA, F. C. da (Org.) Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília: EMBRAPA-Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas/MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, disponível em <http://apoena.dnocs.gov.br/~apoena/php/projetos/projetos.php> em 28/08/2007.

DUTRA, A. V. ; SOUSA, Maria Cristina Martins Ribeiro de ; NASCIMENTO NETO, Joaquim R ; MESQUITA, Antônio Marcos de ; SALES, Maria Leila M ; CAMELO, Francisca Michele Bastos ; BRANDÃO, Magnólia S ; FERREIRA, Toni T S . DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO ARARAS NORTE - VARJOTA/CE. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2005, Recife, 2005.

Fernandes, 2007  
)[http://proex.reitoria.unesp.br/congressos/Congressos/1\\_\\_Congresso/Inova\\_\\_o\\_Tecnol\\_gica\\_e\\_sua\\_Dissemina\\_\\_o/Trabalho10.htm](http://proex.reitoria.unesp.br/congressos/Congressos/1__Congresso/Inova__o_Tecnol_gica_e_sua_Dissemina__o/Trabalho10.htm)

MARCOS, Z.Z. Epistemologia e ensino. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ENSINO DE SOLOS, II, 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1996. p.44-75.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## NITRATO MEDIDO COM CARDY NA SOLUÇÃO DO SUBSTRATO DE GÉRBERA FERTIRRIGADA SOB NÍVEIS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA<sup>1</sup>

MOTA, P.R.D'A.<sup>2</sup>; VILLAS BÔAS, R.L.<sup>3</sup>; LUDWIG, F.<sup>4</sup> & FERNANDES, D.M.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Parte da Tese de Doutorado da primeira autora em Agronomia, área Irrigação e Drenagem, FCA/UNESP.

<sup>2</sup>Doutoranda em Irrigação e Drenagem; polimota@yahoo.com.br; Depto. Rec.Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, R. Dr. José Barbosa de Barros, 1170, CEP: 18.603-970. Botucatu, SP. Fone: (14)3811-7218.

<sup>3</sup>Prof. Doutor, Depto. Rec. Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

<sup>4</sup>Doutoranda em Horticultura; Dep. Rec.Naturais/Ciência do Solo, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a concentração de nitrato com o uso do cardy na solução do substrato no qual se cultivou gérbera (*Gerbera jamesonii* L.), em vaso, sob níveis de condutividade elétrica (CE), via fertirrigação. O experimento foi conduzido sob cultivo protegido no Depto. Rec. Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP, município de Botucatu, Estado de São Paulo. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 2 (5 níveis de CE e 2 cultivares), com 4 repetições, totalizando 40 parcelas. Os níveis de CE foram 0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5 dS m<sup>-1</sup> e Cherry e Salmon Rose como cultivar. Foi avaliado o teor de nitrato medido com o uso do cardy na solução do substrato extraída com extrator de solução aos 28 e 56 dias após espaçamento (DAE) e ao final do ciclo realizou-se a classificação das plantas quanto à qualidade. O cardy mostrou ser uma excelente ferramenta para discriminar os tratamentos e avaliar o nitrato na solução do substrato, tornando possível seu monitoramento. A CE de 3,5 dS m<sup>-1</sup> proporcionou as melhores plantas de gérbera, e nesta aos 28 DAE obteve-se teores de nitrato de 4550 e 2967 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para o cultivar Cherry e Salmon Rose, e aos 56 DAE, 2600 e 1428 mg L<sup>-1</sup>.

**Palavras chave:** *Gerbera jamesonii* L., medidor de íons, extrator de solução.

## NITRATE IN SUBSTRATUM SOLUTION OF GÉRBERA FERTIRRIGATED MEASURED USING CARDY METHOD WITH LEVELS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY

**ABSTRACT:** The present research was developed with the objective of evaluating nitrate concentration using cardy method in the where cultivated gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) in potted with levels of electrical conductivities (EC) through fertigation. The experiment was conducted under greenhouse conditions at the Natural Resources Department Soil Science area, FCA/UNESP, town of Botucatu, state of Sao Paulo, Brazil. The experimental design were randomized blocks in factorial scheme 5 x 2 (5 EC levels and 2 cultivars), with four repetitions totalizing 40 lots. The levels of EC: 0.5; 2.0; 3.5; 5.0 e 6.5 dS

$\text{m}^{-1}$ , and cultivars Cherry and Salmon Rose. Were evaluated the nitrate content using cardy method in the substratum solution was done through the extraction of the solution at 28 and 56 days after emplacement (DAE). At the finish of the experiment were evaluated the classification of plants with regard to their quality. The cardy method proved to be resource for discriminate the solutions and value nitrate in the substratum solution, enabling your monitoring. The  $3.5 \text{ dS m}^{-1}$  of EC provided major enhanced quality of the visual aspect and in 28 DAE obtained one content of nitrate 4550 and 2967  $\text{mg L}^{-1}$ , for Cherry and Salmon Rose cultivars, and in 56 DAE, 2600 and 1428  $\text{mg L}^{-1}$ .

**Keywords:** *Gerbera jamesonii* L., ionic measurement, extractor of solution.

## INTRODUÇÃO

A condutividade elétrica (CE) é a medida de resistência da passagem da corrente elétrica entre os eletrodos submetidos a uma solução, onde estão presentes solutos iônicos. Mota et al. (2007) afirmaram que o excesso de sais na zona radicular, prejudica o desenvolvimento das plantas e ainda que é viável racionalizar a fertirrigação por meio da determinação da CE na solução do substrato, mediante o uso de extratores de solução.

Produtores de flores mais tecnificados, utilizam a medida da CE determinada no substrato como referência para aumentar ou diminuir a concentração de sais na solução aplicada. Para Wesenberg & Beck (1964), a qualidade está associada ao suprimento adequado de nutrientes e a ausência desta pode ser atribuída aos desbalanços nutricionais.

Segundo Cadahía & Lucena (1998), o uso de kit específico para análise de nitrato possibilita com precisão e sensibilidade, a determinação da sua demanda nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, que é a base fundamental do programa de nutrição via fertirrigação. A utilização destes vem sendo aplicada na Espanha em diversas culturas (Cadahía & Lucena, 2005). No Brasil algumas pesquisas já foram realizadas e, mesmo com as dificuldades ainda existentes na interpretação dos resultados, vem demonstrando ter maior sensibilidade e vantagens sobre a diagnose foliar.

Este trabalho teve como objetivo avaliar na solução do substrato cultivado com gébera, a concentração de nitrato com o uso do cardy, sob níveis de condutividade elétrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido no Depto. Rec. Naturais/Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, município de Botucatu, Estado de São Paulo.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial, constando de cinco níveis de CE e dois cultivares, totalizando 40 parcelas. Os níveis de CE (soluções) foram 0,5; 2,0; 3,5; 5,0 e 6,5  $\text{dS m}^{-1}$ , e os cultivares, Cherry e Salmon Rose do grupo Festival da Empresa Sakata®.



As fertirrigações foram realizadas de acordo com os níveis de CE. Foram preparadas 5 soluções em diferentes recipientes, de modo que cada planta recebeu o mesmo volume. Para cada solução utilizou-se uma linha de irrigação. O manejo da CE da solução do substrato foi realizado por meio da retirada da solução com o uso de extratores, duas vezes por semana e, de acordo com o valor obtido da CE, foram ajustadas as quantidades de sais para a manutenção dos tratamentos.

Para encontrar a relação entre a CE da solução e o total de sais dissolvidos, adotou-se como referência a solução utilizada por Mota (2004). Como fontes de nutrientes, foram utilizados: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, sulfato de amônio, sulfato de magnésio, monofosfato de amônio (MAP), tenso cektall e chaufer. Aos 32 DAE, momento em que as plantas entraram na “fase de botão”, houve alteração na solução aplicada, modificando alguns fertilizantes, porém mantendo a CE dos tratamentos.

As mudas de gérbera (*Gerbera jamesonii* L.) foram obtidas na Empresa Ball Van Zanten e plantadas em vaso plástico com 1,3 L de volume na Empresa Steltenpool, onde permaneceram durante o período de aclimação de 30 dias e após, transportadas para a FCA/UNESP. Considerou-se o início do experimento quando as plantas foram distribuídas no espaçamento definitivo (30 x 30 cm), portanto os resultados são apresentados em dias após espaçamento (DAE). O substrato consistiu numa mistura de 40% de terra retirada em subsuperfície, 40% casca de pinus fina e 20% de casca de pinus grossa.

Realizou-se o manejo de abertura e fechamento do Aluminet® com as leituras obtidas com um luxímetro digital portátil da marca Instrutherm, de forma a conduzir a cultura na faixa de 40.000 a 45.000 Lux. O experimento foi conduzido com o controle fitossanitário preventivo à base de produtos e doses adequadas para a cultura da gérbera. As plantas foram mantidas livres de plantas daninhas e retiradas as folhas velhas e secas.

Utilizou-se um sistema de irrigação com gotejador tipo flecha, vazão de 4,3 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 10 MPa. A lâmina de irrigação correspondeu à quantidade de água requerida (Fanela et al., 2006), a fim de elevar a umidade do substrato contido no vaso ao valor correspondente à condição de máxima retenção, com o uso de tensiômetros.

Aos 28 e 56 DAE, as soluções obtidas com o uso do extrator de solução (Mota, 2004) foram submetidas ao teste rápido de determinação de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, em mg L<sup>-1</sup>, com o equipamento Cardy C-141 da marca Horiba.

Ao final do experimento deu-se a classificação das plantas quanto à qualidade, a partir de notas atribuídas ao aspecto visual, Ibraflor (2000), com adequações segundo a exigência do mercado, considerando a coloração das folhas e inflorescências, enfolhamento, diâmetro de

superfície do vaso, quantidade de inflorescências, altura e diâmetro de hastes, ausência de pragas, doenças e resíduos.

Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade (cultivares) e à análise de regressão (soluções), nos quais foi testado o modelo linear e quadrático. Quando houve interação (cultivar x solução), realizou-se o desdobramento; e para as soluções adotou-se a equação de regressão que melhor se ajustou aos dados, a qual foi escolhida com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (\*\*) e 5% (\*) de probabilidade pelo teste F e no maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de nitrato determinados com o equipamento Cardy Horiba C-141 na solução obtida com a metodologia do extrator de solução aos 28 e 56 DAE. Para as duas amostragens realizadas houve diferença significativa entre os cultivares ( $P<0,01$ ). Entre soluções também ocorreu diferença para as duas épocas ( $P<0,01$ ), com o ajuste da regressão linear ( $P<0,01$ ). Houve interação aos 56 DAE a 5% de probabilidade com ajuste linear ( $P<0,01$ ) e quadrático ( $P<0,01$ ).

No desdobramento da interação entre os cultivares e as soluções aos 56 DAE, pode-se observar que os valores de  $\text{N-NO}_3^-$  tiveram diferença significativa para as soluções que receberam 2,0 e 6,5 dS  $\text{m}^{-1}$  de CE, com maior valor para o cultivar Salmon Rose e Cherry, respectivamente. Na Figura 1 observou-se valores crescentes de nitrato com o incremento da CE para o cultivar Cherry.

Tabela 1. Concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  determinada na solução do substrato obtida com o extrator de solução aos 28 e 56 DAE, em função dos níveis de condutividade elétrica.

Cultivar	Solução -- dS $\text{m}^{-1}$ --	DAE	
		28 ----- mg $\text{L}^{-1}$ -----	56
Cherry	0,5	543	153 a
	2,0	1575	1538 b
	3,5	4550	2600 a
	5,0	5825	3425 a
	6,5	8075	5700 a
Média		<b>4114 A</b>	<b>2683 A</b>
Salmon Rose	0,5	603	181 a
	2,0	1400	3425 a
	3,5	2967	1428 a
	5,0	4325	2350 a
	6,5	6275	1765 b
Média		<b>3114 B</b>	<b>1830 B</b>
F C		*	*
F S		**	**
F C*S		NS	*
R S		L**	L**
R C*S		L**	L**,Q*

Dias após espaçamento (DAE); cultivar (C); solução (S); regressão (R); efeito significativo linear (L) e quadrático (Q); significância a 5 (\*) e 1% (\*\*) de probabilidade; não significativo (NS); médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, e minúsculas para cada nível de solução entre os cultivares.

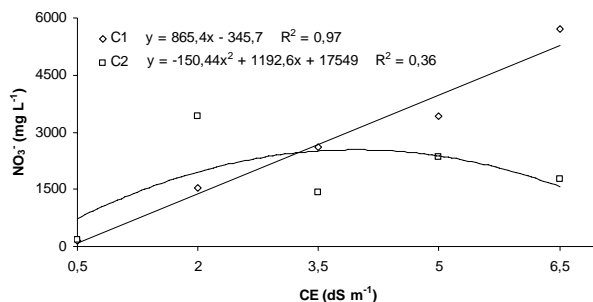


Figura 1. Desdobramento do cultivar dentro de cada nível de CE para a concentração de  $\text{N-NO}_3^-$  determinada na solução do substrato aos 56 DAE.

Observou-se nos dois momentos amostrados, que o cultivar Salmon Rose absorveu mais nitrato, evidenciando uma diferença entre cultivares.

A correlação entre a leitura de nitrato com o uso do Cardy na solução do substrato obtida com o extrator de solução e o teor de N na parte aérea da planta aos 28 DAE foi de 0,92 para o cultivar Cherry e 0,94 para Salmon Rose. Já aos 56 DAE, foi de 0,93 para o cultivar Cherry e 0,56 para Salmon Rose. As altas correlações possibilitam o uso das metodologias.

Considerando-se que para a produção de flores são necessárias características visuais de qualidade, os resultados indicaram que a solução com  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  de CE proporcionou as melhores plantas para o cultivar Cherry e Salmon Rose.

## CONCLUSÕES

O cardy mostrou ser uma excelente ferramenta para discriminar os tratamentos e avaliar o nitrato na solução do substrato, tornando possível seu monitoramento. A CE de  $3,5 \text{ dS m}^{-1}$  proporcionou as melhores plantas de gérbera, e nesta aos 28 DAE obteve-se teores de nitrato de  $4550$  e  $2967 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, para o cultivar Cherry e Salmon Rose, e aos 56 DAE,  $2600$  e  $1428 \text{ mg L}^{-1}$ .

## AGRADECIMENTOS:

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CADAHÍA, C.; LUCENA, J. J. Diagnostico de nutrición y recomendaciones de abonado. In: CADAHÍA, C. **Fertirrigacion:** cultivos horticolas y ornamentales. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1998. p. 173-246.

- CADAHÍA, C.; LUCENA, J. J. Diagnostico de nutrición y recomendaciones de abonado. In: CADAHÍA, C. **Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales**. 3. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2005, p. 183-257.
- FANELA, T. L. M. et al. Influência de diferentes níveis de tensão de água na cultura da gérbera desenvolvida em substrato. In: MOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2.; MOSTRA CIENTÍFICA DA FMVZ, 10.; REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO, 13., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2006. 1 (CD-ROM).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. **Padrão Ibraflor de qualidade**. Campinas, 2000. 87 p.
- MOTA, P. R. D. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**. 2004. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. 2004.
- MOTA, P. R. D. et al. Desenvolvimento de plantas de crisântemo cultivadas em vaso em resposta a níveis de condutividade elétrica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 164-171, jan./abr. 2007.
- WESENERBERG, B. G.; BECK, G. E. Influence of production environment and others factors the potted chrysanthemum flowers (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). **Proceedings American Society of the Horticultural Science**, Maryland, v. 85, p. 584-590, 1964.





I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## EFEITO DO FÓSFORO NO DIAMETRO E ALTURA NA CULTURA DA MAMONEIRA IRRIGADA COM ÁGUA RESIDUÁRIA

TRAVASSOS, K. D.<sup>1</sup>; SANTOS, M. S.<sup>2</sup>; MEDEIROS, S. S.<sup>3</sup>,  
BARROS, H. M. M.<sup>4</sup>, SANTOS, J. S.<sup>5</sup> & LIMA, V. L. A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB E-mail: kalinedantas@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agrônoma, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>3</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>4</sup> Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>5</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>6</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agrícola, Prof.<sup>a</sup>. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

**RESUMO:** Atualmente, mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, obrigando a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e geração de energia elétrica, surgindo então a necessidade de implementação de sistemas que visem reaproveitar as águas residuárias tratadas. A mamoneira (*Ricinus communis* L.) como cultura industrial, cujos produtos e co-produtos não são diretamente usados na alimentação humana, constitui-se em grande potencial para a sua exploração com uso de esgoto tratado. O objetivo deste trabalho foi realizar um acompanhamento da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento e implantação da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) visando avaliar os efeitos do fósforo no diâmetro do caule e altura das plantas de diferentes lâminas de irrigação com água residuária tratada. O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada e plantio e acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey. Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos, sendo, portanto recomendado o uso da lâmina 400 mm e conseqüentemente uma maior economia de água. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., Mamona, Irrigação.

## EFFECT OF THE MATCH IN THE DIAMETRO AND HEIGHT IN THE CULTURE OF THE MAMONEIRA IRRIGATED WITH RESIDUARY WATER

**ABSTRACT:** Currently, more than one terço of the planet if finds in situation of quantitative and qualitative scarcity of hídricos resources, compelling the priorização of the use of superficial waters for

the public supplying and generation of electric energy, appearing then the necessity of implementation of systems that they aim at to reaproveitar treated residuary waters. The mamoneira (*Ricinus communis* L.) as industrial culture, whose products and co-products are not directly used in the feeding human being, consists in great potential for its exploration with use of treat sewer. The objective of this work was to carry through a accompaniment of the installation of a system of irrigation for dripping and implantation of the culture of mamona (*Ricinus communis* L.) being aimed at to evaluate the effect of the match in the diameter of caule and height of the plants of different blades of irrigation with treated residuary water. The field work consists in the installation of the system of located irrigation and plantation and accompaniment of the culture of mamona (*Ricinus communis* L.), submitted the 16 treatments with 48 parcels, using itself the experimental delineation block-type to perhaps, with analysis of variance of the test of Tukey. All the blades for the heights had had the not significant results, being, therefore recommended the use of blade 400 mm and consequently a bigger water economy. The resulted diameter with better was of the blade of 600 mm.

**Keywords:** *Ricinus communis* L, Mamona, Irrigation

## INTRODUÇÃO

A mamoneira é provavelmente originária da Ásia, explorada comercialmente entre as latitudes 40°N e 40°S. No Brasil, sua introdução se deu durante a colonização portuguesa, por ocasião da vinda dos escravos africanos. A facilidade de propagação e de adaptação em diferentes condições climáticas propiciou a mamona ser encontrada ou cultivada nas mais variadas regiões do mundo. A mamona (*Ricinus communis* L.) é um arbusto perene, oleaginosa, de relevante importância econômica e social, principalmente, no semi-árido nordestino. A mamona hoje, é colocada pelo governo como uma planta de excelente potencial e está incentivando seu plantio, principalmente nas regiões carentes do Brasil. O governo brasileiro tornou-se um dos maiores divulgadores e promotores dessa cultura, ao sinalizar que essa deve ser a principal oleaginosa, no ainda tímido, processo de substituição do diesel brasileiro. A irrigação com águas residuárias de esgotos domésticos é uma prática freqüente na maioria dos países da América Latina, por oferecer vantagens como disponibilidade permanente de água, aporte de grande quantidade de nutrientes, aumento do rendimento dos cultivos e melhoria na qualidade do solo, além da economia com fertilizantes industriais (Silva, 2000) sendo ainda uma alternativa viável para amenizar os problemas ocasionados pela escassez de água (Ayers & Westcot, 1999). O objetivo deste trabalho foi realizar um acompanhamento da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento e implantação da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.) visando avaliar os efeitos do fósforo no diâmetro do caule e altura das plantas de diferentes lâminas de irrigação com água residuária tratada.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, nas dependências da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), no bairro da Catingueira, distante 10 km do centro do município de Campina Grande, PB (7° 13' 11" S; e 35° 52' 31" W ). O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada e plantio e



acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey no programa Assistat, em esquema fatorial misto  $(4 \times 2 \times 2) \times 3$ , cujos fatores foram quatro lâminas de irrigação de água residuária ( $L_1 = 1000$  mm,  $L_2 = 800$  mm,  $L_3 = 600$  mm e  $L_4 = 400$  mm), ausência e presença de nitrogênio e fósforo (0; 90 kg ha<sup>-1</sup> de N) e (0; 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); cultivou-se a mamona híbrido Lyra. A parcela experimental constou de uma área de 20 m<sup>2</sup>, totalizando uma área de 960 m<sup>2</sup>, o arranjo de plantas foi em fileiras simples e o espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1 m entre fileiras. Colocou-se duas sementes por cova, a uma profundidade de 5 cm. O sistema de irrigação foi localizado do tipo gotejamento, a água da lagoa de estabilização foi aduzida por uma motobomba centrífuga de 3 cv, passando por uma tubulação de 330 m de PVC de 50 mm, um filtro de areia com vazão de 10 mil L h<sup>-1</sup>, filtro de disco 130 micron, até 2 caixas de água de 5000 L e ainda duas motobombas de 0,5 cv e dois filtros de tela 130 micron com gotejadores autocompensantes espaçados 50 cm com vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, a água de abastecimento é armazenada em duas caixas de 3000 L. As águas de irrigação têm as seguintes características: CE 0,46 e 1,5 dS m<sup>-1</sup>, sódio, 5,27 e 113,60 mg L<sup>-1</sup>, amônia 0,96 e 56,0 mg L<sup>-1</sup>, nitrato 0,5 e 1,22 mg L<sup>-1</sup>, potássio 6,8 e 17,5 mg L<sup>-1</sup>, Cálcio 19,91 e 35 mg L<sup>-1</sup>, magnésio 7,2 e 29,6 mg L<sup>-1</sup>, bicarbonato 79,3 e 433,8 mg L<sup>-1</sup>, cloreto 405,5 e 226 mg L<sup>-1</sup>, fósforo 0,08 e 6,6 mg L<sup>-1</sup>, P-orto 0,06 e 4,18 mg L<sup>-1</sup> para água de abastecimento e residuária respectivamente. Os teores de micro elementos e metais pesados do efluente da ETE são: Boro 1,54; Ferro abaixo do limite de detecção de 0,001 mg L<sup>-1</sup>; Cobre 0,22; Mn 0,090; Zn abaixo do limite de detecção de 0,06 mg L<sup>-1</sup>; Chumbo 0,78; Níquel 0,05; Cádmio abaixo do limite de detecção de 0,0001 mg L<sup>-1</sup>. A ETE de Campina Grande possui duas lagoas em série, com profundidade de 3,5 m, sem aeradores, no final da segunda lagoa existe um ponto de captação do efluente que foi utilizado no experimento. O plantio foi realizado em 25/11/05 e a germinação ocorreu no dia 05/12/05, sendo realizado o replantio nos locais falhos em 07/12/05. A primeira avaliação não destrutiva das plantas foi realizada no dia 24/12/05, a segunda avaliação foi realizada no dia 15/01/06 e a terceira e última avaliação foi no dia 05/02/06. De acordo com a análise do solo e após submetê-lo a Capacidade de campo (Cc), realizou-se a semeadura em 25/11/2005 por meios de covas abertas na superfície do solo, a uma profundidade média de 5 cm, nas quais foram colocadas para germinar 2 sementes da cultivar Híbrido Lyra, provenientes da EMBRAPA / CNPA safra 2004/2005. As sementes na cova foram cobertas com uma fina camada do próprio solo; a emergência se verificou aos 10 dias após a semeadura. Aos 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando, apenas uma plântula por cova. Aos 10 dias após a emergência foi iniciado o controle das irrigações, o manejo da irrigação baseia-se na evapotranspiração de referência (Eto). A altura de plantas foi determinada a partir do colo da planta, a 2 cm do solo, até o broto terminal, utilizando uma trena, aos 20, 40 e 60 dias após a emergência. O diâmetro caulinar foi medido a 2 cm do colo da planta aos 20, 40 e 60 (DAE), utilizando um paquímetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de irrigação instalado que foi do tipo localizada por gotejamento, com uma linha principal e uma lateral. A altura das plantas, em função das lâminas de irrigação aplicadas, observadas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência. Observa-se que o crescimento das plantas seguiram a mesma tendência para todas as observações realizadas. Os melhores valores foram registrados para a lâmina de 600 mm. Entretanto, como os resultados estatísticos indicam que não houve diferença significativa, para altura de planta, qualquer que tenha sido a lâmina aplicada, recomendamos a irrigação, nas condições em que foi realizado o experimento, com aplicação de 400 mm, o que resultará em economia de água para outras finalidades, como expansão da área agrícola. Estes resultados estão de acordo com esta lâmina é a mais próxima da eficiência hídrica da mamona 500 mm (Amaral, et al., 2005). Na deficiência de fósforo, as plantas têm crescimento inicial lento, provavelmente devido à redução na absorção de nutrientes, da taxa fotossintética e da translocação interna de carboidratos, que se acumulam no cloroplasto. As plantas de mamona com suprimento de fósforo até 30 DAE, não se verificaram sintomas visuais subsequente de deficiência de fósforo.

Na Tabela 3, observa-se que os melhores valores registrados foi obtido quando aplicou-se a lâmina de 600 mm, onde o diâmetro caulinar obteve maior desenvolvimento. Os valores médios de diâmetros foram em torno de 9,28 a 16,84 mm, havendo diferença significativa e está variando entre um nível de 5 % de probabilidade. Analisando-se a Tabela 4 para os resultados estatísticos, observa-se que não houve diferença significativa no tratamento com fósforo no diâmetro caulinar.

Tabela 1. Resumo das médias para leituras da variável altura para as lâminas aplicadas no Híbrido Lyra

Lâminas	Médias das alturas		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L <sub>1</sub>	18,94 a	27,87 a	28,46 a
L <sub>2</sub>	17,27 a	26,12 a	26,63 a
L <sub>3</sub>	19,01 a	29,80 a	31,19 a
L <sub>4</sub>	17,18 a	28,12 a	29,23 a

Tabela 2. Médias das alturas para a adubação fosfatada

Médias do fósforo para as alturas	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	18,19 a	28,06 a	28,73 a
Sem	18,01 a	27,90 a	29,02 a

**Tabela 3.** Médias das lâminas para o diâmetro.

Lâminas	Médias dos diâmetros		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L <sub>1</sub>	10,48 a	14,70 ab	14,79 ab
L <sub>2</sub>	9,28 a	13,06 b	13,17 b
L <sub>3</sub>	10,82 a	16,52 a	16,84 a
L <sub>4</sub>	10,80 a	14,39 ab	14,49 ab

**Tabela 4.** Médias dos diâmetros para a adubação fosfatada

Médias do fósforo para o diâmetro	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	10,25 a	14,30 a	14,50 a
Sem	10,45 a	15,03 a	15,14 a

## CONCLUSÕES

Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos, sendo, portanto recomendado o uso da lâmina 400 mm e conseqüentemente uma maior economia de água. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm. O desempenho desse sistema de irrigação foi satisfatório porém alguns entupimentos foram verificados no sistema durante o experimento, porém este problema não interferiu no desenvolvimento do experimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande:UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 29).
- AMARAL, J.A.B.do; SILVA,M.T; BELTRÃO,N.E.de M., Zoneamento Agrícola da Mamona no Nordeste Brasileiro Safra 2005/2006.Estado da Bahia
- SILVA, S. A. Comportamento de formas de enxofre, fósforo e nitrogênio em um reservatório profundo de estabilização tratando águas residuárias domésticas. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2000, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre, 2000.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## EFEITO DO NITROGÊNIO E DA IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA ALTURA E DIÂMETRO DA MAMONEIRA

TRAVASSOS, K. D.<sup>1</sup>; SANTOS, M. S.<sup>2</sup>; MEDEIROS, S. S.<sup>3</sup>,  
BARROS, H. M. M.<sup>4</sup>, FERREIRA, A. C.<sup>5</sup> & LIMA, V. L. A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB E-mail: kalinedantas@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng.<sup>a</sup> Agrônoma, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>3</sup> Eng.<sup>a</sup> Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>4</sup> Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>5</sup> Eng.<sup>a</sup> Agrícola, Mestranda em Eng. Agrícola, UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

<sup>6</sup> Eng.<sup>a</sup> Agrícola, Prof.<sup>a</sup>. Doutora da UAEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, PB

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio e da irrigação com água residuária tratada na altura e diâmetro da mamoneira (*Ricinus communis* L.). A irrigação com águas residuárias de esgotos domésticos oferece vantagens como à disponibilidade permanente de água, aporte de grande quantidade de nutrientes, aumento do rendimento dos cultivos e melhoria na qualidade do solo, além da economia com fertilizantes industriais, sendo ainda uma alternativa viável para amenizar os problemas ocasionados pela escassez de água. O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada, plantio e acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey. Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm.

**Palavras chave:** Mamona, Irrigação, reúso de água.

## EFFECT OF NITROGEN AND THE IRRIGATION WITH RESIDUARY WATER TREATED IN THE ONE IN THE HEIGHT AND DIAMETER TO THE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effect of nitrogen and the irrigation with residuary water treated in the one in the height and diameter to the mamoneira (*Ricinus communis* L.). The irrigation with residuary waters of domestic sewers offers advantages as to the permanent water availability, it arrives in port of great amount of nutrients, increase of the income of the cultivos and improvement in the quality of the ground, beyond the economy with industrial fertilizers, being still a viable alternative to brighten up the problems caused for the water scarcity. The field work consists in the installation of the system of located irrigation, plantation and accompaniment of the culture of mamona (*Ricinus communis* L.), submitted the 16 treatments with 48 parcels, using itself the experimental



delineation block-type to perhaps, with analysis of variance of the test of Tukey. All the blades for the heights had had the not significant results. The resulted diameter with better was of the blade of 600 mm.

**Keywords:** Mamona, Irrigation, Reused water.

## INTRODUÇÃO

A poluição das águas vem ocorrendo devido ao crescimento desordenado das grandes cidades, juntamente com a imensa expansão das atividades industriais. Com o crescimento populacional, consequentemente aumenta a demanda de alimentos, isto vem implicando em um maior consumo de agrotóxicos, fertilizantes e geração de resíduos. Atualmente, mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez quantitativa e qualitativa de recursos hídricos, obrigando a priorização do uso das águas superficiais para o abastecimento público e geração de energia elétrica, surgindo então a necessidade de implementação de sistemas que visem reaproveitar as águas residuárias tratadas (LEÓN e CAVALLINI, 1999). Para uma melhor proteção da saúde pública é primordial o tratamento adequado das águas residuárias, pois os esgotos podem contaminar a água, os alimentos, os utensílios domésticos, as mãos, o solo ou serem transportados por vetores, como moscas e baratas, provocando novas infecções. (HESPANHOL, 2003). O Brasil já foi maior produtor mundial de mamona (573 mil toneladas em 1974) e maior exportador do seu óleo (há algumas décadas); em 1996 a produção nacional foi de 122 mil toneladas. No Nordeste semi-árido brasileiro concentra-se oitenta por cento da produção nacional (80%). (SEAGRI.BA, 2007). A mamoneira (*Ricinus communis* L.) como cultura industrial, cujos produtos e co-produtos não são diretamente usados na alimentação humana, constitui-se em grande potencial para a sua exploração com uso de esgoto tratado. Trata-se de uma cultura, com características de resistência à seca e exigente em calor e luminosidade, como também é fixadora de mão-de-obra, explorada tanto pelo pequeno como pelo grande produtor, geradora de emprego no campo e de matéria-prima para a obtenção de produtos necessários ao desenvolvimento da indústria nacional. sentindo a necessidade de preservar os mananciais de água e de pensar em um melhor destino as águas residuárias. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do nitrogênio e da irrigação com água residuária tratada na altura e diâmetro da mamoneira (*Ricinus communis* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida, nas dependências da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Água e Esgoto da Paraíba (CAGEPA), no bairro da Catingueira, distante 10 km do centro do município de Campina Grande, PB (7° 13' 11" S; e 35° 52' 31" W).

O trabalho de campo constitui-se na instalação do sistema de irrigação localizada e plantio e acompanhamento da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), submetida a 16 tratamentos com 48 parcelas, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com análise de variância do teste de Tukey no programa Assistat, em esquema fatorial misto ( $4 \times 2 \times 2$ )  $\times 3$ , cujos fatores foram quatro lâminas de irrigação de água residuária ( $L_1 = 1000$  mm,  $L_2 = 800$  mm,  $L_3 = 600$  mm e  $L_4 = 400$  mm), ausência e presença de nitrogênio e fósforo (0; 90 kg ha<sup>-1</sup> de N) e (0; 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); cultivou-se a mamona híbrido Lyra. A parcela experimental constou de uma área de 20 m<sup>2</sup>, totalizando uma área de 960 m<sup>2</sup>, o arranjo de plantas foi em fileiras simples e o espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1 m entre fileiras. Colocou-se duas sementes por cova, a uma profundidade de 5 cm. O sistema de irrigação foi localizado do tipo gotejamento, a água da lagoa de estabilização foi aduzida por uma motobomba centrífuga de 3 cv, passando por uma tubulação de 330 m de PVC de 50 mm, um filtro de areia com vazão de 10 mil L h<sup>-1</sup>, filtro de disco 130 micron, até 2 caixas de água de 5000 L e ainda duas motobombas de 0,5 cv e dois filtros de tela 130 micron com gotejadores autocompensantes espaçados 50 cm com vazão de 4 L h<sup>-1</sup>, a água de abastecimento é armazenada em duas caixas de 3000 L. As águas de irrigação têm as seguintes características: CE 0,46 e 1,5 dS m<sup>-1</sup>, sódio, 5,27 e 113,60 mg L<sup>-1</sup>, amônia 0,96 e 56,0 mg L<sup>-1</sup>, nitrato 0,5 e 1,22 mg L<sup>-1</sup>, potássio 6,8 e 17,5 mg L<sup>-1</sup>, Cálcio 19,91 e 35 mg L<sup>-1</sup>, magnésio 7,2 e 29,6 mg L<sup>-1</sup>, bicarbonato 79,3 e 433,8 mg L<sup>-1</sup>, cloreto 405,5 e 226 mg L<sup>-1</sup>, fósforo 0,08 e 6,6 mg L<sup>-1</sup>, P-orto 0,06 e 4,18 mg L<sup>-1</sup> para água de abastecimento e residuária respectivamente. Os teores de micro elementos e metais pesados do efluente da ETE são: Boro 1,54; Ferro abaixo do limite de detecção de 0,001 mg L<sup>-1</sup>; Cobre 0,22; Mn 0,090; Zn abaixo do limite de detecção de 0,06 mg L<sup>-1</sup>; Chumbo 0,78; Níquel 0,05; Cádmio abaixo do limite de detecção de 0,0001 mg L<sup>-1</sup>. A ETE de Campina Grande possui duas lagoas em série, com profundidade de 3,5 m, sem aeradores, no final da segunda lagoa existe um ponto de captação do efluente que foi utilizado no experimento. O plantio foi realizado em 25/11/05 e a germinação ocorreu no dia 05/12/05, sendo realizado o replantio nos locais falhos em 07/12/05. A primeira avaliação não destrutiva das plantas foi realizada no dia 24/12/05, a segunda avaliação foi realizada no dia 15/01/06 e a terceira e última avaliação foi no dia 05/02/06. De acordo com a análise do solo e após submetê-lo a Capacidade de campo (Cc), realizou-se a semeadura em 25/11/2005 por meios de covas abertas na superfície do solo, a uma profundidade média de 5 cm, nas quais foram colocadas para germinar 2 sementes da cultivar Híbrido Lyra, provenientes da EMBRAPA / CNPA safra 2004/2005. As sementes na cova foram cobertas com uma fina camada do próprio solo; a emergência se verificou aos 10 dias após a semeadura. Aos 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste deixando, apenas uma





plântula por cova. Aos 10 dias após a emergência foi iniciado o controle das irrigações, o manejo da irrigação baseia-se na evapotranspiração de referência (Eto). A altura de plantas foi determinada a partir do colo da planta, a 2 cm do solo, até o broto terminal, utilizando uma trena, aos 20, 40 e 60 dias após a emergência. O diâmetro caulinar foi medido a 2 cm do colo da planta aos 20, 40 e 60 (DAE), utilizando um paquímetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que o crescimento das plantas seguiram a mesma tendência para todas as observações realizadas. Os melhores valores foram registrados para a lâmina de 600 mm. Entretanto, os resultados estatísticos indicam que não houve diferença significativa, para altura de planta, qualquer que tenha sido a lâmina aplicada. Estes resultados estão de acordo com esta lâmina é a mais próxima da eficiência hídrica da mamona 500 mm (AMARAL, et al., 2005).

Par o diâmetro caulinar os melhores valores foram registrados quando aplicada a lâmina de 600 mm. Os valores médios de diâmetros em relação as lâminas aplicadas foram em torno de 9,28 a 16,84 mm. Houve diferença significativa a nível de 5 % de probabilidade. Analisando-se a Tabela 4 para os resultados estatísticos, não houve diferença significativa no tratamento do nitrogênio para o diâmetro caulinar. Nas leituras dos diâmetros todos os resultados foram não significativos em um nível de probabilidade de 5 %.

Tabela 1. Resumo das médias para leituras da variável altura para as lâminas aplicadas no Híbrido Lyra

Lâminas	Médias das alturas		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L <sub>1</sub>	18,94 a	27,87 a	28,46 a
L <sub>2</sub>	17,27 a	26,12 a	26,63 a
L <sub>3</sub>	19,01 a	29,80 a	31,19 a
L <sub>4</sub>	17,18 a	28,12 a	29,23 a

Tabela 2. Médias das alturas para a adubação nitrogenada

Médias do nitrogênio para as alturas	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	18,20 a	28,08 a	29,08 a
Sem	18,00 a	27,88 a	28,67 a

Tabela 3. Médias das lâminas para o diâmetro.

Lâminas	Médias dos diâmetros		
	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
L <sub>1</sub>	10,48 a	14,70 ab	14,79 ab
L <sub>2</sub>	9,28 a	13,06 b	13,17 b
L <sub>3</sub>	10,82 a	16,52 a	16,84 a
L <sub>4</sub>	10,80 a	14,39 ab	14,49 ab

Tabela 4. Médias dos diâmetros para a adubação nitrogenada

Médias do nitrogênio para diâmetro	1ª Leitura	2ª Leitura	3ª Leitura
Com	10,44 a	14,58 a	14,78 a
Sem	10,25 a	14,75 a	14,86 a

## CONCLUSÕES

Todas as lâminas para as alturas tiveram os resultados não significativos. O diâmetro com melhor resultado foi o da lâmina de 600 mm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, J.A.B.do; SILVA,M.T; BELTRÃO,N.E.de M., Zoneamento Agrícola da Mamona no Nordeste Brasileiro Safra 2005/2006.Estado da Bahia
- HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. (Editores). Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003 a. p.37-95.
- LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias. Tradução de GHERY, H. R.; KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB. 1999. 108p.
- SEAGRI. BA. Disponível em: [www.seagri.ba.gov.br/mamoneira](http://www.seagri.ba.gov.br/mamoneira). Acessado em: 15 Março 2007.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## HIDROGEOLOGIA E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, ÁREA EM CRATO, JUAZEIRO DO NORTE E BARBALHA-CE

LOPES, C. R. M.<sup>1</sup>; CAVALCANTE, I. N.<sup>2</sup> & GUERRA JÚNIOR, W. DE G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prof. Mestre, Curso Saneamento Ambiental, Centec-Cariri, Juazeiro do Norte-CE, R. Amália Xavier de Oliveira S/N, CEP 63000-000, ciceroberto@bol.com.br

<sup>2</sup>Prof. Doutor, Depto de Geologia, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>3</sup>Mestrando em hidrogeologia, UFC, Fortaleza, CE.

**RESUMO** A hidrogeologia e o estudo da qualidade das águas subterrâneas no Cariri em uma área nos municípios de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha são a meta principal deste trabalho. A metodologia aplicada consiste principalmente de trabalhos em campo e das análises físico-químicas e bacteriológicas. A área está inserida num contexto tectônico-estrutural da Bacia Sedimentar do Araripe com o embasamento representado pelo Grupo Cachoeirinha, do Proterozóico Médio, e pelos Granitóides do Proterozóico Superior. O Cenozóico está representado pelas coberturas terciário-quaternárias e aluviões de rios. O principal sistema aquífero é constituído pelo conjunto das formações Mauriti, Missão Velha e Rio da Batateira, que possui as melhores condições de exploração de água subterrânea e contém a grande maioria dos poços construídos na área. Os dados hidrogeológicos revelam que a área pode ser totalmente abastecida por água subterrânea de boa qualidade físico-química. Em termos iônicos predominam as águas do tipo bicarbonatadas mistas, com potabilidade dentro dos padrões exigidos para saúde e sem restrições para uso na irrigação.

**Palavras-chave:** Hidrogeologia; Qualidade; Cariri.

## HYDROGEOLOGY AND QUALITY OF GROUNDWATER, AREA IN CRATO, JUAZEIRO DO NORTE AND BARBALHA-CE

**ABSTRACT:** The hydrogeology and the study of the quality of groundwater in the Cariri in an area in the cities of Crato, Juazeiro do Norte and Barbalha are the main objective of this work. The applied methodology mainly consists of works in field and the physical-chemistry and bacteriological analyses. The area is inserted in a tectonic-structural context of the Basin Sedimentary of the Araripe with the basement represented for Cachoeirinha Group, of the Average Proterozoic, and for the Granitoids of the Proterozoic Superior. The Cenozoic is represented by the tertiary-quaternary coverings and alluviums of rivers. The main aquifer system is constituted by the set of the Mauriti formations, Missão Velha and Rio da Batateira, that possess the best conditions of extraction of groundwater and contains the great majority of the wells constructed in the area. The hydrogeological data disclose that the area can total be supplied by groundwater of good quality physical-chemistry. In ionic terms the mixing bicarbonated

waters of the type predominate, with potability inside of the standards demanded for health and without restrictions for use in the irrigation.

**Keywords:** Hydrogeology, quality, Cariri.

## INTRODUÇÃO

O Cariri representa a mais importante e maior bacia hidrogeológica do Ceará, onde o seu potencial hídrico subterrâneo quantitativo destaca-se das outras bacias sedimentares do Estado (Anjos, 2000). Nesta região destacam-se, pela importância político-social e demanda hídrica, os municípios de Barbalha, Juazeiro do Norte e Crato, os quais são objetos de concentração deste trabalho.

Este trabalho tem por objetivo geral estudar a hidrogeologia e diagnosticar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos da região entre Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha onde foram considerados a análise das características que influenciam na qualidade dessas águas subterrâneas. Especificamente, este trabalho pretende estudar a ocorrência dos sistemas aquíferos; avaliar a qualidade das águas subterrâneas e observar os impactos antrópicos às águas subterrâneas.

O Cariri representa uma das mais importantes regiões em desenvolvimento no Ceará, considerada no presente trabalho a mesma utilizada pelo IBGE para distribuição populacional (Ceará, 1998) denominada de microrregião do Cariri, constituída de 8 municípios: Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras, Santana do Cariri e Jardim.

Os três (3) maiores municípios da região são representados por Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha que, juntos, possuem uma população urbana total de 379.366 habitantes. A maior cidade da região é Juazeiro do Norte com uma população em 2003, segundo informações do IPLANCE (Ceará, 1998), de 220.141 habitantes, com concentração predominante na zona urbana.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia realizada nesse trabalho está representada nas etapas agora descritas: Levantamento Bibliográfico; **Etapas de Campo** - O trabalho de campo tem como principais objetivos o mapeamento de reconhecimento das unidades hidrogeológicas e litoestratigráficas, assim como um inventário dos poços cadastrados para a caracterização da situação atual. Na visitação de alguns poços foram utilizados um medidor de nível d'água, um medidor de pH e um medidor de condutividade elétrica para complementar as informações de hidroquímica; **Análises de Laboratório** - As amostras de água foram enviadas para o Laboratório da CAGECE, que utiliza os métodos padrões do “*Standart Methods for Examination of Water and Wastewater*” para a realização das análises físico-químicas e bacteriológicas. Nos resultados das



análises apresentados são determinados a turbidez, cor, odor, pH, alcalinidade, dureza, cálcio, magnésio, condutividade, cloretos, cloro residual, sulfatos, ferro, manganês, O<sub>2</sub> consumido, sódio, potássio, nitritos, nitratos, amônia, sólidos totais e alumínio; **Tratamento dos Dados** - As informações obtidas na primeira etapa e conferidas no campo receberam um tratamento mais apurado no que tange aos dados de cadastro de poços e análise de água. As análises físico-químicas tiveram sua precisão avaliada através da fórmula de Stabler e foram usadas nos diagramas de classificação iônica, nível de potabilidade e uso para irrigação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Aspectos Hidrogeológicos** Considerando a similitude de características hidrogeológicas, a imprecisão na descrição de grande parte dos perfis geológicos dos poços, será procedida a seguinte divisão hidrogeológica: Sistema Aquífero Superior (formações Exu e Arajara); Aquíclode Santana; Sistema Aquífero Médio (formações Rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha); Aquíclode Brejo Santo; Sistema Aquífero Inferior (Formação Mauriti e parte basal da Formação Brejo Santo) (Mont'alverne et al. 1996). A área de estudo está inserida no Sistema Aquífero Médio (Beurlen, 1962). Quanto às condições de explotabilidade das águas desse sistema aquífero, podem ser consideradas muito boas. Foi notado a facilidade de exploração desse manancial: em média, o nível estático da água situa-se numa média de 13m de profundidade, variando para um pouco mais nos locais de intensa exploração, como em torno dos centros urbanos de Crato e Juazeiro do Norte, onde chegam até 34,6 m de profundidade.

**Potabilidade** Nas análises físico-químicas e bacteriológicas, essas características podem ser observadas e relacionadas a padrões (Tabela 1). No Diagrama de Schöeller foram plotados a média geral das concentrações das análises físico-químicas de 48 amostras da área de estudo. Observa-se que todas os poços captam águas subterrâneas inseridas dentro do padrão de potabilidade, sendo classificadas com boas, havendo uma exceção no que diz respeito a dureza onde foram enquadradas como medíocres.

**Ferro (Fe)** As águas subterrâneas dos poços que abastecem Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha têm teores de ferro que variam de 0,01 a 1,53 mg/L com média de 0,18 mg/L, com Juazeiro do Norte destacando-se dos demais municípios da área com maior presença de ferro em 12 amostras, cuja concentração varia de 0,1 a 0,3 mg/L. A maioria das águas dos poços da área estão com teores de Fe dentro dos padrões de potabilidade segundo a OMS.

Tabela 1 - Valores obtidos das análises das águas da área de estudo

Parâmetros	Unidade	Mínimo	Máximo	Portaria nº 36/90 MS	Padrão OMS
Ph	-	5,5	8,3	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
C.E.	µS/cm	84	975	-	-
Dureza	mg/L de CaCO <sub>3</sub>	23	243	500	500
Na	mg/L	2,8	134,6	-	200
K	mg/L	1,0	38,5	-	-
Ca	mg/L	2,2	97,4	-	-
Mg	mg/L	3,8	31,2	-	-
Mn	mg/L	0,02	0,04	0,1	0,1
Fe total	mg/L	0,01	1,53	0,3	0,3
Cl	mg/L	06	183	250	250
SO <sub>4</sub>	mg/L	0,4	173	400	400
HCO <sub>3</sub>	mg/L	5,9	225	-	-
NO <sub>3</sub>	mg/L	0,8	36,5	10	10
Al	mg/L	0,001	0,15	0,2	0,2

Ministério da Saúde (MS); Organização Mundial de Saúde (OMS)

**Manganês (Mn<sup>+</sup>)** Nas 48 amostras analisadas, apenas em 5 amostras em Crato observou-se a presença de manganês entre 0,02 a 0,04 mg/L, mas essas águas estão dentro dos padrões de potabilidade da OMS que aceita valores de manganês de até 0,1 mg/L.

**Alumínio (Al)** O alumínio está presente em 43 amostras na área de estudo com uma média de 0,02 mg/L, sendo que a maioria está abaixo do valor máximo recomendável pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 0,02 mg/L. Apenas uma amostra de um poço de Juazeiro do Norte apresentou um valor elevado de 0,15 mg/L.

**Cloretos (Cl<sup>-</sup>)** Na área de estudo a concentração de cloreto nas águas subterrâneas dos poços varia de 6 a 183 mg/L, com média de 24,2 mg/L. Esses valores estão abaixo do recomendado pela OMS, que é de 250 mg/L.

**Razão De Adsorção De Sódio** As águas subterrâneas dos poços da área de estudo prestam-se para o cultivo de quase todos os vegetais havendo uma exceção num poço em Juazeiro do Norte que está com água com teor elevado em relação ao risco de sódio.

**Bacteriologia Da Água** Além da físico-química, foram realizadas também 48 análises bacteriológicas, com o objetivo de identificar possíveis organismos patogênicos que comprometem a qualidade da água e, conseqüentemente, a saúde do homem. As amostras foram coletadas na sua maioria em poços que a população utilizava a água para consumo. Nas 48 amostras analisadas não foram detectadas a presença de bactérias. O aspecto construtivo, a manutenção e a localização desses poços contribuem para esse quadro.



## CONCLUSÕES

A área de estudo ocupa uma área de 410 km<sup>2</sup> sendo um dos maiores pólos urbanos do Estado do Ceará, com uma população de 379.366 habitantes tendo o comércio como principal atividade econômica.

Em termos hidrogeológicos, a área apresenta quatro sistemas distintos, onde dois se definem como aquíferos (Depósitos Cenozóicos e formações Mauriti, Missão Velha e Rio da Batateira), um possui o comportamento de aquícluído (Formação Brejo Santo) e o embasamento cristalino possui pouca importância hidrogeológica local sendo, de maneira geral, um aquífugo.

O Sistema Hidrogeológico Mauriti, Missão Velha e Rio da Batateira é o mais importante para a região, em termos de exploração de água subterrânea, onde 80% dos poços construídos se encontram nesse sistema.

O abastecimento público da área pode ser feito totalmente por água subterrânea, com água de boa qualidade físico-química e bacteriológica. As águas subterrâneas da área foram classificadas, segundo o Diagrama de Piper, como bicarbonatadas 79,2% (mistas, sódicas e magnesianas), 10,4% cloretadas magnesianas e 10,4% mistas. O Diagrama de Schöeller & Berkloff revelou que as águas subterrâneas apresentam poucas restrições ao consumo humano (boa potabilidade), sendo apenas não recomendável o seu uso generalizado na indústria (dureza média/alta). Todas as amostras, segundo o Diagrama U. S. Salinity Laboratory, são águas que apresentam baixo a médio teor de salinidade sem qualquer restrição de uso na agricultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, F. T. dos. Estudo hidrogeológico do aquífero Rio da Batateira e caracterização da possibilidade de abastecimento d'água nos municípios do Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha – CE no ano de 2020. 2000. Dissertação de Mestrado. Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade de Pernambuco, Recife.
- BEURLIN, K.. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1962, Recife. Anais. Publicação especial, Recife, SBG. P. 47. 1962.
- CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Coordenação - SEPLAN. Fundação Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE. Anuário Estatístico do Ceará. 1997 - Tomo 2. Economia e Finanças. Edições Iplance. Fortaleza. 1998.
- MONT'ALVERNE, A. A. F.; PONTE, F. C.; COSTA, W. C.; DANTAS, J. R. A; LOPES, C. F.; MELO JUNIOR, A. H.; PONTE, J. S. A ; FILGUEIRA, J. B. M.; SOUZA, S. do R.; SILVA, E. C. C. da. Projeto Avaliação hidrogeológica da bacia sedimentar do Araripe. 1996. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. Recife. Fase I. 100p. il.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## ARTIGO TÉCNICO

### USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA NA IRRIGAÇÃO

ALVES, L. A.<sup>1</sup>; GONÇALVES, E. DE O.<sup>1</sup>; BARROS, R. DE S. B.<sup>2</sup>;  
GOMES FILHO, R. R.<sup>3</sup>; LIMA, S. C. R. V.<sup>4</sup> & RODRIGUES, A. L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/LIMOEIRO DO NORTE-CE

<sup>2</sup> Autor do trabalho, Especialista em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Tecnologia - CENTEC/SOBRAL-CE

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, professor da FATEC/LIMOEIRO DO NORTE-CE

<sup>4</sup> Mestre em Agronomia, professores da FATEC/SOBRAL-CE

**RESUMO:** A água é um recurso cada vez mais escasso, seja pelo crescimento populacional, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta, especialmente pela poluição dos mananciais. No contexto de escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, associada aos problemas de qualidade da água, surge como alternativa potencial de racionalização, a reutilização da água para vários usos, inclusive para irrigação, pois são vários os benefícios agregados a este, incluindo a recarga do lençol freático e a fertirrigação de diversas culturas. Com isso o objetivo da pesquisa foi demonstrar a importância da utilização da técnica de reuso de água para irrigação, salientando a necessidade de regulamentação específica, inexistente no Brasil, com os cuidados cabíveis na proteção ambiental e conservação da qualidade de água, considerando-se duas dimensões fundamentais na prática do reuso: análise da tendência a formação e/ou fortalecimento do mercado de água de reuso no Brasil; e análise da postura que o setor público deve exercer frente à questão.

**Palavras Chave:** escassez de água, reutilização, irrigação.

### RESIDUARY WATER USE IN THE IRRIGATION

**ABSTRACT:** The water is a resource each more scarce time, either for the population growth, with increase of the demand, either for the reduction of offers, especially for the pollution of the sources. In the context of water scarcity that reaches some regions of Brazil, associated with the problems of quality of the water, appear as alternative potential of rationalization, the reutilização of the water for some uses, also for irrigation, therefore the aggregate benefits to this are several, including the recharge of the freático sheet and the fertirrigação of diverse cultures. With this the objective of the research was demonstrates the importance of the use of the technique of reuses of water for irrigation, pointing out the necessity of specific, inexistent regulation in Brazil, with the cabíveis cares in the ambient protection and conservation of the quality of water, considering itself two basic dimensions in the practical one of I reuse it: analysis of the trend the formation and/or fortalecimento of the water market of I reuse in Brazil; e analysis of the position that the public sector must exert front to the question.

**Keywords:** water scarcity, reutilização, irrigation.





## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito e essencial à vida, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies, como elemento representativo de valores sociais e culturais, além de importante fator de produção no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. O volume total de água doce no planeta representa cerca de 35 milhões de  $\text{Km}^3$ , ou seja, 2,52%, sendo o Brasil um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica global, dispondo de um volume médio de  $257.790 \text{ m}^3/\text{s}$ . O intenso uso e exploração dos recursos hídricos, já limitados, nas atividades de produção e consumo estão degradando-os, sem um consciente reflexo dessa perda coletiva no sistema de preços. Diante disso, revela-se premente a necessidade de reduzir a poluição hídrica, buscar alternativas viáveis de aumento da oferta de água e definir melhor a alocação de recursos, relacionando o preço do bem e do serviço produzido com a qualidade e quantidade do recurso natural. Em função da escassez de água que atinge várias regiões do Brasil, torna-se uma alternativa potencial de racionalização desse bem natural a reutilização da água para vários usos, inclusive a irrigação agrícola, que representa aproximadamente 70% do recurso hídrico no mundo. São vários os benefícios da água de reuso proveniente de tratamento de esgotos na agricultura, podendo-se mencionar a possibilidade de substituição parcial de fertilizantes químicos, com a diminuição do impacto ambiental, em função da redução da contaminação dos cursos d' água; aumento qualitativo e quantitativo na produção; além da economia da quantidade direcionada para a irrigação, que pode ser utilizada para fins mais nobres, como o abastecimento público. A reutilização da água procede de várias maneiras, como forma de afastar resíduos líquidos, diversas comunidades lançam seus esgotos, muitas vezes não tratados, em corpos de águas superficiais, poluindo-os. Em seqüência, essa água contaminada poderá servir de fonte de abastecimento para comunidades a jusante, que irão captar a água para diversos usos, retornando-as para os mesmos rios, formando assim o ciclo de reuso. Com isso, é necessário um controle de lançamento de efluentes nos vários trechos do rio para satisfazer os requisitos de qualidade do reuso, como por exemplo, para irrigação de frutíferas. Embora no Brasil já se esteja realizando a prática de reuso em alguns estados, como principalmente em São Paulo, não existe nenhuma legislação específica tratando da temática, no qual é essencial a necessidade de regulamentação e uso de instrumentos econômicos para o controle da qualidade da água, com o propósito de aumentar a eficiência, reduzindo assim os custos sociais e gerando meios fiscais para o financiamento de ações de proteção ao meio ambiente, podendo ser

implementado a cobrança pelo uso e/ou poluição dos recursos hídricos, com intuito de induzir o usuário a uma racionalização no uso desse recurso.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Por meio da prática de reuso, pode-se mencionar diversos benefícios agregados, os efluentes ou águas de segunda qualidade são partes integrantes dos recursos nacionais e poderão ser utilizados de forma benéfica para usos múltiplos, o reuso evita a descarga de efluentes em corpos hídricos; a utilização de efluentes tratados para fins benéficos se constitui em prática de racionalização e de preservação; e o reuso promove o planejamento, regulação e controle do uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos; aumento de produção e produtividade agrícola, devido aos nutrientes benéficos as plantas contidos nas águas de reuso. Tanto na legislação ambiental, quanto na hídrica, salienta-se para a busca de formas de racionalização da água, permitindo assim considerar como precedentes para a definição de uma legislação que trate o reuso, alternativa de uso racional da água para diversos fins, incluindo o agrícola, de forma mais específica. A lei nº. 6.938/81, de 31/08, que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), estabelece, como princípios norteadores das ações governamentais para o meio ambiente, “incentivos ao estudo e pesquisa de tecnologias orientadas para o uso nacional e a proteção dos recursos ambientais”, além da “racionalização do uso da água” e “preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente”. A lei nº. 9.433/97, de 08/01, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também oferece fundamentos jurídicos para a racionalização do uso da água, como “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável” e com relação à cobrança, tem como objetivo “incentivar a racionalização do uso da água”. A Resolução CONAMA nº. 20, de 18/06/86 estabelece a classificação das águas com base nos usos preponderantes e prioritários (sistema de classes de qualidade), estabelecendo nível de qualidade (classes) a ser alcançado e/ou mantido em um trecho do corpo hídrico ao longo do tempo, com o intuito de diminuir os custos de combate à poluição das águas e determinar a possibilidade de usos menos exigentes, no qual o reuso pode se enquadrar. Na tabela 1 temos a classificação das águas, na qual a Resolução indica e determina os usos preponderantes, definindo, conseqüentemente, o suposto reuso do tipo indireto, pois, quando as águas são reutilizadas, pressupõe-se sua captação em cursos d'água de domínio público.



Tabela 1. Classificação das águas e reutilização na irrigação.

CATEGORIA	CLASSES	REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO
DOCES	Especial	
	1	Reuso indireto na irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
	2	Reuso indireto na irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
	3	Reuso indireto na irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras
	4	Reuso indireto na harmonização paisagística
SALINAS	5	
	6	
SALOBRAS	7	
	8	

Um dos instrumentos da PNRH que poderá estimular o reuso da água como forma de minimização de passivo ambiental é a cobrança pelo uso da água, por meio do princípio poluidor-pagador, no qual ao poluidor devem ser imputados os custos necessários do combate à poluição, incluindo também os custos da proteção ambiental, quaisquer que eles sejam, considerando custos de prevenção, reparação e repressão do dano ao meio ambiente, custos esses definidos pelo Poder Público. Percebe-se, analisando as experiências internacionais que alguns países e regiões já estabeleceram mercados de água, incluindo a água de reuso, destinada para fins específicos. No caso da irrigação, experiências internacionais relacionando o tipo de irrigação e água de reuso podem ser estudadas, aproveitadas ou adaptadas para a realidade brasileira. Atualmente, a idéia de utilizar um volume de água para diversos fins não é muito aceita nos diferentes públicos consumidores desse bem, porém, a tendência é de mudança desse comportamento, visto que a necessidade de prática de reuso é uma realidade para a racionalização do bem natural finito, água.

## CONCLUSÕES

Com o aumento da demanda de água e redução da oferta, gerando escassez de água para irrigação surge como uma possível solução para a racionalização desse bem e preservação ambiental. Dada a inovação do tema de reuso da água para irrigação no Brasil, considerando ainda não existir regulamentação específica na temática, estando ainda em fase inicial de formulação de propostas de resoluções legais, a finalidade da discussão é estimular a reflexão e análise do tema, possibilitando fornecer subsídios para agregar considerações a propostas de trabalho e/ou de instrumentos legais. Por meio da prática de reuso, pode-se perceber as

vantagens do ponto de vista de planejamento integrado de recursos hídricos, como o controle de poluição e proteção de mananciais de água potável e o aumento da produtividade agrícola, além de liberar os recursos hídricos disponíveis para utilização em outros usos onde há maior exigência de qualidade, tais como o abastecimento humano. Sendo assim, é preciso se definir uma política de reuso, estabelecendo critérios para a sua implementação em nível federal e de bacias hidrográficas, além da necessidade de desenvolver uma base legal específica, com a definição de normas, instrumentos de gestão, padrões, critérios de fiscalização e monitoramento e códigos de práticas, bem como delinear o arcabouço institucional, de forma articulada e participativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. S. **A responsabilidade civil e o princípio do poluidor pagador**. Faculdade de Direito da UFPE. Agosto 1999. Disponível na Internet: <[www.omnicom.com.br/ocanal/polpag.htm](http://www.omnicom.com.br/ocanal/polpag.htm)>. Citado: 04 de Abril 2004
- BEEKMAN, G. B. et al. **Aspectos de sustentabilidade e vulnerabilidade dos recursos hídricos- “stress hídrico”**. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995, Recife. Conferência... Recife: Associação Brasileira Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BEEKMAN, G. B. **Qualidade e conservação da água**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 1996, Brasília. Conferência... Brasília: Associação Brasileira das Entidades de Assistência Técnica e Extensão Rural, 1996.
- BREGA FILHO, D. & MANCUSO, P. C. S. **Conceito de reuso de água**. In: Reuso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo- Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES. São Paulo, 2002.
- CIRRA- CENTRO INTERNACIONAL DE REFERÊNCIA EM REUSO DE ÁGUA. **Reuso de água**. Universidade de São Paulo. 2002. Disponível na internet: <[www.usp.br/cirra/reuso](http://www.usp.br/cirra/reuso)>. Citado: 02 de Maio de 2004.
- FINK, D. R. & SANTOS, H. F. **A legislação de reuso da água**. In: Reuso de água; Capítulo 8. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo - faculdade de Saúde pública. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES. São Paulo, 2002.
- GUIDOLIN, J. C. **Reuso de efluentes**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- REVISTA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. **Reciclagem da água, uma alternativa real**. Brasília: ABID, n°. 51, 3° trimestre 2001. p. 55-56.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE IRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM UM MINI PIVÔ CENTRAL

OLIVEIRA, M. H. M. DE

<sup>1</sup>Plantagri, Galpão 4; Bloco C, Campus do Pici. NUTEC CEP 60.455.700, Fortaleza, CE. Fone (085) 9922.55.93. e-mail: mhermogenes@msn.com

**RESUMO:** A presente pesquisa teve como objetivo principal, avaliar um sistema de irrigação por aspersão tipo pivô central e determinar a influência da velocidade e direção predominante do vento no sistema. O estudo foi realizado no município de Limoeiro do Norte CE, no período de setembro a dezembro de 2001. Foram instalados coletores em duas direções, uma paralela e outra perpendicular à direção predominante do vento. Realizou-se setenta e nove testes, através dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); da Eficiência de Irrigação (EI); das Perdas d'água Aplicada (PDA); Pedadas d'água Evaporada (PDE) e Perdas d'água Carreada (PDC). Os dados obtidos para os (CUC), menores que 88% e (CUD), menores que 80%, mostraram um sistema com desempenho insatisfatório, com distribuição de água deficiente. Os valores de (EI) inferiores a 70%, com média dos testes de 53,14%, demonstraram baixa eficiência do sistema, a (PDC) de 39,56% mostraram fragilidade do sistema à velocidade do vento, com (PDE) de 7,57%. A irrigação foi mais eficiente quando a direção dos ventos se encontrou perpendicular à linha do pivô.

**Palavras chave:** Desempenho, Perdas de água.

## EVALUATE A SYSTEM OF IRRIGATION FOR ASPERSION TYPE CENTER PIVOT

**ABSTRACT:** The present research had as objective main, to evaluate a system of irrigation for aspersation type center pivot and to determine influence it of the speed and predominant direction of the wind in the system. The study it was carried in the city of Limoeiro do Norte Ceará, Brasil, in the period of September the December of 2001. They had been installed collecting in two directions, a parallel and another perpendicular to the predominant direction of the wind. One became fulfilled seventy and nine tests, through the Christiansen Coefficients of Uniformity of (CUC); Distribution Coefficient of Uniformity (CUD); of the Irrigation Efficiency (EI); Water Losses by wind Drifting (PDA); Water Losses by Application (PDE) and Water Losses by wind drifting (PDC). The system performance, with unsatisfactory water distribution, can be considered deficient by the values of the CUC (below 88%) and CUD (below 80%). Values of EI (below 70%) shown low efficiency of the system. Water losses by application (PDA) of 38,48%, losses by drifting (37,56) and losses by evaporation (PDE) of 7,57% all show the vulnerability of system concerning wind velocity. The irrigation by the center pivot was more

efficient when the wind direction was parallel to the pivot line and less efficient when it was perpendicular to the pivot line.

**Key wards:** Performance, Losses of water.

## INTRODUÇÃO

A água é um dos bens que se encontra em escassez no mundo e somente 1% de toda a água do planeta está disponível para o consumo humano. Mais de 60% das derivações dos cursos d'água brasileiros são para fins de irrigação. Por ser o principal concorrente pelo uso da água, deve ser estimulados os manejo racional da irrigação e a otimização dos equipamentos utilizados, LIMA (1999). No estado do Ceará, a área com irrigação por aspersão corresponde a 32,8% do total irrigado. A necessidade de se encontrar o rendimento do trabalho no campo instiga o homem a buscar incessantemente a sua otimização.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho do sistema de irrigação de um pivô central utilizando a metodologia proposta por Merriam & Keller (1978), com o intuito de determinar a influência da velocidade e direção dos ventos na qualidade de irrigação do sistema.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Características climáticas da área estudada.** As coordenadas geográficas da área estudada dão 5° 6' 38'' e 5° 11' 39'' de latitude Sul e ao Oeste de Greenwich entre as paralelas 37° 52' 21'' e 37° 56' 05'' de longitude. A área em estudo s encontra sob a influência de um clima semi-árido, com pluviosidade média anual de 550 a 940 mm. É ainda caracterizado por duas estações distintas, uma seca compreendendo os meses de junho a dezembro, e outra chuvosa, predominando no período de janeiro a maio, com maios influência de chuvas nos meses março e abril. A temperatura média anual é de 27°C. As médias mais altas atingem valores superiores a 28°C e ocorrem no período entre meses de setembro a dezembro. As temperaturas mínimas ocorrem entre os meses de julho/agosto e chegam a atingir valores inferiores a 25°C. A umidade relativa do ar chega a valores superiores a 84% no mês de abril e inferiores a 50% em setembro.

**Parâmetros utilizados na avaliação do sistema pivô central.**

**Coefficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC).**

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum |x_i - \bar{x}|}{N \cdot \bar{x}}\right) 100 \quad (1)$$

em que,



$X_1$  = média individual coletada num pluviômetro representando uma mesma área ( $\text{mm.cm}^{-3}$ );  $\bar{X}$  = média aritmética de todas as medições ( $\text{mm.cm}^{-3}$ ); N = número total de medições (adim).

#### **Coefficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD).**

$$CUD = \left( \frac{\bar{Y}}{\bar{X}} \right) 100. \quad (2)$$

em que,

$\bar{Y}$  = lâmina média ponderada mínima ou das 25% menores lâminas coletadas (mm).

#### **Eficiência de Irrigação (EI).**

Se, por um lado, os coeficientes de uniformidade de distribuição medem somente o grau de distribuição da aplicação da água, por outro lado, as medidas de eficiência dependem tanto da uniformidade como da forma com que o equipamento é operado (Frizzzone, 1992).

$$EI = \left( \frac{\bar{Y}}{\bar{L}} \right) 100. \quad (3)$$

em que.

$\bar{L}$  = lâmina média aplicada (mm).

#### **Eficiência de Aplicação Potencial (EAP).**

$$EAP = \left( \frac{\bar{X}}{\bar{X} + E_v} \right) 100 \quad (4)$$

em que,

$E_v$  = Evaporação do período do teste ( $\text{mm. h}^{-1}$ ).

#### **Perda d'água aplicada (PDA).**

$$PDA = 100 - EI \quad (5)$$

#### **Perda d'água Evaporada (PDE).**

$$PDE = 100 - EAP \quad (6)$$

#### **Perda d'água Carreada (PDC).**

$$PDC = PDA - PDE, \quad (7)$$

#### **Características do sistema de irrigação.**

O sistema de irrigação por aspersão avaliado foi do tipo míni pivô central de baixa pressão utilizando bocais de diâmetros crescentes ao longo da linha lateral. O sistema está equipado com reguladores de pressão de 1,02 ATM e emissores tipo spray fixo com placa

defletora plana de estrias finas montados em pendurais a 2,0 m do solo. Os 4 últimos vãos e o lance balanço estão equipados com sprays duplos. Para deslocamento possui motorreductores de 1,0 CV nas 6 torres internas e 1,5 CV nas demais torres externas. O desnível da bomba ao pivô é de 00,0 m e do pivô ao ponto mais alto é 00,0 m. Foram utilizados 20 (vinte) coletores pluviométricos de plástico em cada raio, distanciados nos espaçamentos de 6m, com diâmetro interno de 7,3 cm, fixados sobre uma haste de metal a uma altura de 70 cm entre a superfície do solo e seção de captação.

Para determinação das perdas por evaporação, durante a realização dos ensaios foram utilizadas quatro recipientes com as mesmas características dos coletores, colocados nas proximidades da área de ensaio. O sistema foi avaliado em uma regulagem do relé com rotação em 100%, sendo realizados 79 testes, todos os dados foram coletados entre 5 e 18 horas. A pressão no ponto do pivô foi registrada do manômetro de Bordon instalada na tubulação da entrada lateral, sendo mantida a pressão de 37,6 mca. O tempo médio de rotação em avanço foi de 2h 29min 20seg. Os dados de velocidade do vento foram obtidos através de um anemômetro, totalizador de caneca, instalado na estação agro meteorológica, localizada a 100 m da área experimental, coletados no início e no fim da passagem do pivô central sobre cada linha de coletores. Os dados de direção predominante do vento foram obtidos através de uma biruta instalada ao lado da torre do pivô central.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela I, observa-se que em todos os intervalos de velocidade dos ventos o CUC tem limite mínimo de referencia para sistemas de irrigação por aspersão. A média do CUC evidencia uma má distribuição de água. Encontramos em todos os intervalos de velocidade de vento os valores de EI inferiores a 70%, limite mínimo de referencia para sistemas de irrigação, a média apresenta um desempenho muito baixo do sistema de irrigação.

**Tabela I:** Valores dos Coeficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Eficiência de Irrigação (EI); Eficiência de Aplicação Potencial (EAP); Perda d'água aplicada (PDA); Perda d'água Evaporada (PDE) e Perda d'água Carreada (PDC), em função da velocidade do vento.

Intensidade de Veloc. de vento ( $m.s^{-1}$ )	CUC (%)	CUD (%)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0 – 1	78,98	66,92	65,11	34,89	95,73	4,27	30,62
1 – 2	74,38	58,19	63,45	37,92	94,30	5,69	32,37
2 – 3	76,24	63,10	59,93	41,10	91,27	8,72	32,37
3 – 4	77,05	57,27	51,15	48,82	91,18	8,10	40,29
4 – 5	73,91	56,55	45,62	54,38	98,00	11,00	43,38
5 – 6	73,63	55,02	44,25	55,75	91,51	8,49	47,25
6 – 7	75,65	53,53	42,46	57,54	93,24	6,76	





Na tabela II, observando-se os CUC e CUD vimos que houve uma má distribuição de água. Há pontos do solo que recebem lâminas de água bastante reduzidas devido ao carreamento da água. No que tange a PDA, o valor médio dos testes mostra um desempenho bem inferior aos limites de aceitação, a velocidade do vento demonstra sua influencia, pois à medida que esta aumenta, as perdas tendem a se elevarem. É importante frisar que as PDC são maiores que as PDE, principalmente nas primeiras horas do amanhecer.

Na Tabela III apresenta os valores de todos os parâmetros avaliados quando o raio de coletores é perpendicular à direção predominante dos ventos. Observam-se as mesmas tendências de variação em todos os intervalos de velocidade média de vento. Os valores de CUC e CUD evidenciam uma má distribuição de água na superfície irrigada, a média de todos os testes mostra limites inferiores aos estabelecidos para sistemas de irrigação por aspersão. A velocidade dos ventos não tem influencia direta no processo de uniformidade de distribuição.

A EI apresenta valores menores que 70% com média dos testes de 53,34%. As PDA foram maiores que 30%, resultando em um mau desempenho no campo. As PDC com valores foram bem maiores que as PDE, a variação de velocidade dos ventos teve grande influencia das PDC e pouca influencia na PDE. Comparando a atuação do pivô central ao passar sobre os dois

**Tabela II:** Valores dos Coeficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Eficiência de Irrigação (EI); Eficiência de Aplicação Potencial (EAP); Perda d'água aplicada (PDA); Perda d'água Evaporada (PDE) e Perda d'água Carreada (PDC), em função da velocidade do vento em direção paralela a linha e coletores.

Intensidade de Veloc. de vento (m.s <sup>-1</sup> )	CUC (%)	CUD (%)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0 – 1	65,75	54,43	70,23	29,77	79,73	3,61	26,17
1 – 2	77,99	69,52	67,94	32,06	98,05	1,95	30,11
2 – 3	79,50	68,10	62,28	37,72	90,65	9,35	28,37
3 – 4	77,00	54,96	51,52	48,48	92,10	7,90	40,58
4 – 5	73,03	54,79	44,65	55,35	88,80	11,20	44,14
5 – 6	74,02	55,51	44,31	55,69	91,72	8,28	47,40
6 – 7	75,65	53,53	42,46	57,54	93,24	6,76	50,78

**Tabela III:** Valores dos Coeficientes de uniformidades de Chistiansen (CUC); Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD); Eficiência de Irrigação (EI); Eficiência de Aplicação Potencial (EAP); Perda d'água aplicada (PDA); Perda d'água Evaporada (PDE) e Perda d'água Carreada (PDC), em função da velocidade do vento em direção perpendicular a linha e coletores.

Intensidade de Veloc. de vento (m.s <sup>-1</sup> )	CUC (%)	CUD (%)	EI (%)	PDA (%)	EAP (%)	PDE (%)	PDC (%)
0 – 1	79,10	69,59	66,52	33,48	95,84	4,16	29,32
1 – 2	78,38	65,20	60,12	39,88	93,99	6,01	33,86
2 – 3	71,83	58,69	54,16	45,84	92,14	7,86	37,98
3 – 4	77,14	61,90	50,51	49,49	91,50	8,50	40,99
4 – 5	74,70	58,14	46,49	53,51	89,18	10,82	42,69
5 – 6	72,26	53,33	42,28	57,72	90,81	9,19	48,53

raios de coletores observa-se no que diz respeito ao CUC e CUD, que ao trabalhar na direção paralela ao vento obteve uma ligeira vantagem de quando está perpendicular a direção predominante dos ventos. A EI obteve uma média de 54,77% e 53,34% respectivamente nas direções perpendicular e paralelo à direção predominante dos ventos.

## CONCLUSÃO

Após a análise dos dados no presente trabalho, tendo em vista os objetivos propostos e a metodologia utilizada, pode-se concluir que:

O sistema de irrigação avaliado não opera em boas condições de distribuição de água;

A velocidade média e a direção predominante dos ventos não apresentaram influências sobre a Uniformidade de Distribuição de Água na parcela;

A velocidade média e a direção predominante dos ventos influenciarão na EI, principalmente com a irrigação perpendicular ao vento.

O sistema de irrigação opera com elevada perda de aplicação de água e as perdas de água por carreamento ou arraste pelo vento foram maiores que as perdas de água por evaporação;

O pivô apresentou melhores desempenhos trabalhando em sentido paralelo do que no sentido perpendicular aos ventos predominantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRIZZONE, J. A. **Irrigação por aspersão: uniformidade e eficiência**. Piracicaba, ESALQ, 1992. 53p. (Série Didática)

LIMA, J. E. F. W.; Raquel, S. A. F.; DEMÉTRIOS, C. **O Uso da Irrigação no Brasil**. ANEEL – MMA/SRH – OMM, 1999.

MERRIAM, J. L. & KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: A guide for management**. 2ª ed. Logan: Utah State University, 1978.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## LEVANTAMENTO DA EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE NAS REGIÕES DO BAIXO E MÉDIO JAGUARIBE (CEARÁ)

SILVA, F. L.<sup>1</sup>; SANTOS, F. S. S.<sup>1</sup>; COSTA, S. C.<sup>1</sup>;  
DIOGENES, R. R. M.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, C. W.<sup>1</sup> & CHAVES, L.C.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Professor, Faculdade de Tecnologia CENTEC, Rua Estevam Remígio, 1145, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, CE.  
(88) 34236915. e-mail: fco\_limeira@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Tecnólogo em RH/Irrigação, Prof. MSc. Faculdade de Tecnologia CENTEC, Limoeiro do Norte, Ceará.

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>., Doutorando Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

<sup>4</sup>Tecnólogo em RH/Irrigação, Del Mont, Limoeiro do Norte, Ceará.

<sup>5</sup>Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>., Prof. Dr. Faculdade de Tecnologia CENTEC, Limoeiro do Norte, Ceará.

<sup>6</sup>Tecnólogo em RH/Irrigação, MSc. FUNCEME, Fortaleza, Ceará

**RESUMO:** O trabalho foi desenvolvido com a finalidade de realizar um diagnóstico da eficiência do uso da água de irrigação por superfície no Médio e Baixo Jaguaribe, Ceará. Foram avaliadas 17 áreas que utilizavam o método de inundação, 08 de sulcos, 02 de faixas e 01 de microbacias. Para a irrigação por sulcos foi seguida a metodologia proposta por Walker (1989), sendo que os parâmetros da equação de infiltração foram obtidos a partir do método de entrada e saída do fluxo d'água e para as irrigações por inundação, faixas e microbacias, a metodologia consistiu na obtenção de dados visando a determinação da lâmina ou volume, sendo esses dados relacionados às necessidades hídricas das culturas. Constatou-se que uma parte dos irrigantes aplicam água de maneira satisfatória, porém não se trata de um perfil uniforme na região. Desse modo, é de suma importância o desenvolvimento de políticas que favoreçam incrementos à eficiência no uso da água de irrigação de modo a proporcionar a sustentabilidade dos empreendimentos agrícolas, bem como, a racionalização no uso desse recurso.

**Palavras chave:** irrigação de superfície, avaliação e eficiência.

## SURVEY OF THE EFFICIENCY OF SYSTEMS OF IRRIGATION FOR SURFACE IN THE REGIONS OF LOW AND AVERAGE JAGUARIBE (CEARÁ)

**ABSTRACT:** The work was developed in the intention of accomplishing a diagnosis of the water usage efficiency by surface irrigation methods in the Medium and Low Jaguaribe watershed, Ceará. They were evaluated 17 areas that used the surface method, 08 of furrows, 02 of strips and 01 of micro basins. For the furrows irrigation the methodology was the proposed by Walker (1989), and the parameters of the infiltration equation were obtained from the entrance and exit method of the water flow. For the flood irrigation, strips and micro basins, the methodology used consisted of the obtaining of data to determine

the water depth or volume, being those data related to the needs water needs of the cultures. It was verified that a part of the irrigation farmers applied water in a satisfactory way; however it is not uniform outlook in the area. Therefore, it is of the highest importance the development of politics that increments water usage efficiency to provide the sustainability of the agricultural enterprises, as well as the appropriated usage of that resource.

**Key-works:** surface irrigation, evaluation, efficiency.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, muito se investiu na infra-estrutura hidráulica no Estado do Ceará, principalmente na Bacia do Rio Jaguaribe. Entretanto, crises no abastecimento e conflitos ainda acontecem com razoável frequência, principalmente com a disputa entre as demandas para abastecimento humano, industriais e agricultura irrigada (Campos et al., 2007).

A bacia hidrográfica do Jaguaribe ocupa cerca de 48 % do território cearense (74.621km<sup>2</sup>) e encontra-se dividida em cinco sub-bacias: Salgado, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e Banabuiú (Figueirêdo et al., 2007). As sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe assumem importância econômico-ambiental para o estado do Ceará quando nelas estão inseridos inúmeros projetos públicos e privados como Jaguaribe-Apodi, Tabuleiros de Russas, Curupati, Jaguaruna, dentre outros.

A referida área é abastecida pelo Rio Jaguaribe, perenizado pelo Açude Público Castanhão, o que lhe confere uma forte base para o desenvolvimento da agricultura irrigada.

Contudo, faz-se mister uma política de apoio e gerenciamento dos recursos hídricos da região de modo a favorecer a sustentabilidade dos empreendimentos agrícolas, bem como o suprimento adequado às outras demandas como os consumos humano, industrial e da pecuicultura. Segundo levantamento realizado por Figueirêdo et al. (2007) nas Regiões do Médio e Baixo Jaguaribe, a irrigação é responsável pelo consumo de aproximadamente 73 % da demanda hídrica.

Analisando o cadastro realizado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do estado do Ceará – COGERH (1999/2000), Gondin et al. (2004) constataram que a irrigação por inundação está presente em cerca de 40 % da área irrigada na região. Verificando, portanto, uma predominância da irrigação por superfície. Esse fato pode ser atribuído a inúmeros fatores, dentre eles o intenso cultivo do arroz que ocupa aproximadamente 75 % da área irrigada por inundação. Em segundo lugar, foi constatado que a microaspersão abrange pouco mais de 21 % da área irrigada, a aspersão cerca de 14 %, pivô central quase 9 %, gotejamento 8 %, sulco 6% e finalmente com menos de 2 %, faixa.

Diante desse quadro e ciente de que, normalmente, a irrigação por superfície possui eficiência de aplicação reduzida e, além disso, demanda uma quantidade considerável de água, é de suma importância que se realizem trabalhos in loco no sentido de vislumbrar a realidade da operacionalização e manejo dos sistemas de irrigação na região.



Face ao exposto, e juntamente com a escassez de informações precisas nessa área de conhecimento, foi realizado o presente estudo que consiste na realização de um diagnóstico da eficiência do uso da água de irrigação por superfície no Médio e Baixo Jaguaribe, em busca de parâmetros para fundamentação de ações posteriores que possibilitem a otimização do uso da água e o aperfeiçoamento do manejo de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nas regiões do Médio e Baixo Jaguaribe, sendo avaliadas 17 áreas que utilizavam o método de inundação, 08 de sulcos, 02 de faixas e 01 de microbacias. Para o método de sulcos foi seguida a metodologia proposta por Walker (1989).

Os parâmetros da equação de infiltração foram obtidos a partir do método de entrada e saída do fluxo d'água. Para tanto foram utilizadas calhas Parschal localizadas ao longo do sulco e da fase de avanço. A primeira calha, de 2" de garganta, foi colocada no início do sulco e a segunda, de 1", com 30 m de distância. Os coeficientes de eficiência de aplicação foram obtidos por meio da seguinte equação.

$$Ea = \frac{L_{REQ} \cdot C}{Q_o \cdot t_{co}} \cdot 100 \quad (1)$$

em que:

Ea – eficiência de aplicação da água no sulco, %

$L_{REQ}$  – lâmina requerida,  $m^3 m^{-2}$

C – comprimento do sulco, m

$Q_o$  – vazão de entrada,  $m^3 min^{-1}$

$t_{co}$  – tempo de corte, min

No tocante aos métodos de inundação, faixas e microbacias, a metodologia consistiu na obtenção de dados visando a determinação da lâmina aplicada para o cultivo de plantas anuais ou volume aplicado por planta quando se tratava de culturas perenes e/ou semi-perenes.

Os dados coletados compreendiam a (i) vazão na entrada de uma parcela representativa da área, obtida por meio de calhas Parschal de 1" ou 2", (ii) número de plantas da parcela quando se tratava de fruteiras ou a dimensão da parcela com o cultivo de culturas anuais, o (iii) tempo de irrigação na parcela e (iv) turno de rega.

Uma vez que o produtor não dispunha de informações de análise físico-hídricas do solo, a água necessária para suprir a demanda das culturas foi estimada por meio de dados climáticos. Nesse sentido, os valores da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e dos coeficientes de cultura

(Kc) foram extraídos do trabalho de Hargreaves (1973) estudando os dados climáticos de 50 anos da região.

Assim, para culturas anuais a eficiência de aplicação foi determinada usando a equação:

$$Ea = \frac{A \cdot ET_o \cdot K_c \cdot T_R}{60 \cdot Q \cdot T} \times 100 \quad (2)$$

em que:

Q – vazão na entrada da parcela, L s<sup>-1</sup>

T – tempo de irrigação da parcela, min

A – área da parcela, m<sup>2</sup>

ET<sub>o</sub> – evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>

K<sub>c</sub> – coeficiente da cultura ou de cultivo, adimensional

T<sub>R</sub> – turno de rega, dia

Contudo, com relação a culturas perenes ou semi-perenes, os cálculos procederam da seguinte maneira.

$$Ea = \frac{NP \cdot T_R \cdot ESP \cdot ET_o \cdot K_c}{60 \cdot Q \cdot T} \times 100 \quad (3)$$

onde:

NP – número de plantas na parcela

ESP – espaçamento da cultura, m<sup>2</sup>

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a metodologia utilizada e com o disposto na Tabela 01, pode-se constatar que apenas parte dos sistemas avaliados encontra-se em boas condições de eficiência de aplicação. No que diz respeito aos sistemas de irrigação por inundação, mais de 50% dos irrigantes aplicam água às culturas de maneira insatisfatória. Nesse sentido, têm-se produtores com eficiência de aplicação entre 11,2 e 97,9 %. Por outro lado, pôde-se constatar que o restante dos produtores aplica água em excesso, de modo que foram encontrados coeficientes de 103,9 a 292,9 %. Isso representa a aplicação de lâminas de irrigação superiores às necessárias de até três vezes, aproximadamente.

Na irrigação por sulcos, observa-se que 75% dos sistemas avaliados são operados em condições de déficit hídrico (produtores B1, B2, B5, B6, B7 e B8), com eficiência de aplicação entre 7,6 e 64,3 %. Por outro lado, os demais irrigantes (B3 e B4) aplicam lâminas em torno de 30 % superiores às necessárias. Essa situação, em que, a maioria dos produtores aplicam



Tabela 01: Eficiência de Aplicação de acordo com o sistema de irrigação e irrigante

Método de Irrigação/Irrigantes		Cultura	Coeficientes (%)	
			Ea	Análise
<b>Inundação</b>				
	A1	Braquiária	27,9	Déficit
	A2	Arroz	85,5	Déficit
	A3	Arroz	256,0	Excesso
	A4	Arroz	106,4	Excesso
	A5	Sorgo	97,9	Déficit
	A6	Arroz	84,0	Déficit
	A7	Braquiária	103,9	Excesso
	A8	Braquiária	79,3	Déficit
	A9	Sorgo	118,8	Excesso
	A10	Arroz	32,3	Déficit
	A11	Limão	11,2	Déficit
	A12	Limão	43,6	Déficit
	A13	Banana	156,0	Excesso
	A14	Banana	239,9	Excesso
	A15	Banana	105,2	Excesso
	A16	Banana	84,0	Déficit
	A17	Limão	292,9	Excesso
<b>Sulcos</b>				
	B1	Limão	64,3	Déficit
	B2	Goiaba	46,3	Déficit
	B3	Limão	129,1	Excesso
	B4	Limão	130,1	Excesso
	B5	Feijão	7,6	Déficit
	B6	Sorgo	22,5	Déficit
	B7	Feijão	12,9	Déficit
	B8	Feijão	8,4	Déficit
<b>Faixas</b>				
	C1	Capim Tanzânia	109,7	Excesso
	C2	Feijão	94,7	Déficit
<b>Bacia</b>				
	D1	Limão	113,4	Excesso

lâminas deficitárias na irrigação por sulcos, pode ser atribuída ao fato de que os mesmos utilizam os tempos de irrigação referentes apenas ao tempo de avanço.

Os coeficientes encontrados para os produtores que utilizam sistemas de irrigação tipo faixas, foram considerados excelentes, uma vez que ambos ficaram em torno de 100 %. Por fim, foi constatado um coeficiente de 113,4 % para o produtor D1 (irrigação por microbacias).

Desse modo, pode-se inferir que os irrigantes das regiões do Médio e Baixo Jaguaribe não apresentam um perfil uniforme no que diz respeito à operacionalização dos sistemas de irrigação por superfície. Isso porque, foram constatados sistemas sendo utilizados com eficiência de aplicação inferior a 10 % e, outros aplicando lâminas de irrigação quase três vezes superior à necessária. De acordo com um levantamento realizado por Figueirêdo et al. (2007), a irrigação é responsável pelo consumo de quase 73 % da demanda hídrica na região. Apesar desse contexto, estudos de avaliação e eficiência do uso da água na região em estudo têm sido pouco realizados.

Nesse sentido, é de suma importância, a tomada de decisões com base nesses dados no sentido favorecer a implementação de programas de assistência técnica, no que se refere ao manejo e operação de sistemas irrigados. Além disso, no que se refere à capacitação, deve ser levado em consideração, a caracterização dos recursos humanos a serem treinados e a linguagem tecnológica a ser utilizada, visto que a maior parte do contexto refere-se a pequenos dos produtores.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, pode-se inferir num uso satisfatório de água pela irrigação por superfície nas duas sub-bacias estudadas. Entretanto, esse perfil não é uniforme e padrão, necessitando, portanto de políticas de aperfeiçoamento da operacionalização e manejo dos sistemas, visando uma conscientização por parte dos irrigantes no que diz respeito a sustentabilidade da produção agrícola e da limitação dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, N.B.; STUDART, T.M.C.; VIEIRA NETO, J.F.; SOUZA FILHO, F.A. Gestão das águas na Bacia do Rio Jaguaribe: diagnóstico e propostas. Disponível em: <[http://www.deha.ufc.br/ticianana/Arquivos/Publicacoes/Revistas/gestao%20das%20aguas%20no%20jaguaribe\\_def.pdf](http://www.deha.ufc.br/ticianana/Arquivos/Publicacoes/Revistas/gestao%20das%20aguas%20no%20jaguaribe_def.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2007.
- FIGUEIRÊDO, M.C.B.; ROSA, M.F.; SONSOL, R.S.; SABOIA, L.F. Gestão da demanda hídrica em municípios do Médio e Baixo Jaguaribe. Disponível em: <<http://www.unifor.br/notitia/file/376.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2007.
- GONDIM, R.S.; TEIXEIRA, A.S.; ROSA, M.F.; FIGUEIRÊDO, M.C.B.; PEREIRA, P.M.; COSTA, C.A.G.; SABINO, K.V. Diagnóstico da Agricultura Irrigada no Baixo e Médio Jaguaribe. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 35, n. 3, p.424-430. 2004





I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA NA CULTURA DO COQUEIRO

SIMÕES, G. X.<sup>1</sup>; CORDEIRO, L. G.<sup>2</sup>; MACENA, S.V.C. DA<sup>3</sup>;  
COSMO, K. DE S.<sup>3</sup>; MAIA, E. P.<sup>4</sup> & MAIA, D. S. N.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Especialista em irrigação e drenagem, Faculdade de Tecnologia – CENTEC/Sobral-CE, Av. Dr. Guarany 317, Betânia CEP 62.040-730 Fone:(88) 3677 2518.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, mestre em irrigação e drenagem pela UFC.

<sup>3</sup>Graduando em Recursos Hídricos/Irrigação, Bolsista ICT/ FUNCAP, Faculdade de Tecnologia - FATEC/Limoeiro do Norte.

<sup>4</sup>Graduando em Recursos Hídricos/Irrigação, Faculdade de Tecnologia – FATEC/Limoeiro do Norte.

**RESUMO:** A irrigação localizada (gotejamento, microaspersão, e xique-xique), deve situar-se dentro de uma nova concepção agrônômica no manejo dos cultivos, em condições controladas de solo, fertilização, salinidade dentre outras, que devem ter um efeito significativo na resposta das plantas, épocas de colheitas, qualidade e quantidade do produto final. Este trabalho foi realizado em solo de textura argilo arenoso, no município de Santa Quitéria – CE, em um pomar de 1000 metros quadrados, sendo irrigado através do sistema de irrigação localizada. O referido trabalho teve como objetivo avaliar o sistema através do coeficiente de uniformidade (CU) e eficiência de aplicação (EA). De acordo com os resultados obtidos podemos concluir que o valor do Coeficiente de Uniformidade (CU) de 55,20% e a Eficiência de Aplicação (EA) de 49,70% foram muitos baixos, comprovando a péssima operação do sistema, em virtude do baixo valor do coeficiente de uniformidade de vazões e pressões nos emissores.

**Palavras Chave:** irrigação localizada, coeficiente de uniformidade, eficiência de aplicação.

**ABSTRACT:** The located irrigation (dripping, micro aspersion, and xique-xique), must be placed inside of a new agronomic conception in the handling of the cultivars, in controlled conditions of ground, fertilization, salinity amongst others, that must have a significant effect in the reply of the plants, times of harvest, quality and amount of the end item. This work was carried through the uniformity coefficient (CU) and efficiency of application (EA). In accordance with the gotten results we can conclude that the value of the Coefficient of Uniformity (CU) of 55,20% and Efficiency of Application (EA) of 49,70% had been many basses , proving very bad operation of the system, in virtue of the low value of coefficient of uniformity of outflows and pressure in the senders.

**Key words:** irrigation located, coefficient of uniformity, efficiency of application.

### INTRODUÇÃO:

Das diversas técnicas envolvidas no sistema de produção agrícola, a irrigação se apresenta como a mais antiga e eficaz. Seu objetivo precípua é o suprimento de água no

momento ideal e na quantidade necessária para que a planta forneça um produto final com boa qualidade e com produtividade maximizada. A água deve ser aplicada antes que a taxa de extração do solo, com relação à taxa de evapotranspiração, caia a ponto de ocorrer um déficit hídrico no cultivo, afetando qualitativamente a produção. Vários são os métodos utilizados para repor a água às plantas, tomando-se cuidado o cuidado de adaptar cada método escolhido, às diversas situações que ocorrem na prática. Alguns métodos requerem pessoal especializado e elevados investimentos, reduzindo a mão de obra. Outros, muita mão de obra, mas necessitam de uma grande quantidade de água, enquanto alguns aproveitam, com grande eficiência, a pequena quantidade de água existente, enfim, podem existir variações nas vantagens e desvantagens quanto ao seu emprego no campo. É importante o técnico saber que não existe um método ideal para as situações existente, de modo que para cada situação, haja uma solução com limitações e facilidades ao manejo do equipamento no campo. A escolha de um método de aplicação de água ao solo é um fator importante para o sucesso do cultivo na agricultura irrigada, e nesta escolha, vários fatores devem ser arrolados, sugerindo-se soluções em que as vantagens possam compensar as limitações naturais apresentadas. Geralmente, ocorrem duas situações que o agricultor se depara, sendo uma em que a escolha do método de irrigação esbarra no problema de escassez de água com preço elevado ou de solo com preço também elevado. A solução para o primeiro caso seria projetar um sistema onde houvesse maximização da produção com baixa quantidade de água. Para o segundo caso, o sistema deverá atender a maximização da produção em uma pequena área, sendo este objetivo economicamente justificado quando o suprimento de água é facilmente ou os custos de irrigação são relativamente baixos. De uma maneira geral, haverá situação em que o sistema de irrigação deverá ser dimensionado objetivando reduzir os custos ou adaptá-los às facilidades encontradas na propriedade, ou ainda, resolver alguns problemas que venham a ocorrer.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

A avaliação de campo foi realizada no município de Santa Quitéria-CE, em um pomar de 1000 metros quadrados, sendo irrigado através do sistema de irrigação localizada. A área da fazenda é de 3ha onde predomina o cultivo de coqueiro com sistema de irrigação por gotejamento. A textura do solo é argilo arenoso, a temperatura média é de 28°C, a precipitação média anual da região é 799,8 mm e a fonte de água é o Açude Botafogo. O método utilizado foi o Coeficiente de Uniformidade e a Eficiência de Aplicação.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os valores calculados através dos dados obtidos em campo, conforme avaliações realizadas, são mostrados na Tabela 01. O coeficiente de uniformidade de distribuição CU ficou em torno de 55,20% é baixo, o que era de esperar, devido às pressões nos sistemas serem baixas. As obstruções não foram evitadas por meio de um filtro na tubulação. Entretanto, recomenda-se realizar novos testes no ano seguinte, para confirmar ou não o baixo valor de CU. Este valor é completamente inaceitável e bem baixo para irrigação localizada uma vez que se recomendam valores na faixa de 85 a 95%. Tenório (2000) realizando uma aplicação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento em plantio comercial de melão, obteve um coeficiente de uniformidade de aplicação de água de 77,4%, mostrando que a distribuição de água pelo sistema de irrigação ficou abaixo da recomendada pela literatura. Loiola (2001) avaliando um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da videira no município de Jaguaruana-CE, encontrou um valor de coeficiente de uniformidade de 58,9%, caracterizando uma condição de uniformidade muito abaixo da recomendação da FAO. Pereira & Costa (2000) avaliando a eficiência de um sistema de irrigação localizada por microaspersão na cultura de ata, na região baixo Jaguaribe-CE, obteve um coeficiente de uniformidade de 92%, caracterizando uma uniformidade na distribuição de água pelo sistema de microaspersão, pois apresentou valor acima de 85%, considerando como aceitável. A eficiência de armazenamento de água no solo KS, não foi determinada em campo. O valor da faixa recomendada pela FAO situa-se entre 85% a 90%. Porém ao considera as condições de solo e praticas de armazenamento, um valor de 90% não pode estar longe da realidade. A eficiência de aplicação de 49,7% comprovou uma péssima operação do sistema, pois os valores de CU devem estar na faixa de 85% a 90%. O valor de baixa eficiência, matematicamente é consequência do baixo valor oriundo do coeficiente de uniformidade de vazões e pressões nos emissores. As possíveis causas desta desuniformidade de pressão e vazão podem ser: Obstrução nos emissores – que podem ser causados por má qualidade de água ou mau funcionamento / má operação do sistema de filtragem – recomendação: checar a qualidade da água e sistema de filtragem. Pressão insuficiente em alguns pontos – que podem ser ocasionados por má operação dos registros, condições da topografia e em alguns casos dimensionamentos inadequados, instalação errada do sistema, operação deficiente. Entretanto, a duração de 20 horas de irrigação parece ser alta, de modo que é preferível adicionar um ou dois emissores. O filtro operou insatisfatoriamente.

Tabela 1. Valores obtidos conforme avaliação realizada em campo

Posição dos emissores na lateral		Posição da tubulação lateral sobre a tubulação secundária			
		Entrada de água	1/3 de água abaixo	2/3 de água abaixo	Extremo de água abaixo
		Vazão (L/h)	Vazão (L/h)	Vazão (L/h)	Vazão (L/h)
Entrada de água	A	61,62	56,70	72,90	87,00
	B	60,30	52,50	71,40	79,20
	Média	60,96	54,60	72,15	83,10
1/3 de água abaixo	A	66,90	65,40	55,80	66,90
	B	56,10	58,50	49,80	55,20
	Média	61,50	61,95	52,80	61,05
2/3 de água abaixo	A	47,58	51,90	55,50	44,70
	B	43,20	21,60	48,00	45,90
	Média	45,39	36,75	51,75	45,30
Extremo de água abaixo	A	33,12	30,00	28,50	50,10
	B	20,70	17,40	21,30	50,70
	Média	26,91	23,70	24,90	50,40

## CONCLUSÃO:

O manejo racional de um projeto de irrigação deve ter como objetivo aumentar a eficiência do uso da água e diminuir os custos quer de mão de obra, quer de capital, mantendo as condições de umidade do solo e fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada. De acordo com avaliação realizada em campo os valores dos coeficientes encontrados foram muito baixo, em virtude das pressões serem insuficientes em alguns pontos e as obstruções nos emissores que não foram evitadas por meio de um filtro. O valor do Coeficiente de Uniformidade (CU) de 55,20% é completamente inaceitável e muito baixo para irrigação. A Eficiência de Aplicação (EA) de 49,70% comprovou a péssima operação do sistema, em virtude do baixo valor do coeficiente de uniformidade de vazões e pressões nos emissores. Recomendamos realizar novos testes no ano seguinte para confirmar ou não o baixo valor do Coeficiente de Uniformidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LOIOLA, M.L. Avaliação de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura da videira no município de Jaguaruana – ceará. 2001.p. dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) – Universidade Federal do Ceará, 2001.



PEREIRA, A.L.S.; COSTA, R.N.T. avaliação de um sistema de um sistema de irrigação por microaspersão. IN. Encontro universitário de iniciação à pesquisa, 19.,2000.Fortaleza: resumo...UFC, pró reitoria de pesquisa e pós graduação, 2000.nº1177.

TENÓRIO, R.M.R. Avaliação técnica e financeira de um plantio comercial de melão microirrigado. 2000. 77p. Dissertação (mestrado em irrigação e drenagem) – Universidade Federal do Ceará, 2000.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&

I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## DIAGNÓSTICO DE SALINIZAÇÃO E/OU SODIFICAÇÃO EM SOLOS ALUVIONAIS DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ

BARBOSA, F. E. L.<sup>1</sup>; SANTIAGO, R. M.<sup>2</sup>; JUNIOR, Z. R.<sup>2</sup>; NESS, R. L. L.<sup>3</sup>;  
CHAVES, A. F.<sup>4</sup> & ALMEIDA NETO, A. J. DE<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bolsista, FUNCAP, Graduanda do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC – Limoeiro do Norte, CE. e-mail: edineidecentec@yahoo.com.br

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho é estimar percentagem de solos aluvionais localizados no município de Limoeiro do Norte - CE para a produção agrícola irrigada, afetados por sais e/ou íon sódio, tomando como base os dados de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE), o cálculo da Percentagem de Sódio Trocável (PST) e o pH dos solos estudados, tendo em vista que estes parâmetros estão diretamente relacionados com a salinidade e a sodicidade, respectivamente. Para isto foi elaborado um banco de dados, das análises de fertilidade do solo do Laboratório de Análises de Solo, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC Limoeiro do Norte. Os dados foram submetidos a análise estatística realizada no programa WINSTAT sob a forma de gráficos de frequência. Os resultados demonstraram que um percentual significativo dos solos analisados estão comprometidos pelo efeito do íon sódio, não observando o mesmo para o caráter salino.

**Palavras-chave:** Solos aluvionais, salinidade, sodicidade, manejo do solo.

## DIAGNOSIS OF SALINIZATION AND SODIFICAÇÃO IN GROUND ALUVIONAIS OF THE CITY OF LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ

**ABSTRACT:** The objective of the present work is estimate located aluvionais ground percentage in the city of Lemon tree of North - CE for the irrigated agricultural production, affected for leaves and/or ion sodium, taking as base the data of electric condutividade of the extract of saturation of the ground (CE), the calculation of the Sódio Percentage Trocável (PST) and pH of the studied ground, in view of that these parameters directly are related with the salinity and the sodicidade, respectively. For this a data base was elaborated, of the analyses of fertility of the ground of the Laboratory of Ground Analyses, Water for ends of Irrigation and Vegetal Fabrics of the College of Technology CENTEC of Lemon tree of the North. The data had been



submitted the analyses statistics carried through in program WINSTAT under the form of frequency graphs. The results had demonstrated the same that a significant percentage of analyzed ground is compromised by the effect of the ion sodium, not observing for the saline character.

**Key Works:** Aluvionais ground, salinity, sodicidade, handling of the ground.

## INTRODUÇÃO

A salinização e sodificação dos solos têm proporcionado, ao longo do tempo, a expansão de áreas com restrições às explorações agrícolas nas regiões do Nordeste brasileiro. O acúmulo de sais solúveis e sódio trocável deve-se, principalmente, às condições climáticas, relevo, gênese dos solos, qualidade da água de irrigação e drenagem interna do solo. O desenvolvimento de solos afetados por sais é um processo de degradação que conduz geralmente à desertificação das terras.

Estudando aspectos gerais da salinidade dos solos em áreas irrigadas, Cordeiro (1988), encontrou um percentual de 7,74 % dos solos dos Estados da Bahia ao Ceará apresentam-se afetados por sais. Porém, Coelho e Ferreira (1986), realizando estudos de caracterização dos solos afetados por sais na região do semi-árido nordestino, revelam que os solos sódicos e salino-sódicos ocorrem em 25% do estado do Ceará.

Vale lembrar que o conteúdo de sais no solo não é uniforme, há uma variação no sentido horizontal, vertical e no seu curso durante o ano, e que os problemas se apresentam constantemente na forma de manchas no solo. Se observarmos que a ação dos sais se deve ao efeito osmótico da salinidade total e que sua composição tem menor importância, podemos medi-la através da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE), pois se tem observado uma série de efeitos sistemáticos entre o aumento da condutância em extratos saturados e dos problemas em solos.

Em solos sódicos o resultado se dá pela exposição desses solos a água com altos níveis de sódio e altas proporções de carbonatos. A velocidade com que se apresentam os problemas nesses tipos de solo dependem da razão de adsorção de sódio (RAS) da água, de sua evaporação e da dissolução de minerais do solo e pode ser avaliado pelo valor da percentagem de sódio trocável (PST). As altas taxas de evaporação e baixa precipitação, associadas às características das condições geomorfológicas e hidrológicas da região em estudo, condicionam a formação de solos com teores elevados de sais solúveis e sódio trocável, que comprometem o crescimento e o desenvolvimento das culturas.

Apesar de serem solos de altos potenciais agrícolas, usados intensamente com diferentes culturas, poucas são as informações existentes acerca do manejo agrícola adequado, cujo conhecimento contribuiria para a diminuição das áreas afetadas por pela salinidade e sodicidade. Desse modo, o presente trabalho tem o objetivo de estimar a percentagem de solos aluvionais localizados no município de Limoeiro do Norte - CE, afetados por sais e/ou íon sódio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Limoeiro do Norte, situado no Estado do Ceará. A região apresenta clima do tipo Aw' segundo Köppen, com precipitação média anual de 600 mm, temperatura média anual de 26°C caracterizada por baixos índices pluviométricos e irregularidade de distribuição, com evaporação média diária de 7,5mm. A estação chuvosa - entre janeiro e junho - é seguida de um período seco de seis a oito meses, sendo a irregularidade na intensidade e distribuição das chuvas a característica peculiar da região (Jacomine et al.,1973; DNOCS,1978).

Na região estudada os solos são derivados de sedimentos arenosos, siltosos e argilosos depositados pelo rio Banabuiú e Jaguaribe durante o holoceno (DNOCS,1978). Trata-se de solos eutróficos pouco desenvolvidos, com uma camada A superficial, diferenciado, subjacente a camadas estratificadas, as quais, normalmente, não guardam relações pedogenéticas entre si. Tais solos variam de moderadamente profundos a muito profundos, com drenagem de moderada a imperfeita.

A estimativa foi obtida a partir de 414 dados de análises químicas de fertilidade do solo realizadas no Laboratório de Solos, Águas para fins de Irrigação e Tecido Vegetal da Faculdade de Tecnologia Centec de Limoeiro do Norte. Os parâmetros avaliados foram a CE, PST e pH das análises químicas realizadas durante o período de 2001 a 2006, com a finalidade de classificar os solos quanto ao caráter salino ou sódico. Estes dados foram submetidos à análise estatística no programa WINSTAT, sendo apresentados sob a forma de gráficos de frequência.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação gráfica dos resultados referentes à avaliação dos dados das análises de fertilidade dos solos aluvionais podem ser observados nas Figuras 01, 02 e 03, para distribuição do pH, CE e PST respectivamente.

Observando os valores de pH encontrados nas análises, tem-se 64,5% das amostras com um pH situando-se entre 7,0 e 8,0 com média geral de 7,3. Em relação às classes de valores de pH entre 5,0 a 6,0; 6,0 a 7,0 e 8,0 a 9,0, tem-se um percentual de amostras de 3,5%, 21% e 11% respectivamente. Os baixos valores encontrados para o pH variando entre 5,0 a 6,0 são referentes provavelmente a solos aluvionais com uma maior contribuição de sedimentos arenosos.

O percentual de 21% encontrado para amostras com valores de pH entre 6,0 e 7,0 não isenta tais áreas de apresentarem caráter sódico, tendo em vista que apesar de encontrar-se comumente valores de pH em solos sódicos variando de 8,5 à 10, pode-se detectar pH perto da neutralidade, quando os íons sódio apresentam-se no solo como sais neutros sob a forma de cloretos e sulfatos, fato este que pode ser comprovado nos planossolos solódicos (Fassbender,



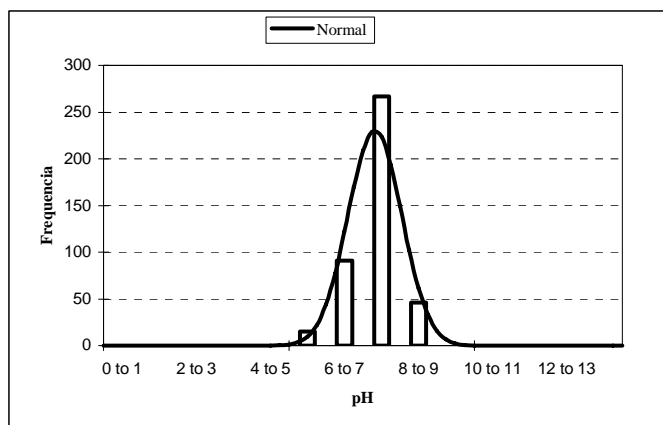


Figura 01. Distribuição do pH nos solos aluvionais de Limoeiro do Norte, CE

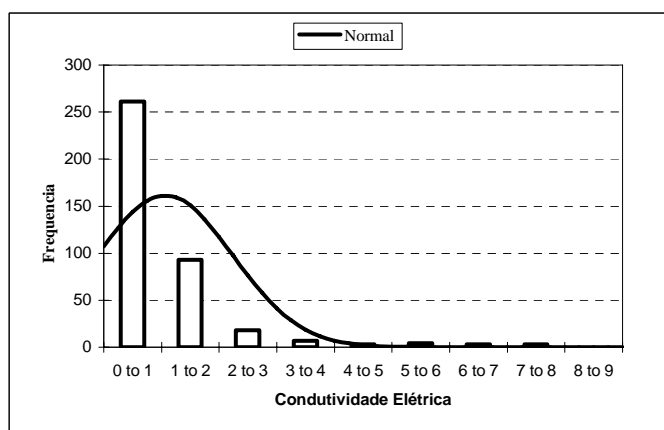


Figura 02. Distribuição da CE nos solos aluvionais de Limoeiro do Norte-CE

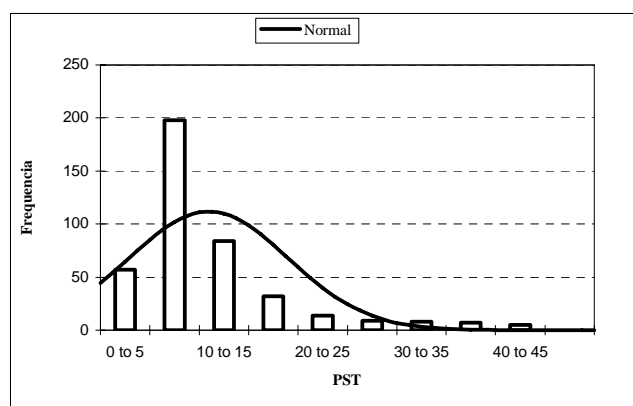


Figura 03. Distribuição da PST nos solos aluvionais de Limoeiro do Norte-CE.

1994). Alia-se a isto o inadequado manejo da irrigação empregado nessas áreas, contando que cerca de 52% delas possui um considerável teor de argila e uma CE superior ao limite recomendado na literatura.

Quanto aos valores encontrados da CE, os dados revelam que das 414 amostras, 261 apresentam valores deste atributo variando de 0,1 a 1 dS m<sup>-1</sup>, representando 63 % do total, com

uma média de  $1,27 \text{ dS m}^{-1}$ , refletindo de forma geral que os solos aluviais referentes as amostras não estão enquadrados como solos salinos, pois apresentam valores de CE inferiores  $2 \text{ dS m}^{-1}$ . Porém, não se pode negligenciar os 15 % das amostras que apresentaram caráter salino, nem mesmo, os 22 % com risco iminente de salinização, principalmente devido a utilização nestes solos de sistemas de irrigação por superfície, sem critérios de manejo adequado, potencializando tais efeitos dos sais e/ou do íon sódio no solo, principalmente quando há ausência de um manejo agrícola adequados desses solos, contribuindo para o agravamento da situação.

No que diz respeito ao efeito do íon sódio, através da avaliação da PST das análises, pode-se perceber que este efeito é bem mais pronunciado do que a salinização do solo. Para as classes de 0 a 5 %, 5 a 10 %, 10 a 15 % e de 15 a 20% estão percentualmente em torno de 14 %, 48 %, 20 % e 18 %, respectivamente. Desta forma pode-se afirmar que, a maioria dos solos aluvionais analisados do município de Limoeiro do Norte, estão sodificados, correspondendo a um total de 86%, destes 38% apresentam caráter sódico, e 48 % com tendência a sodificação. Vale ressaltar, que apesar do limite estabelecido para PST ser em torno dos 15%, na prática percebe-se que com valores desse atributo em torno de 8 a 10 %, já encontram-se perdas significativas de produtividade, principalmente em culturas sensíveis.

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os solos avaliados podem ser utilizados para fins agrícolas, desde que haja um controle da qualidade de água utilizada na irrigação e um monitorizar das propriedades físico-químicas do solo, para conter o riscos potenciais de salinização, e o agravamento da sodificação em parte das áreas, visando a promoção da sustentabilidade agrícola.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNOCS. levantamento Detalhado dos Solos do Perímetro K do Projeto Morada Nova-CE. Divisão de Estudos e Projetos, Serviços de Pedologia, Fortaleza, 1978, 212p. (mimeografado).
- FASSBENDER, H.W. Química de suelos con énfasis em suelos de América Latina. 2ª ed. San José, 1994. 418p.
- JACOMINE, K.K.P., ALMEIDA, J.G. & MEDEIROS, L.A.R. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. DPP/MA, DRN/SUDENE, Boletim Técnico 28(1/2), Rio de Janeiro, 1973.
- YOSHIOKA, M.H.; LIMA, M.R. Experimentoteca de Solos: Salinidade do Solo. Disponível em:<<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/experimentoteca4.html>>. Acesso em 24/07/2007
- COELHO, M.A., FERREYRA, H.F.F. Characterization of salt-affected soil in the semiarid region of northeastern Brazil. Turrialba, Costa Rica, v.36, n.2, p.171-8,1986.
- CORDEIRO, G.G. Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem, diagnóstico e recuperação. Petrolina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1988. v.50, p.1-16.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## **AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MATA CILAR NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO JAGUARIBE NO TRECHO DA CIDADE DE LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ - BRASIL**

**TEIXEIRA, L. A. M.<sup>1</sup>, ALVES, N.S.<sup>1</sup>, OLIVEIRA, M. A.<sup>1</sup>;  
COSTA, F. A. M.<sup>1</sup> & PUERARI, E. M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Graduandos em Saneamento Ambiental, FATEC Limoeiro do Norte. nicelmaalves@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Profa Doutora, Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental. edepuerari@yahoo.com.br

**RESUMO:** O termo mata ciliar tem sido usado para designar as áreas marginais a cursos d'água, lagos e outros reservatórios superficiais, as quais funcionam como filtros biológicos, retendo poluentes, minimizando a erosão e evitando que sedimentos causem assoreamento. Devido a importância do rio Jaguaribe para cidade de Limoeiro do Norte e a devastação da mata ciliar, avaliou-se o quanto a degradação da mesma pode influenciar na qualidade da água desse manancial. Confrontou-se dados de projetos já existentes sobre o assunto, para obtermos as informações desejadas. Com esses dados foi possível concluir que em determinados trechos a degradação da mata ciliar não é um fator predominante, pois existem fontes de poluição mais significativas; como os despejos dos esgotos domésticos, resíduos sólidos e poluentes agrícolas. Em outros trechos, a falta desta vegetação influencia de maneira direta a qualidade da água do rio.

**Palavras chave:** qualidade da água, rio jaguaribe, mata ciliar

## **EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE LASHING FOREST IN THE QUALITY OF THE WATER OF THE JAGUARIBE RIVER IN THE STRETCH OF CITY OF LIMOEIRO DO NORTE – CEARÁ – BRAZIL**

**ABSTRACT:** The term lashing forest has been used to specify the riverside areas, lakes and other surface reservoirs which work as biological factors retaining pollution agents, reducing erosion and avoiding assoreament. Due to the importance of the Jaguaribe river to Limoeiro do Norte and the lashing forest destruction, we evaluated how this destruction process influences its water quality. We compared the previous projects data aiming to obtain new informations. With these data it was possible to realize that at certain stretches the lashing forest destruction is not a predominant factor because there are more significant pollution sources such as domestic drains waste, solid waste and agricultural pollution agents. At other stretches this lack of vegetation influences straight to the river water quality.

**Key-words:** water quality, the jaguaribe river, lashing forest

## INTRODUÇÃO

A manutenção da qualidade dos recursos hídricos é um dos grandes problemas enfrentado pela humanidade nos dias atuais. No que se refere aos mananciais superficiais à problemática torna-se mais agravante, tendo em vista a importância da vegetação nas áreas marginais a cursos d'água, lagos, rios e outros reservatórios superficiais, conhecidas como mata ciliar (Rodrigues & Leitão Filho, 2004).

É de conhecimento que estas vegetações marginais, compostas por árvores, arbustos e outros tipos de plantas protegem o solo contra a erosão, e conseqüentemente evitam o assoreamento, regularizam o fluxo de água e quando conservadas formam uma efetiva barreira ao deslocamento de poluentes no solo (Maia, 2004).

As matas ciliares funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água afetando diretamente a quantidade e qualidade da água e conseqüentemente a fauna aquática e a população humana (Martins, 2001).

Os solos sem cobertura florestal reduzem drasticamente sua capacidade de retenção de água das chuvas, que ao invés de infiltrar no solo, escoam sobre a superfície formando enxurradas que não permite o bom abastecimento do lençol freático, promovendo a diminuição da água armazenada. As conseqüências do rebaixamento do lençol freático não se limitam as nascentes, mas se estendem aos córregos, rios e riachos abastecidos por elas (Mota, 1995).

Na história, o homem tem buscado se instalar em áreas próximas a mananciais, já que os mesmos oferecem múltiplos usos, nos quais se destacam o abastecimento humano e a irrigação.

A região Jaguaribana, no Ceará, a qual é banhada pelo Rio Jaguaribe, tem evidenciado esse fato, onde diversas cidades construídas ao longo de suas margens vêm influenciando, drasticamente, na qualidade da água.

Na área em estudo, encontra-se Limoeiro do Norte, que é uma das cidades que se instalaram as margens do Rio Jaguaribe. Devido a esse fato durante anos o rio vem sofrendo com a ação antrópica que gera uma série de impactos no manancial, impactos esses de grande magnitude, devido à retirada de mata ciliar e lançamento de esgotos, poluentes e resíduos sólidos. Sabe-se que essa ocupação é irregular, pois em média as residências estão a 5 metros do leito do rio, e de acordo com o código florestal (Lei nº 4771/65), na qual no artigo 2º desta lei, a largura da mata ciliar a ser preservada está relacionada com a largura do curso do rio. Sendo o leito menor (leito molhado) do rio Jaguaribe variando de 10 a 40 metros e o seu leito maior (leito seco) variando de 150 a 400 metros, a faixa de proteção deveria ser no mínimo de 100 metros em cada margem.



De acordo com essa problemática e visto a importância desse rio para o município, torna-se necessário saber o quanto à ação antrópica e a falta de vegetação ribeirinha afetam a qualidade desse manancial.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A presente pesquisa teve como base a análise de dois projetos realizados anteriormente por bolsistas da FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), cujos títulos são: “Qualidade da Água do Rio Jaguaribe antes, durante e depois de atravessar área urbana de Limoeiro do Norte – CE” (2006) e “Diagnóstico da Mata Ciliar do Rio Jaguaribe na cidade de Limoeiro do Norte – CE” (2006).

O primeiro projeto citado tinha como objetivo avaliar a qualidade da água do rio Jaguaribe na cidade de Limoeiro do Norte, no qual foram realizadas 06 baterias de coleta de amostras de água em treze pontos distintos do rio para análise físico-químico, sendo estas realizadas no Laboratório de Análise de Água e Efluentes (LAAE) da Faculdade de Tecnologia CENTEC – Limoeiro do Norte.

O segundo projeto visava diagnosticar o índice de degradação da mata ciliar no mesmo trecho correspondente ao projeto anterior. Foram realizadas visitas periódicas ao longo do rio sendo de aproximadamente 12 Km, onde foram avaliados treze pontos e classificados de acordo com o grau de degradação da mata ciliar em: não degradado, parcialmente degradado e totalmente degradado. Ambos os projetos resultaram na confecção de um mapa da área, registros fotográficos e resultados de análises.

Após a análise dos projetos e leituras de bibliografias especializadas, foi feito um comparativo para se saber o quanto que o ecossistema da mata ciliar interfere na qualidade da água no manancial.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Todos os dados comparativos são referentes aos resultados apresentados dos projetos já mencionados. Neste trabalho, dividiu-se os treze pontos estudados em três trechos: antes, durante e depois da área urbana do município de Limoeiro do Norte, associando a qualidade da água do Rio Jaguaribe com a retirada da mata ciliar do mesmo.

O trecho 1 corresponde aos três primeiros pontos antes da cidade, onde foi feito o levantamento da mata ciliar existente, juntamente com a coleta e análise da água durante o período de sete meses. Neste trecho (Figura 01), percebemos a presença de residências e propriedades rurais, bem como plantios de culturas dentro da APP (Área de Proteção Permanente) caracterizando acentuada devastação da mata ciliar. Os resultados das análises



Figura 01: Foto representativa das condições da mata ciliar no trecho 1

neste trecho mostraram que o pH, cor, turbidez e a DBO<sub>5</sub> estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA, considerando os estudos que apontam as águas do Rio Jaguaribe como de classe 2 (não oficializado). Já o OD (Tabela 01), não se encontra nos padrões estabelecidos, sendo que o mesmo não pode ser inferior a 5 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub> em qualquer amostra.

No trecho 2 (Figura 02), que vai do ponto quatro ao ponto dez, que representam os pontos de coleta e observação no trecho urbano do município, a urbanização é fator predominante assim como a retirada de areia do leito do rio, o que simboliza uma invasão da área de APP caracterizando esse trecho como de mata ciliar degradada. Os resultados obtidos nas análises mostraram que os parâmetros físico-químicos DBO<sub>5</sub> e OD em média não se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA (Tabela 02).

No último trecho (trecho 3), que vai do ponto onze ao treze (Figura 3), depois do município, foi observado alguns resquícios de mata ciliar, mesmo assim há sérios sinais de devastação, como a derrubada de carnaúbas. Dos parâmetros analisados os únicos que não se enquadraram na resolução nº 357 do CONAMA foram a DBO<sub>5</sub> e OD (Tabela 03).

Tabela 01: Média dos resultados das análises físico-químicas dos pontos do trecho 1

	pH	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	DBO <sub>5</sub> (mg/L O <sub>2</sub> )	OD (mg/L O <sub>2</sub> )
Média	7,410	7,500	1,637	4,429	2,154
Máxima	7,680	10,000	5,796	4,865	5,234
Mínima	7,190	5,000	0,133	3,778	0,809
Desvio Padrão	0,158	2,610	2,203	0,480	1,078



Figura 02: Foto representativa das condições da mata ciliar no trecho 2



Tabela 02: Média dos resultados das análises físico-químicas dos pontos do trecho 2

	pH	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	DBO5 (mg/L O <sub>2</sub> )	OD (mg/L O <sub>2</sub> )
<b>Média</b>	7,68	13,57	0,552	6,244	4,742
<b>Máxima</b>	7,96	20	0,977	11,588	6,645
<b>Mínima</b>	7,26	5	0,122	3,72	2,617
<b>Desvio Padrão</b>	0,18	5,91	0,237	2,159	1,18



Figura 03: Foto representativa das condições da mata ciliar no trecho 3

Tabela 03: Média dos resultados das análises físico-químicas dos pontos do trecho 3

	pH	Cor (mg Pt/L)	Turbidez (UNT)	DBO5 (mg/L O <sub>2</sub> )	OD (mg/L O <sub>2</sub> )
<b>Média</b>	8,700	13,330	6,188	7,747	7,054
<b>Máxima</b>	8,990	20,000	8,207	11,796	11,576
<b>Mínima</b>	8,110	10,000	1,779	4,275	5,527
<b>Desvio Padrão</b>	0,306	4,924	2,039	2,836	2,300

## CONCLUSÃO

Com base nos estudos comparativos, conclui-se que, cada trecho possui características particulares, em virtude desse fato a mata ciliar se comporta como um auxiliador na minimização das agressões sofridas pelas águas superficiais do rio Jaguaribe, levando em conta que cada ponto tem uma fonte poluidora que se difunde ao longo dos trechos.

Como é o caso do trecho 1 que é uma zona rural o elevado OD se deu em virtude do carreamento de matéria advinda das plantações que estão dentro da área de APP. No trecho 2 o fator que culminou para um elevado DBO<sub>5</sub> e OD foi o lançamento de resíduos sólidos e líquidos advinda das residências e do mercado de carnes e peixes, contribuindo para proliferação de aguapés. No último trecho a maior fonte poluidora observada foi o lançamento do efluente da lagoa de estabilização o que contribuiu para um elevado OD e DBO<sub>5</sub>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAIA, G.N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 1ª. ed. São Paulo. Editora Leitura e arte, 2004.  
 MARTINS, S.V. Recuperação de matas ciliares. Viçosa.MG. Editora Aprenda fácil, 2001.

MOTA, Suetônio. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2ª ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

RODRIGUES.R.R. & LEITÃO FILHO.H.F. Matas ciliares conservação e recuperação. 2ªed. São Paulo. Editora USP, 2004.





I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## REÚSO DA ÁGUA PROVENIENTE DA LIMPEZA DOS FILTROS DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE NO CULTIVO DA MAMONA

TEIXEIRA, L. A. M.<sup>1</sup>; SILVA, J. M.<sup>1</sup>; BARBOSA, W. C. C.<sup>1</sup>;  
ANDRADE, J. H. R.<sup>1</sup>; ROLIM, H. O. DE <sup>2</sup> & CHAVES, A. F.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso de RH/Saneamento Ambiental, Faculdade de Tecnologia CENTEC, Rua Estevam Remígio, 1145, CEP: 62930-000, Limoeiro do Norte, CE. e-mail: [leofatec@yahoo.com.br](mailto:leofatec@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Prof<sup>o</sup>. M.Sc de RH/Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia Centec – Limoeiro do Norte, CE.

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônoma, Prof<sup>o</sup>. M.Sc do Curso de RH/Irrigação da Faculdade de Tecnologia Centec – Limoeiro do Norte, CE.

**RESUMO:** O presente estudo visa demonstrar a viabilidade da reutilização da água proveniente da limpeza dos filtros da ETA, do município de Limoeiro do Norte - CE no cultivo da mamona. As amostras de água, proveniente da lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA), serão coletadas durante o período de agosto á dezembro de 2007, sendo que a primeira amostra foi realizada no dia 21 de agosto. Os parâmetros a serem avaliados são: pH, Condutividade Elétrica (C.E), cor, turbidez, temperatura, cloreto alcalinidade parcial e total, dureza total, de cálcio e de Magnésio, sódio, carbonatos bicarbonatos, sulfatos, nitratos, nitritos, amônia, fósforo, potássio, hidróxido e a razão de adsorção de sódio (RAS), identificando desta forma a possibilidade do uso na irrigação da mamoneira. Com base nos resultados da primeira análise, pode-se inferir que a qualidade da água a ser utilizada para irrigação da mamona encontram-se dentro dos padrões, porém torna-se necessário a realização do acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água de irrigação durante um período mais extenso, a fim de se obter um diagnóstico mais preciso.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis* L., reúso de água, efluente, irrigação.

## REUSE OF THE WATER PROCEEDING FROM THE CLEANNES OF THE FILTERS OF THE STATION OF WATER TREATMENT THE CITY OF LIMOEIRO DO NORTE IN THE PLANTATION OF THE MAMONA

**ABSTRACT:** The present study it aims at to demonstrate the viability of the reutilização of the water proceeding from the cleanness of the filters of ETA, the city of Limoeiro do Norte- CE in the plantation of the mamona. The water samples, proceeding from the laudering of the filters of the Station of Treatment of Water (SWT), will be collected during the period of August á December of 2007, being that the first sample was carried through in day 21 of August. The parameters to be evaluated are: pH, Electric

Condutividade (C.E), color, turbidez, temperature, chloride partial and total alkalinity, total hardness, of calcium and Magnesium, sodium, carbonates bicarbonates, sulfatos, nitrates, nitritos, ammonia, match, potassium, hidróxido and sódium of adsorção of relation (SAR), identifying in such a way the possibility of the use in the irrigation of the mamoneira. On the basis of the results of the first analysis, can be inferred that the quality of the water to be used for irrigation of mamona meets inside of the standards, however become necessary the accomplishment of the accompaniment of the indicating parameters of the quality of the irrigation water during the one more extensive period, in order to get one diagnosis more necessary.

**Key works:** *Ricinus communis* L., reuse of water, effluent, irrigation

## INTRODUÇÃO

A implantação de sistemas de reúso e reciclagem de água implicam em significativos benefícios ambientais desde que possuam viabilidade técnica e econômica, seja por aumentar a oferta de água potável e disponível nos mananciais, seja por aumentar os níveis de tratamento dos efluentes líquidos, diminuindo os lançamentos nos corpos d' água.

O reúso, ressaltando especificamente o do tipo agrícola, deve obedecer a padrões mínimos físicos, químicos e microbiológicos que garantam a segurança agroalimentar das comunidades. Esses padrões já estão em parte definidos na Portaria nº 154/02 SEMACE e na Resolução CONAMA nº 357/05, pois apesar dos benefícios concretos com o aproveitamento do efluente na agricultura, a presença de alguns constituintes como o sódio (Na) e metais pesados é indesejável.

Além da necessidade de preservação dos recursos hídricos, as necessidades por alternativas adequadas para o reuso da água se torna cada vez mais aceitável, já que os desperdícios são evidentes em muitas atividades. Várias empresas, shopping, apartamentos e até mesmo estações de tratamento de esgoto, adaptaram suas instalações para propiciar o reuso da água, proporcionando, estas atitudes, em respaldo com a própria sociedade um benefício para meio ambiente, além de trazer economia para as corporações. A utilização dessas águas constitui uma possibilidade de expansão das áreas irrigadas, de minimização de fontes de contaminação dos corpos receptores e de redução de custos de produção, haja vista a presença de nutrientes.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) em Limoeiro do Norte dispõe de um tratamento convencional com quatro filtros, onde a cada dia, dois são lavados, consumindo em média 30 mil litros de água, somando-se por mês, uma média de 1800 m<sup>3</sup> de água, que após a limpeza é lançada fora, sendo armazenada em uma lagoa adjacente á estação. Neste contexto, o reuso dessa água para irrigação da cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), surge como uma possível solução para a racionalização desse bem e preservação ambiental, tendo em vista ser uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, apresentando-se como alternativa produtiva no nordeste brasileiro, devido a sua fácil adaptação e como cultura geradora de matéria-prima para o biodiesel.



No contexto da irrigação de culturas agrícolas com efluentes, é importante considerar que estas águas residuárias apresentam mais impurezas que as águas de fontes naturais, podendo ser potencialmente prejudiciais dependendo das características que apresenta e das práticas de manejo adotadas para o seu uso. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar se a água da retrolavagem dos filtros encontra-se nos padrões aceitáveis para utilização na irrigação da cultura da mamona, como forma de otimizar esse bem finito.

## MATERIAL E MÉTODOS

O prezado estudo está sendo realizado no município de Limoeiro do Norte situado no Estado do Ceará. O município possui uma área total de 751,53 Km<sup>2</sup>, altitude em torno de 30 m acima do nível do mar, latitude 5° 08' 44''S e longitude 38° 05'53''W. O clima nessa região apresenta temperatura média que variam de 26°C a 28°C, a precipitação pluviométrica oscila em torno de 720,5 mm anuais (IPLANCE, 2007).

O trabalho consiste na coleta de amostras de água, provenientes da lavagem dos filtros da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Limoeiro do Norte, durante o período de agosto á dezembro de 2007 com frequência mensal, sendo que a primeira amostra foi realizada no dia 21 de agosto. Para atender os objetivos do trabalho, a água é coletada na saída da tubulação de descarga da ETA e será posteriormente analisada e avaliada em termos dos seguintes parâmetros: pH, Condutividade Elétrica (CE), cor, turbidez, temperatura, cloreto, alcalinidade parcial e total, dureza total, de cálcio e de magnésio, sódio, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, nitritos, amônia, fósforo, potássio, hidróxido e RAS. A determinação de sódio, potássio e cálculo da RAS, será efetuada no Laboratório de Solos, Água para fins de irrigação e Tecido Vegetal da FATEC de Limoeiro do Norte, seguindo a metodologia da EMBRAPA (1997). Os demais parâmetros foram e serão analisados no Laboratório de Análises de Água e Efluentes da mesma instituição, seguindo a metodologia do Apha (1998).

As análises do efluente serão realizadas visando a obtenção de dados que o caracterize, identificando desta forma a possibilidade do uso na irrigação da mamoneira. Os parâmetros utilizados na avaliação do poder de salinização do efluente para o solo, causando consequentemente toxidez a cultura, foram o pH e a CE. Quanto ao risco de sodificação do solo pelo uso dessa água na prática da irrigação, utilizou-se o índice de Razão de Adsorção de Sódio (RAS), obtido através da Equação de Richards (1954).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Sousa et al. (2001), a adequação da água para irrigação é uma tanto subjetiva, mas é preciso avaliar alguns parâmetros que poderão produzir efeitos desagradáveis na relação água, planta e solo. Entre os parâmetros analisados no efluente para fins de reuso na agricultura deve-se destacar os aspectos físico-químicos e microbiológicos. Quanto os aspectos físico-químicos, determinados no presente estudo, podemos perceber que o pH da água proveniente da retrolavagem dos filtros da ETA, foi da ordem de 7,8. Provavelmente esse valor encontrado é devido a concentração do íon bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) ser geralmente maior em efluentes do que em águas para abastecimento pois, em valores de pH abaixo de 8,4 há predominância do íon bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), enquanto que acima desse valor predomina o íon carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) (Ayres e Westcot, 1991).

O valor de condutividade elétrica encontrado não proporciona grau de restrição para uso desse efluente na irrigação, bem como os demais atributos avaliados. Com relação aos parâmetros analisados no efluente todos se encontram em conformidade com os valores permitido pela legislação para reuso agrícola.

Tabela 01: Resultado dos parâmetros físicos e químicos para fins de irrigação analisados no mês de agosto de 2007.

	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	Na	Ca	Mg	K	pH	Carbonatos	Bicarbonatos	RAS	CE
	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$						–	$\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$		–	$\text{dS m}^{-1}$
Efluente	0,003	0,73	1,26	0,50	0,72	0,07	7,8	0,0	1,45	0,9	0,01
Valor limite	0 a 7,8	0 a 30	0 a 40	0 a 20	0 a 5	0 a 2	6,4 a 8,5	0 a 0,1	0 a 10	0 a 15	0 a 3

Tabela 02: Resultado dos parâmetros físicos e químicos do efluente, analisados no mês de agosto de 2007

	Cor	Turbidez	Temp.	Alc. parcial	Alc. total	Dureza Total	P	Nitrato	Amônia	Nitrito
	UH	UNT	°C	$\text{mg/L}$						
Efluente	30	12	28	0	92	121,92	0,123	0,32	0,32	0,15
Valor limite			40						20	

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, com a primeira análise, pode-se inferir que a qualidade da água a ser utilizada para o cultivo da mamona na área avaliada encontram-se dentro dos padrões recomendados para todos os parâmetros analisados, não



apresentando principalmente problemas de excesso de sais, porém torna-se necessário a realização do acompanhamento dos parâmetros indicadores da qualidade da água de irrigação durante o período seco e chuvoso, a fim de se obter um diagnóstico mais preciso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 19<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association, USA. 1995.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- BRASIL, Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA Nº. 357 de 29 de março de 2005. CONAMA, 2007.
- EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- Portaria **SEMACE** Nº. **154/02**. SEMACE 154/02
- SOUSA, J.T.; LEITE, V.D.; LUNA, J.G. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.107-110. Campina Grande, DEAg/UFPB, 2001.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO SOLOS DO MUNICÍPIO DE QUIXERÉ-CE

BEZERRA, G. W. L.<sup>1</sup>; NESS, R. L. L.<sup>2</sup>; CHAVES, A. F.<sup>3</sup>;  
ALMEIDA NETO, A. J. DE<sup>4</sup>; CHAVES, M. J. L.<sup>5</sup> & FREITAS, F. J. M.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduado do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC – Limoeiro do Norte, CE. e-mail: gw\_bezerra@hotmail.com

<sup>2</sup>Engº Agrônomo, Dr. Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Professor da Universidade Federal do Ceará, Crato, CE.

<sup>3</sup>Engº. Agrônomo, M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Professor da FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

<sup>4</sup>Engº Agrônomo, M.Sc. Fitotecnia, Professor da FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

<sup>5</sup>Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação pela FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

<sup>6</sup>Graduando do curso de Recursos Hídricos/Irrigação da FATEC – Limoeiro do Norte, CE.

**RESUMO:** O seguinte trabalho tem por finalidade avaliar e diagnosticar a salinidade de solos situados no município de Quixeré – CE (região de grande desenvolvimento do agronegócio no Nordeste), sob os aspectos quantitativos da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE) e Percentagem de Sódio Trocável (PST). Parâmetros estes considerados importantes na identificação da salinidade dos solos. Sendo necessária a criação de um banco de dados das análises químicas, as quais são efetuadas seguindo as metodologias existentes no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa, disponibilizadas pelo Laboratório de Análises de Solo, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC Limoeiro do Norte. Posteriormente, os dados foram submetidos a análises estatísticas auxiliadas pelo programa WINSTAT, sendo confeccionados gráficos de frequência. Os resultados comprovam que parte dos solos encontrados nessa região pode ser classificada como normais, com apreciável potencial agrícola, porém, uma pequena participação de solos aluvionais apresenta restrições apresentando sérios problemas com o sódio.

**Palavras-chave:** Qualidade dos solos, salinidade, sodificação

## DIAGNOSIS THE SITUATED GROUND SALINITY IN THE CITY OF QUIXERÉ - CE

**ABSTRACT:** The following work has for purpose to evaluate and to diagnosis the situated ground salinity in the city of Quixeré - CE (region of great development of the north-eastern agro business), under the quantitative aspects of the electric conductivities of the extract of saturation (CE) and sodium percentage exchangeable (SPT). Parameters these considered important in the identification of the salinity of ground. Being necessary the creation of a data base of the chemical analyses, which are effected following the existing methodologies in the Manual of Methods of Ground Analysis of the EMBRAPA, availability for the Laboratory of Analyses of Ground, Water for ends of Irrigation and Vegetal of the College of Technology CENTEC of Limoeiro do Norte later the data had been submitted the statistical analyses assisted by program winstat, being confectioned graphical of frequency. The results, prove that it



has left of ground found in this region can be classified as normal, with appreciable agricultural potential, however, a small aluvionais ground participation presents restrictions presenting serious problems with sodium.

**Keywords:** Quality of ground, salinity, sodificação

## INTRODUÇÃO

Em regiões áridas e semi-áridas irrigadas a salinidade e/ou sodicidade, é um dos principais fatores que afetam o rendimento dos cultivos, ou seja, ocasionando limitação na produção agrícola e redução na produtividade das culturas a níveis anti-econômicos. O processo de salinização pode ser acelerado através dos baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração, baixa eficiência da irrigação e drenagem insuficiente, em áreas irrigadas.

O desenvolvimento de solos salinos e sódicos é uma consequência do acúmulo de sais e do íon sódio, que pode se dar por ascensão capilar da água do lençol freático, rica em sais solúveis, pela acumulação de sais na água de irrigação, quando a lixiviação do solo é deficiente, seja por má drenagem ou pela falta de água. Os sais encontrados mais frequentemente são formados por cátions de cálcio, magnésio, e dos ânions cloreto e sulfato. Também, com menos frequência, nesses solos encontra-se outros íons como potássio, carbonatos e bicarbonatos (Gheye et al, 1997).

Os solos salinos ocupam cerca de 20% das áreas irrigadas do semi-árido do Nordeste Brasileiro (Melo, 2006). Segundo Raij (1991), os solos afetados por sais são classificados em função dos valores do potencial hidrogeniônico (pH), da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e percentagem de sódio trocável (PST). Neste contexto, e para fins de caracterização da salinidade na área estudada, foram tomados como base os valores medidos dessas variáveis e a classificação de solos apresentada por Richards (1954).

Na região estudada predominam os solos Aluvionais e Cambissolos, os quais são largamente destinadas as produções agrícolas, principalmente por possuírem boa fertilidade. Desse modo, o presente estudo foi realizado objetivando diagnosticar a qualidade dos solos do município de Quixeré, tomando como base pH, C.E. e PST.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Tecnologia Centec no município de Limoeiro do Norte, Ceará. Foi elaborado um banco de dados para uma posterior análise estatística, com base em 250 análises de fertilidade do solo do município de Quixeré. Estes dados foram cedidos pelo Laboratório de Análises de Solo, Água para fins de Irrigação e Tecidos Vegetais da Faculdade de Tecnologia CENTEC de Limoeiro do Norte.

Os parâmetros avaliados foram o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e percentagem de sódio trocável (PST). Os dois primeiros parâmetros foram determinados de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1999) e o terceiro calculado pela fórmula  $PST = (Na/CTC) \times 100$ , onde Na representa o íon sódio e a CTC a capacidade de troca catiônica.

A análise estatística foi realizada através do programa WINSTAT, resultando assim na confecção dos gráficos de frequência, os quais foram de fundamental importância para a interpretação dos valores obtidos. Os solos de maior importância agrícola na região, e de maior ocorrência nas amostras são classificados em solos aluvionais e cambissolos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das Figuras 01, 02 e 03 pode-se identificar a distribuição dos valores do potencial hidrogeniônico (pH), da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE) e da percentagem de sódio trocável (PST).

Os valores encontrados nas análises de fertilidade dos solos da área estudada para o pH estão compreendidos entre 6,0 e 8,5 com uma predominância de valores compreendidos no intervalo de 7,0 a 7,5 representando 32,67% das amostras. Já na faixa de pH considerada mais favorável ao desenvolvimento das plantas, representada pelo intervalo de 6 a 6,5 (Malavolta, 1980), foi onde se observou a menor frequência dos valores com um percentual de 4,78%.

Através do gráfico percebe-se que os intervalos 7,5 a 8 e 8 a 8,5 detém mais de 50% dos resultados, com 31,47% e 19,92% respectivamente, esse é um fato importante, uma vez que esses valores não são recomendados para a prática agrícola, devido a pouca existência de culturas de caráter comercial, tolerantes a tais níveis de pH.

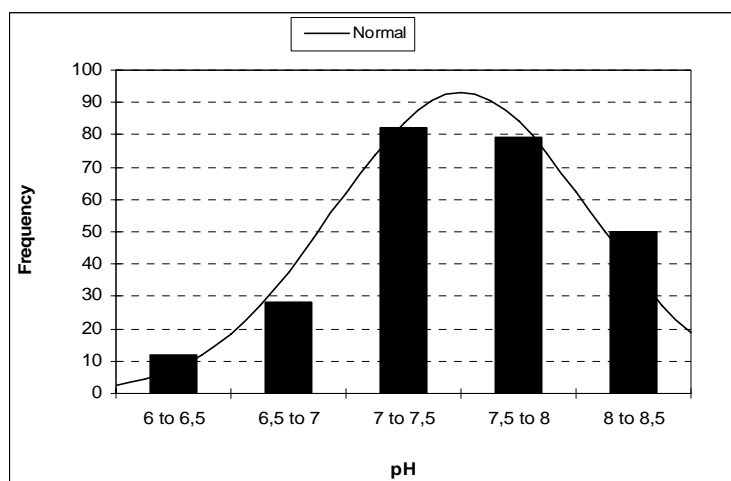


Figura 01: Distribuição do pH nos solos do município de Quixeré –CE



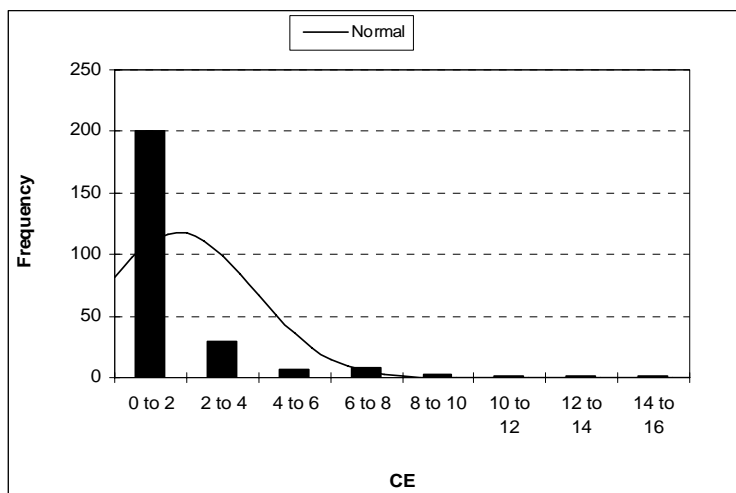


Figura 02: Distribuição da CE nos solos do município de Quixeré-CE.

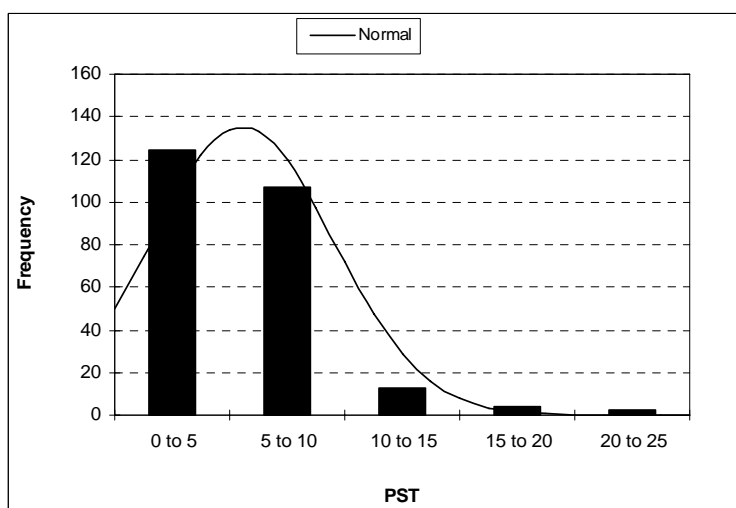


Figura 03: Distribuição do PST nos solos do município de Quixeré –CE.

Através das 250 amostras da condutividade elétrica no extrato de saturação do solo (CE) pôde-se avaliar a contribuição desse atributo. A média encontrada para as amostras analisadas foi de  $1,54 \text{ dS m}^{-1}$ . Na representação gráfica da C. E. pode-se observar que a maioria das amostras não revela problemas relacionados à salinidade e/ou sodicidade do solo, uma vez que os valores compreendidos entre o intervalo 0 a  $2 \text{ dS m}^{-1}$  representam 80% dos resultados obtidos. Porém, em se tratando de atividade agrícola e sustentabilidade ambiental, não se pode negligenciar os valores maiores que  $2 \text{ dS m}^{-1}$  encontrados em algumas amostras, mesmo que em número reduzido, mas vez que CE afeta diretamente a absorção dos nutrientes pela planta.

Quanto a PST a média obtida das amostras avaliadas foi de 5%, refletindo a predominância dos cambissolos nesse município, chegou-se também ao valor de 49,60% das amostras analisadas não ultrapassam a PST de 5%.

Deve-se ressaltar que, através do gráfico percebe-se claramente que algumas amostras de solos apresentaram valores expressivos para esse atributo químico, o que provavelmente refere-se à parcela dos solos aluvionais, devendo-se dessa forma promover uma identificação criteriosa dessas áreas, pois apresentam valores de PST, pH e C.E, que contribuem para ocorrência solos salinos, salino-sódicos e sódicos.

## **CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que as amostras das análises dos solos avaliados, não apresentam restrições fortes quanto à utilização para fins agrícolas. Porém, uma parcela das amostras avaliadas apresentou algumas restrições quanto ao caráter sódico, é preciso atentar-se para que esses solos, provavelmente solos aluvionais, não venham a se tornar improdutivos, principalmente devido ao manejo inadequado empregado nos mesmos.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p
- GHEYI, Hans Raj. et al. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB, 1997. 383 p.
- MALAVOLTA, Eurípides. Elementos de nutrição mineral das plantas. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1980. 253p.
- MELO, Palmira Cabral Sales de, et al. Seleção de genótipos de arroz tolerantes à salinidade durante a fase vegetativa. Artigos Científicos Fitotecnia. Cienc. Rural vol.36 no.1 Santa Maria Jan./Feb. 2006. 64 p. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-4782006000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-4782006000100009)>. Acesso 26/07/2007.
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1991. 343p.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro

26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE ANTÚRIO NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ.

SILVA, A. R. DA<sup>1</sup>; LIMA, S. C. R. V.<sup>2</sup>; VALNIR JÚNIOR, M.<sup>3</sup>;  
MAIA, M. M.<sup>4</sup>; CARNEIRO, G.C.<sup>4</sup> & SOUSA, E. C. DE <sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Especialista em Irrigação e Drenagem, Engenheiro Agrônomo do DNOCS.

<sup>2</sup>Mestre em Irrigação, Professor da FATEC de Sobral.

<sup>3</sup>Doutor em Irrigação, Professor da FATEC de Sobral.

<sup>4</sup>Tecnólogos de Irrigação da FATEC de Limoeiro do Norte.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi obter informações relativas ao sistema de irrigação adequado, níveis de adubação(NPK) e densidade de plantio na cultura do antúrio para as condições do Estado do Ceará, sendo o antúrio uma flor bastante sedimentada no mercado, com presença nos leilões de flores no mundo todo, contudo, tais conhecimentos contribuiria para uma possível implantação da cultura na região litorânea cearense. O experimento foi desenvolvido em dois telados com área de 264 m<sup>2</sup>, cada, na Estação Experimental da EMBRAPA Agroindústria Tropical, no município de Paraipaba, Ceará. As adubações e as densidades de plantio foram testadas em telados distintos, um com microaspersão e outro com gotejamento. Nos dois houve um aumento de forma linear na produção em função da densidade de plantio. A produção no sistema de irrigação por gotejamento foi superior em 43,90% em relação ao sistema por microaspersão.

**Palavra-chave:** Anthurium andraeanum, gotejamento, microaspersão.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to obtain information over the appropriate irrigation system, fertilization levels (NPK) and planting density in the cultivation of the anthurium in the conditions of the State of Ceará. The anthurium is one kind flower, quite sediment at the market, with presence in the auctions of flowers in the whole world; however, such knowledge would contribute to a possible implantation of the culture in the coastal area of Ceará. The experiment was developed in two screen roofs with area of 264m<sup>2</sup> each, in the Experimental Station of EMBRAPA Tropical Agroindustry, in the city of Paraipaba, Ceará. The fertilizing and the planting densities were tested in different blocks, one with micro sprinkler and the other with drip irrigation. In the two there was a linear increase in the production as function of the planting density. The production in the drip irrigation was superior in 43.90% in relation to the micro sprinkler system.

**Key words:** Anthurium andraeanum, drip irrigation, micro sprinkler.

## **INTRODUÇÃO:**

A floricultura, em sentido amplo, abrange o cultivo de flores e plantas ornamentais com variados fins, que inclui desde culturas de flores para corte à produção de mudas arbóreas. O antúrio é uma das espécies mais importantes e apreciadas, pertencentes à família das aráceas, que reúne cerca de 600 espécies, todas originárias da América tropical. Exótico e duradouro, o antúrio é uma das plantas mais usadas na decoração de interiores na formação de arranjos florais. Sua inflorescência chega a durar 60 dias em vaso com água, após ser retirada da planta. Entretanto, a beleza e a durabilidade da planta na composição de arranjos e decoração dependem de vários fatores importantes, a maioria está no campo, onde se deve conduzir a cultura de forma adequada, no que se refere à adubação, irrigação e tratamentos culturais. De acordo com Matsunaga (1995), o Brasil tem potencial para ampliar as exportações de plantas tropicais como helicônia, antúrio, bromélia e orquídea. O crescente aumento na demanda de flores e plantas ornamentais faz com que empresários busquem o agronegócio das flores, gerando divisas e emprego no meio rural, sem grandes impactos no meio ambiente, tendo em vista que o cultivo de flores e plantas ornamentais ocupa poucas áreas, favorecendo a agricultura familiar. O agronegócio da floricultura está contido no ramo da agricultura irrigada, para suprir as necessidades hídricas da cultura ou simplesmente para aplicação de fertirrigação. A floricultura apresenta uma série de vantagens, como sua grande capacidade de geração de emprego e renda. Desta forma, utilizando o sistema de irrigação adequado e manejando a cultura seguindo os preceitos técnicos a floricultura é uma alternativa na região, que apresentam áreas com micro-climas favoráveis à implementação deste segmento. São poucas ou inexistentes informações sobre o manejo adequado para as flores tropicais, a maioria das recomendações é baseada em experiências de produtores, sem base científica adequada, gerando produtos de baixa qualidade e sem padronização, dificultando o acesso do produto ao mercado consumidor. O sucesso ou insucesso da irrigação vai depender do sistema de irrigação adequada à cultura, seja ele por gotejamento ou por microaspersão, o que vai definir qual o melhor sistema e adaptação da cultura e relação custo benefício. Diante do exposto, faz-se necessário o estudo para se avaliar o sistema de irrigação que seja mais eficiente à cultura do antúrio nas condições do litoral do Estado do Ceará.

## **MATERIAL E MÉTODOS:**

A realização desse trabalho foi na Estação Experimental da EMBRAPA Agroindústria Tropical, em Paraipaba, Ceará, onde foram utilizados dois ambientes protegidos, com tela de 80% de sombreamento e formato retangular. A área de cada telado foi dividida em canteiros.



Foram testadas as densidades de plantio de 82.353, 44.118 e 26.667 plantas.ha<sup>-1</sup>. Os canteiros receberam adubação orgânica, com húmus de minhoca e uma cobertura morta. Para cada densidade de plantio, foram aplicados três níveis de adubação com quatro repetições, totalizando 36 canteiros por telado. O adubo utilizado como fonte de N foi a uréia, para o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o superfosfato simples e para o K<sub>2</sub>O o cloreto de potássio. A água usada na irrigação foi do sistema de abastecimento da EMBRAPA, Paraipaba, Ceará, foi analisada para determinação das características de qualidade e se classifica como C2S1. O sistema de irrigação por microaspersão foi instalado no telado A, composto de duas linhas de microaspersores invertidos colocados no teto, a uma altura de 1,80m do solo e espaçados de 3m, possuía vazão de 43L. h<sup>-1</sup> com uma pressão de serviço de 200KPa e no telado B, o sistema por gotejamento, construído em uma área vizinha ao telado A, composto por onze linhas laterais, com um gotejador por planta, vazão de 2L.h<sup>-1</sup>, para uma pressão de serviço de 100KPa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Observa-se a seguir, uma análise comparativa entre os sistemas de irrigação por gotejamento versus microaspersão. As análises foram feitas em termos percentuais, comparando-se as médias das variáveis analisadas que são de interesse comercial, tamanho da flor, comprimento e diâmetro da haste e produção.

Analisando-se os valores que obtiveram maior expressão entre os dois sistemas de irrigação para o tamanho da flor (Tabela 1), verifica-se que o sistema de irrigação por microaspersão foi superior em termos percentuais, quando comparado ao sistema de irrigação por gotejamento. O maior valor foi observado no sistema de irrigação por microaspersão (81,15 mm), sendo 11,24% superior que o maior valor observado (72,95 mm) no sistema de irrigação por gotejamento. O menor valor observado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 63,54 mm, e o valor de 68,85 mm foi o menor verificado no sistema de irrigação por microaspersão.

Tabela 1. Tamanho da flor (mm) de antúrio em função da densidade de plantio e do nível de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha <sup>1</sup> )	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	68,68	69,08	69,65	73,67	75,07	72,76
44.118	72,95	63,71	67,74	72,71	75,64	81,15
82.353	63,54	68,43	68,26	73,21	78,78	68,85

O diâmetro da haste de antúrio (Tabela 2) em função da densidade de plantio e do nível de adubação, usando-se dois sistemas de irrigação, não apresentou diferença expressiva entre eles. O maior diâmetro verificado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 4,83 mm, enquanto que o maior diâmetro verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 4,87mm. O menor valor observado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 4,05 mm, enquanto que o menor diâmetro verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 4,41 mm. Estes dados revelam que o diâmetro da haste da flor do antúrio não sofreu grande influência quando submetido aos sistemas de irrigação por gotejamento e por microaspersão.

O comprimento da haste de antúrio (tabela 3) em função da densidade de plantio e do nível de adubação, usando-se dois sistemas de irrigação, por microaspersão e gotejamento, não apresentou diferenças expressivas. O maior tamanho da haste no sistema de irrigação por gotejamento foi de 40,56 cm, enquanto que o maior comprimento da haste verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 41,16 cm. O menor valor observado no sistema de irrigação por gotejamento foi de 33,08 cm, enquanto que o menor valor verificado no sistema de irrigação por microaspersão foi de 35,47 cm. Ao se avaliar estes resultados verificou-se que as hastes que apresentaram os maiores diâmetros nos dois sistemas de irrigação, foram obtidos com os mesmos tratamentos que se obteve os maiores comprimentos da haste.

O sistema de irrigação por gotejamento foi superior, em termos percentuais, em relação ao sistema de irrigação por microaspersão, em todos os tratamentos, exceto com 75% da adubação recomendada e densidade de plantio de 44,118 plantas. ha<sup>-1</sup>. A menor produção de flores de antúrio observada no sistema de irrigação por gotejo foi de 2,29 flores.m<sup>-2</sup> de canteiro, enquanto que no sistema de irrigação por microaspersão a menor produção observada foi de 0,88 flores.m<sup>-2</sup> de canteiro. A maior produção de flores de antúrio com o sistema de irrigação por gotejamento, 6,15 flores.m<sup>-2</sup> de canteiro, enquanto que no sistema de irrigação por microaspersão a maior produção foi de 3,45 flores.m<sup>-2</sup> de canteiro, representando uma diferença, entre os dois sistemas de irrigação, na ordem, de 78,26%.

Tabela 2. Diâmetro da haste (mm) de antúrio em função da densidade de plantio e de nível de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha <sup>-1</sup> )	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	4,63	4,32	4,53	4,87	4,62	4,51
44.118	4,28	4,05	4,52	4,77	4,49	4,41
82.353	4,33	4,83	4,33	4,74	4,48	4,62



Tabela 3. Comprimento da haste (cm) do antúrio em função da densidade de plantio e do nível de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha <sup>-1</sup> )	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	33,18	34,62	35,44	41,16	40,28	38,79
44.118	38,28	33,08	37,28	38,43	35,47	36,77
82.353	35,47	40,56	37,70	39,08	37,61	37,28

Tabela 4. Produção de flores de antúrio (flores.m<sup>2</sup> de canteiro) em função da densidade de plantio e níveis de adubação, em dois sistemas de irrigação, Paraipaba, Ceará, 2004.

Densidade de plantio (plantas.ha <sup>-1</sup> )	Gotejamento			Microaspersão		
	Nível de adubação (%)			Nível de adubação		
	75	100	125	75	100	125
26.667	2,63	3,78	2,50	1,75	1,88	0,88
44.118	2,29	3,75	2,63	3,44	2,50	2,50
82.353	3,85	6,15	4,28	2,40	2,19	3,45

## CONCLUSÃO:

Baseado nos resultados apresentados neste trabalho pode-se concluir que: No plantio de antúrio na região litorânea do Ceará, irrigado por gotejamento, pode-se utilizar a adubação recomendada pelo IAC no espaçamento de 0,30 x 0,30 m. No sistema de irrigação por microaspersão, pode-se utilizar a adubação de 250 Kg de N.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, 187 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 187 de K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> no espaçamento 0,30 x 0,30 m. O sistema de irrigação que obteve a maior produção foi o de gotejamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATEHORTUA, L. Antúrios. Santafé de Bogotá. Ediciones Hortecnia Ltda, 46p.1999.
- COSTA, E. F. da.; VIEIRA, R. F., editores. Quimigação: Aplicação de produtos químicos via água de irrigação. Empresa de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Brasília: EMBRAPA- SPI, 1994. 315p.
- DAKER, A. Irrigação e drenagem- A água na agricultura. 7ª ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1988, 543p.
- MATSUNAGA, M. Floricultura como alternativa econômica na agricultura. Informações Econômicas, v. 25, n.11, p. 94-98, nov 1995.
- MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.deM.; editores. Irrigação (Série Engenharia Agrícola, 2). Piracicaba: FUNEP, 2003. 410p.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. 1ª ed. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres Ltda, 1991.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## MOVIMENTO DE SOLUTOS PROVENIENTES DE SOLUÇÕES SALINAS EM SOLO FRANCO-ARGILOSO

SILVA, L. V. B. D.<sup>1</sup>; SANTOS, J. S.<sup>2</sup>; LIMA, V. L. A.<sup>3</sup>; LOPES, R. M. B. P.<sup>2</sup> & RIBEIRO, S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN, Av. Aprígio Veloso, s/n, 58100-900, Campina Grande, PB, e-mail. Ledavdantas@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN,

<sup>3</sup> Professora, Doutora da UAEG/CTRNUFCG, Campina Grande, PB

**RESUMO** – Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-argiloso. Utilizaram-se colunas de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura preenchidas com solo arenoso, as quais foram saturadas com água destilada por período de 24 horas. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros. Os tratamentos constituíram-se de três soluções salinas com condutividade elétrica de 0,64; 2,15; e 3,44 dS.m<sup>-1</sup> compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e 75,0 mg.L<sup>-1</sup> de NaCl. A quantidade de solução salina percolada na coluna durante os ensaios foi correspondente a três volumes de poros tendo sido coletadas amostras a cada 0,15 volumes, perfazendo o total de 20 amostras. Analisou-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio, expresso em relação a sua concentração inicial (C/C<sub>0</sub>). Os resultados mostraram que apenas no tratamento referente à menor condutividade elétrica inicial (0,64 dS.m<sup>-1</sup>), não ocorreu a recuperação completa dos sais da solução salina, para dois volumes de poros aplicados. O solo franco-argiloso apresentou alta retenção do íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento

**Palavras-chave:** águas salinas, transporte de solutos, sódio.

## MOVEMENT OF SOLUTES FROM THE SALINE SOLUTIONS IN CLAY LOAM SOIL COLUMNS

**ABSTRACT:** This study was carried out to evaluate the movement of sodium and total salts from saline solutions in clay-loam soil columns. So, vitreous columns with 6 cm diameter and 26 cm height infilled with clay-loam soil and saturated with water distilled water for 24 hour period were used. Then, those columns were interlinked to Mariotte flasks containing distilled water, and so they were kept for a period enough to twice passages of the total pore volumes. The treatments consisted of three saline solutions with electric conductivity of 0,64; 2,15; and 3,44 dS.m<sup>-1</sup> composed by 10,7; 36,0 and 75,0 mg.L<sup>-1</sup> NaCl, respectively. The amount of the saline solution percolated in the column during assays corresponded to three pore volumes, and samples were collected at each 0,15 volumes, so composing a total of 20 samples. The electric conductivity (CE) and the sodium expressed in relation to its initial concentration (C/C<sub>0</sub>) were analyzed in the collected samples. The results showed that only in the





treatment where the less concentrated solution ( $0,64 \text{ dS.m}^{-1}$ ) was applied, the maximum CE value of the effluent did not correspond to that referring to the entry CE for those two pore volumes applied. In addition, the clay-loam soil showed high sodium ion retention.

**Keywords:** saline waters, solute transport, sodium.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, no Nordeste do Brasil, tem-se constatado problemas de salinidade do solo praticamente em todos os grandes perímetros irrigados. Normalmente a salinidade em áreas irrigadas é consequência do uso de água de qualidade não adequada, associado ao manejo impróprio do sistema solo-água-plantas (MEDEIROS et al., 1993).

Em regiões de clima árido com elevada ventilação e temperatura, a evaporação da água enriquece o solo com solutos, potencializando o perigo de salinização. Este risco se torna ainda maior, pois nestas áreas a escassez de água de boa qualidade costuma ser severa, tornando necessária a utilização de águas salinas de poços e açudes a fim de atender às necessidades hídricas dos cultivos agrícolas.

O princípio básico para se evitar a salinização de um solo é manter o equilíbrio entre a quantidade de sais que é fornecida ao solo por meio de irrigação, com a quantidade de sais que é retirada pela drenagem natural ou artificial. Uma estratégia de prevenção do processo de salinização é prever os impactos que podem ser causados pela utilização de água de baixa qualidade à partir do estudo do movimento e da interação dos solutos com o perfil do solo.

Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-argiloso.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento será conduzido no Laboratório de Irrigação e Drenagem - LEID da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Campina Grande-PB, com as seguintes coordenadas geográficas:  $7^{\circ}15'18''$  latitude sul,  $35^{\circ}52'28''$  de longitude oeste do Greenwich, com altitude média de 550 m.

Realizou-se experimento em delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos constituíram-se de três soluções salinas apresentando condutividades elétricas de 0,64; 2,15; e  $3,44 \text{ dS.m}^{-1}$  sendo compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e  $75,0 \text{ mg.L}^{-1}$  de NaCl. O solo, classificado como franco-argiloso, foi retirado à profundidade de 0 a 20 cm e, após secagem ao ar, foi destorroado e passado em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, retiraram-se

subamostras, as quais foram encaminhadas a laboratório a fim de proceder às caracterizações química e físico-hídrica (EMBRAPA, 1997).

A unidade experimental foi constituída de uma coluna de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura sendo que, na parte superior da mesma, foi deixada uma folga de 6 cm não preenchidos com solo, para proporcionar carga hidráulica de aproximadamente 4 cm de coluna de líquido, a qual permaneceu constante durante todo o experimento.

A base inferior das colunas foi vedada mediante utilização de um cilindro de lã de vidro e um cilindro de malha de náilon, ambos de diâmetro ligeiramente superior ao da coluna, tendo sido unidos a esta pelo auxílio de uma braçadeira de metal. O preenchimento das colunas foi realizado, à partir da base até a altura de 20 cm, com agregados de solo de até dois milímetros, devidamente homogeneizados, procedendo-se uma leve compactação para que a densidade do solo na coluna fosse aproximadamente igual àquela determinada pelas análises.

A fim de realizar a saturação, as colunas foram deixadas durante 24 horas dentro de recipiente com altura de lâmina de água destilada equivalente a 2/3 da coluna. Transcorrido este período, as colunas foram fixadas verticalmente em estrutura apropriada e a superfície dos agregados foi coberta com mecha de lã de vidro. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de 2 vezes o volume total de poros.

Após completa infiltração da água destilada, frascos de Mariotte contendo a solução salina foram interligados às colunas até que fosse percolado volume correspondente a três volumes de poros. O efluente foi coletado continuamente perfazendo o total de 20 amostras de 0,15 volumes de poros cada. Analisaram-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio expresso em relação à sua concentração inicial ( $C/C_0$ ).

As curvas de condutividade elétrica e concentração relativa de sódio foram obtidas por meio do software Sigma Plot, sendo que os pontos em cada curva representam o valor da condutividade elétrica (expresso em  $dS.m^{-1}$ ) e a concentração relativa de sódio (expressa pela relação entre a concentração de sódio no ponto e a concentração na solução salina inicial) em cada uma das 20 amostras coletadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1A apresenta a condutividade elétrica do efluente percolado na coluna. Verifica-se que, em todos os tratamentos, os valores de CE das primeiras amostras foi semelhante ao da água destilada utilizada para saturação inicial da coluna, porém, à partir da

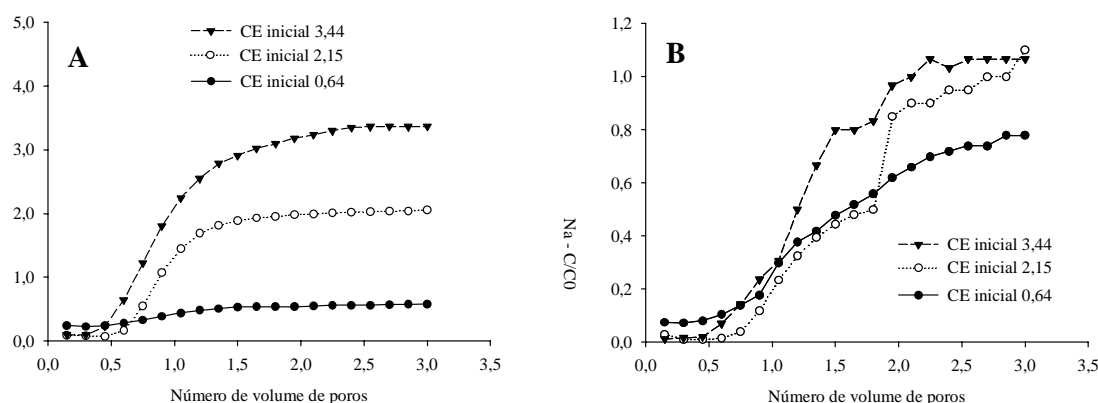


Figura 1 - Condutividade elétrica (A) e concentração relativa de Na (B) observado no efluente lixiviado, para as três concentrações salinas iniciais de acordo com o volume de poros do solo.

quarta amostra, quando a solução salina alcança a seção transversal inferior da coluna, observa-se uma tendência de aumento mais acentuado da CE da solução de entrada, porém sem alcançá-la.

Nas curvas de eluição do sódio (Figura 1B) verifica-se que, em todos os tratamentos, os valores  $C/C_0$  tendem a se estabilizar à partir da amostra correspondente a dois volumes de poros, exceto para o tratamento referente à condutividade inicial de  $0,64 \text{ dS.m}^{-1}$ , no qual não houve recuperação completa dos sais da solução salina aplicada. Isto ocorreu, provavelmente, porque a retenção dos sais se dá por período correspondente ao potencial de saturação dos sais e a partir desse ponto, inicia-se o processo de lixiviação de solutos, atingindo valores iguais ou até superiores àqueles registrados na solução salina de entrada. No entanto, quando se aplica solução salina menos concentrada, não existem íons suficientes para saturar a fração sólida do solo.

A partir da curva de eluição, pode-se também obter indicação da existência ou não de interação solo-soluto. Segundo Nielsen & Biggar (1962) quando, na curva, o valor correspondente à concentração relativa  $0,5$ , é maior que  $1,0$  volume de poros, isto é, a curva de efluente se apresenta deslocada para a direita, significando que, ao escoar através do perfil do solo, parte do soluto é adsorvida, resultando um fator de retardamento maior que a unidade e quanto maior for o fator de retardamento, maior será a interação soluto-solo. Na Figura 1B verifica-se elevada interação do solo soluto para todos os tratamentos, provavelmente devido a elevada CTC do solo, sendo que a maior interação ocorreu para as soluções com concentrações salinas mais baixas, principalmente para aquela com condutividade inicial de  $0,64 \text{ dS.m}^{-1}$ .

## CONCLUSÕES

Apenas tratamento referente à menor condutividade elétrica inicial ( $0,64 \text{ dS.m}^{-1}$ ), não ocorre a recuperação completa dos sais da solução salina.

O solo franco-argiloso apresentou alta retenção do íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento

## REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. **Manual de análises de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa/SNCS, 1997.
- MEDEIROS, J.F. de; GHEYI, H. R.; BATISTA, M. A. F. **Procedimentos de análise de solo e água para diagnóstico de salinidade**. ENA/ESAM Mossoró, 1993. 25 p.
- NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Missible displacement: III Theoretical considerations. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 26, 1962. p. 206-211.
- PREVEDELLO, C.L. **Física de solos com problemas resolvidos**. SAEFAS, Curitiba, 1996. 446 p.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E MOVIMENTO DE SÓDIO PROVENIENTE DE SOLUÇÕES SALINAS EM SOLO FRANCO-ARENOSO

SILVA, L. V. B. D.<sup>1</sup>; SANTOS, J. S.<sup>2</sup>; LIMA, V. L. A.<sup>3</sup>; LOPES, R. M. B. P.<sup>2</sup> & MEDEIROS, S. S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma. Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN, Av. Aprígio Veloso s/n, 58100-900 - Campina Grande, PB. Fone (83) 3310-1155. e-mail: ledavdantas@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Estudante de programa de pós-graduação em Irrigação e Drenagem da UFCG, CTRN, Campina Grande, PB.

<sup>3</sup> Professora adjunto da UFCG, CTRN, Campina Grande, PB.

**RESUMO** – Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-arenoso. Utilizaram-se colunas de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura preenchidas com solo fraco-arenoso, as quais foram saturadas com água destilada por período de 24 horas. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros. Os tratamentos constituíram-se de três soluções salinas com condutividade elétrica de 0,64; 2,00; e 3,78 dS.m<sup>-1</sup> compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e 75,0 mg.L<sup>-1</sup> de NaCl. A quantidade de solução salina percolada na coluna durante os ensaios foi correspondente a três volumes de poros tendo sido coletadas amostras a cada 0,15 volumes, perfazendo o total de 20 amostras. Analisou-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio, expresso em relação a sua concentração inicial (C/C<sub>0</sub>). Os resultados mostraram que o íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento foi pouco retido pela fase sólida do solo.

**Palavras-chave:** águas salinas, transporte de solutos.

## ELECTRIC CONDUCTIVITY AND MOVEMENT OF SODIUM FROM SALINE WATERS IN AN SANDY-LOAM SOIL

**ABSTRACT:** This study was carried out to evaluate the movement of sodium and total salts from saline solutions in sandy-loam soil columns. So, vitreous columns with 6 cm diameter and 26 cm height infilled with sandy-loam soil and saturated with water distilled water for 24 hour period were used. Then, those columns were interlinked to Mariotte flasks containing distilled water, and so they were kept for a period enough to twice passages of the total pore volumes. The treatments consisted of three saline solutions with electric conductivity of 0,64; 2,00; and 3,78 dS.m<sup>-1</sup> composed by 10,7; 36,0 and 75,0 mg.L<sup>-1</sup> NaCl, respectively. The amount of the saline solution percolated in the column during assays corresponded to three pore volumes, and samples were collected at each 0,15 volumes, so composing a total of 20 samples. The electric conductivity (CE) and the sodium expressed in relation to its initial

concentration (C/C<sub>0</sub>) were analyzed in the collected samples. The results showed that the sodium ion was little retained in the soil solid phase.

**Keywords:** saline waters, soil ion mobility.

## INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada, em muitas situações, é a única maneira de se garantir a produção de alimentos, em bases sustentáveis e com segurança, mesmo em períodos de escassez de chuvas. Ademais, apesar de representar apenas cerca de 18% das terras cultivadas, as áreas irrigadas respondem por mais de 40% da produção mundial de alimentos. Fato este que torna o uso da irrigação imperativo no mundo inteiro. No entanto, nem todas as regiões produtoras dispõem de água em qualidade e quantidade necessárias para satisfazer a necessidade hídrica das culturas. Na Região Nordeste, onde a escassez deste recurso é mais crítica, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente elevados de sais, sendo freqüentemente encontrados valores da ordem de 0,2 a 5,0 dS.m<sup>-1</sup> (AUDRY & SUASSUNA, 1995).

O emprego desta água de baixa qualidade tem provocado salinização e sodificação do solo em enormes extensões de cultivo irrigado. O aumento de sais solúveis em um solo eleva o seu potencial osmótico fazendo com que as plantas apresentem maior dificuldade de absorção água e nutrientes. Aliado a isto, a elevada proporção relativa de sódio em relação a outros cátions compromete a capacidade de infiltração do solo pela dispersão das argilas, provocando o escoamento superficial e a redução na produção da maioria das culturas agrícolas.

Neste sentido, a importância do estudo do transporte de solutos no solo reside no fato de que, a partir do conhecimento das propriedades e das interações dos íons com o meio e de sua movimentação e persistência no solo, é possível se prever os riscos de contaminação e os impactos que ela pode causar ao meio ambiente.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar o movimento de sódio e de sais totais provenientes de soluções salinas em colunas de solo franco-arenoso.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento será conduzido no Laboratório de Irrigação e Drenagem - LEID da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Campina Grande-PB, com as seguintes coordenadas geográficas: 7°15'18'' latitude sul, 35°52'28'' de longitude oeste do Greenwich, com altitude média de 550 m.



Realizou-se experimento em delineamento inteiramente casualizado, cujos tratamentos constituíram-se de três soluções salinas. As soluções utilizadas possuíam condutividade elétrica de 0,64; 2,00; e 3,78 dS.m<sup>-1</sup> sendo compostas, respectivamente, por 10,7; 36,0 e 75,0 mg.L<sup>-1</sup> de NaCl. O solo, classificado como franco-arenoso, foi retirado à profundidade de 0 a 20 cm e, após secagem ao ar, foi destorroado e passado em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, retiraram-se subamostras, as quais foram encaminhadas a laboratório a fim de proceder às caracterizações química e físico-hídrica (EMBRAPA, 1997).

A unidade experimental foi constituída de uma coluna de vidro de 6 cm de diâmetro e 26 cm de altura sendo que, na parte superior da mesma, foi deixada uma folga de 6 cm não preenchidos com solo, para proporcionar carga hidráulica de aproximadamente 4 cm de coluna de líquido, a qual permaneceu constante durante todo o experimento.

A base inferior das colunas foi vedada mediante utilização de um cilindro de lã de vidro e um cilindro de malha de náilon, ambos de diâmetro ligeiramente superior ao da coluna, tendo sido unidos a esta pelo auxílio de uma braçadeira de metal. O preenchimento das colunas foi realizado, à partir da base até a altura de 20 cm, com agregados de solo de até dois milímetros, devidamente homogeneizados, procedendo-se uma leve compactação para que a densidade do solo na coluna fosse aproximadamente igual àquela determinada pelas análises.

A fim de realizar a saturação, as colunas foram deixadas durante 24 horas dentro de recipiente com altura de lâmina de água destilada equivalente a 2/3 da coluna. Transcorrido este período, as colunas foram fixadas verticalmente em estrutura apropriada e a superfície dos agregados foi coberta com mecha de lã de vidro. A seguir, as colunas foram interligadas a frascos de Mariotte contendo água destilada, por período suficiente para passagem de duas vezes o volume total de poros.

Após completa infiltração da água destilada, frascos de Mariotte contendo a solução salina foram interligados às colunas até que fosse percolado volume correspondente a três volumes de poros. O efluente foi coletado continuamente perfazendo o total de 20 amostras de 0,15 volumes de poros cada. Analisaram-se, nas amostras coletadas, a condutividade elétrica (CE) e o sódio expresso em relação a sua concentração inicial (C/C<sub>0</sub>).

As curvas de condutividade elétrica e concentração relativa de sódio foram obtidas por meio do software Sigma Plot, sendo que os pontos em cada curva representam o valor da condutividade elétrica (expresso em dS.m<sup>-1</sup>) e a concentração relativa de sódio (expressa pela relação entre a concentração de sódio no ponto e a concentração na solução salina inicial) em cada uma das 20 amostras coletadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1A apresenta a curva de variação da condutividade elétrica do efluente percolado na coluna. Verifica-se que até a terceira coleta a CE do efluente apresenta valores semelhantes ao da água destilada utilizada para saturação da coluna. Em seguida, a solução salina, ao atingir a seção transversal inferior da coluna, causa uma elevação nos valores de CE até o ponto em que estes se igualam à condutividade da solução de entrada e se mantêm constantes por um determinado período, quando então se observa uma suave elevação na CE. Isto ocorre, provavelmente, porque a retenção dos sais se dá por período correspondente ao potencial de saturação dos sais e a partir desse ponto, inicia-se o processo de lixiviação de solutos, atingindo valores iguais ou até superiores àqueles registrados na solução salina de entrada.

Observa-se que, em todos os tratamentos, o ponto de equilíbrio entre a CE da solução de entrada e do efluente coletado é atingido, em média, quando foi percolado um volume de 1,95 volume de poros, o que indica uma provável saturação das bases presentes na solução do solo neste ponto.

A Figura 1B apresenta a curva de eluição de sódio do líquido percolado. Verifica-se que, para todos os tratamentos, quando a concentração relativa de sódio é 0,5 o valor correspondente de número de poros aproxima-se de 1,0. Segundo Nielsen e Biggar (1962), este comportamento indica baixa interação do íon presente no soluto percolado com a fase sólida do solo. Isto ocorre, provavelmente, devido à baixa CTC do solo franco-arenoso que, aliada à sua elevada permeabilidade acarreta em baixa retenção de sais nestes solos.

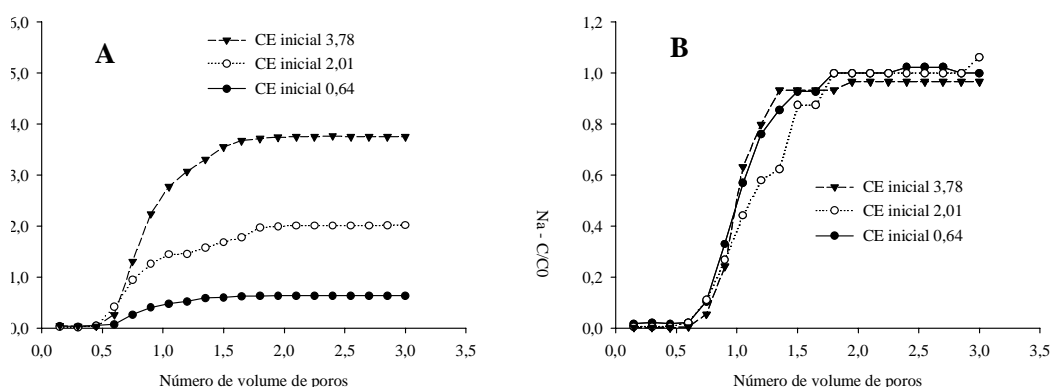


Figura 1 - Condutividade elétrica (A) e concentração relativa de Na (B) observado no efluente lixiviado, para as três concentrações salinas iniciais de acordo com o volume de poros do solo.





## CONCLUSÕES

O íon sódio presente nas soluções salinas aplicadas durante o experimento foi pouco retido pela fase sólida do solo franco-arenoso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão do Nordeste:** caracterização, variação sazonal, limitação do uso. ORSTOM/FUNDAJ, Recife, 1995. 128 p.
- EMBRAPA. **Manual de análises de solo.** Rio de Janeiro: Embrapa/SNCS, 1997.
- NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Missible displacement: III Theoretical considerations. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 26, 1962. p. 206-211.
- PREVEDELLO, C.L. **Física de solos com problemas resolvidos.** SAEFAS, Curitiba, 1996. 446 p.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação

&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS E FREQUENCIA DE IRRIGAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS DE PÓS- COLHEITA DO MELÃO

VALNIR JÚNIOR, M<sup>1</sup>.; LIMA, V. L. A. DE<sup>2</sup>, GOMES FILHO, R. R.<sup>1</sup>; SOARES, F. A. L.<sup>1</sup>;  
OLIVEIRA, J. E. DE<sup>3</sup> & SANTOS NETO, A. M. DOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Professor Doutor da FATEC, Sobral, Av. Dr. Gurany, email: valnir@centec.org.br

<sup>2</sup>Professora Doutora da UAEA/CTRN/UFCG

<sup>3</sup>Tecnologo em Recursos hídricos e Irrigação

**RESUMO:** O experimento foi desenvolvido em uma área particular no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú, utilizando-se sementes de melão, var. inodorus, cv. F1 10/00 do tipo “amarelo”, irrigadas com diferentes lâminas de irrigação e frequência de aplicação d’água. As sementes foram plantadas em fileiras equidistantes em 2 m colocando-se duas sementes por emissor distanciadas entre si de aproximadamente 12 cm, totalizando 24 plantas por fileira. As plantas foram irrigadas com um sistema localizado tipo gotejamento, com emissores de vazão de 2,3 L h<sup>-1</sup>, espaçados de 0,5 m, resultando em um emissor para cada duas plantas. A quantidade de água aplicada foi determinada mediante a necessidade de reposição das perdas decorrentes da evapotranspiração da cultura (ETc). Avaliou-se a vida útil pós-colheita dos frutos de melão nas características de pós-colheita peso, °brix e firmeza da polpa (textura). De posse dos resultados verificou-se que os diferentes volumes d’água fornecidos no ciclo influenciaram as características de pós-colheita peso, brix e textura dos frutos. O peso inicial dos frutos fez diferença nas características de pós-colheita peso, brix e textura, sendo as variações para mais tanto maior quanto maior fosse o peso inicial, exceto para a variável textura do fruto.

**Palavras-chaves:** *Cucumis melo*, evapotranspiração, produção, meloeiro, crescimento.

## EFFECT OF DIFFERENT SHEETS AND FREQUENCY OF IRRIGATION IN THE CHARACTERISTICS OF POWDER- CROP OF THE MELON

**ABSTRACT:** The experiment was developed in a private area in the District of Irrigation of the Baixo Acaraú, utilizing itself seeds of cantaloup, var. inodorus, cv. F1 10/00 of the kind "yellow", irrigated with different sheets of irrigation and frequency of application of water. The seeds were planted in equidistant rows in 2 m putting itself two seeds by distant transmitter among themselves of approximately 12 cm, totalling up 24 plants by row. The plants were irrigated with a system located kind drip irrigation, with transmitters of outflow of 2,3 L h<sup>-1</sup>, spaced out of 0,5 m, resulting in a transmitter for each two plants. The quantity of water applied was determined by means of the need of replacement of the resulting losses



of the evapotranspiration of the culture (ET<sub>c</sub>). It evaluated itself the helpful life after the harvest of the fruits of cantaloup in the characteristics after the weight harvest, °brix and firmness of the pulp (texture). From possession of the results verified itself that the different volumes of water supplied in the cycle influenced the characteristics after the weight harvest, brix and texture of the fruits. The initial weight of the fruits did difference in the characteristics of weight harvest, brix and texture, being the variations for more so much bigger as much as bigger was the initial weight, except for the variable texture of the fruit.

**Keywords:** Cucumis melon, evapotranspiration, production, growth.

## INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa lugar de destaque no ranking dos países exportadores de melão, tendo a Europa como principal destino dos frutos comercializados. Dentre os estados maiores produtores desta olerícola ressaltam-se o Rio Grande do Norte e o Ceará, constituindo para estes o produto agrícola de maior expressão na pauta de exportação. No entanto, a globalização dos mercados importa aos produtores critérios de seleção, classificação e vida pós-colheita do melão que os condicionam e realizar práticas e agregar novas tecnologias com intuito de melhorar a qualidade dos frutos colhidos, e o máximo de conservação de suas propriedades químicas e físicas após. Dos vários fatores que afetam a qualidade do melão, merece especial atenção o manejo da água fornecida, ocasionando quando déficit ou excesso mudanças significativas nas características fenológicas da planta e conseqüentemente na vida útil pós-colheita dos frutos. Esse estudo avaliou o efeito de diferentes lâminas d'água e frequência de irrigação nas características de pós-colheita peso, teor de sólidos solúveis (brix) e textura dos frutos do meloeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de setembro a novembro de 2004, em área particular no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú e situado no Norte do Ceará, a 03°05'20" de latitude Sul e 40°03'37" de longitude Oeste a 56,08 m de altitude.

Tendo clima do tipo Aw Tropical Chuvoso, precipitação média de 900 mm, temperatura média de 28,1 °C, umidade relativa de 70%. O solo Areias Quartizosas, textura leve, muito permeáveis, bem drenados e profundos (DNOCS, 2004).

Utilizaram-se sementes de melão (*Cucumis melo* L), var. *inodorus*, cv. F1 10/00 do tipo "amarelo", sendo à época a mais cultivada e exportada pelos produtores locais.

O delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso com vinte tratamentos e três repetições em esquema fatorial 5x4. Os tratamentos foram compostos a partir da combinação de cinco lâminas de irrigação 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 e 1,4 da Evapotranspiração da Cultura nos sistemas localizados (ET<sub>CL</sub>) respectivos a L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub> e quatro frequências de aplicação d'água, F<sub>1</sub>

(Lâmina de irrigação total parcelada em três vezes ao dia; F<sub>2</sub> (em duas vezes ao dia); F<sub>3</sub> (de uma única vez ao dia); e, F<sub>4</sub> (de uma única vez em dias alternados).

As parcelas experimentais eram de 60 m<sup>2</sup> (10 x 6 m), com cinco fileiras de plantas espaçadas em 2 m e 0,25 m entre estas, somando 24 plantas por fileira e 20.000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para as análises de vida útil pós-colheita foram utilizadas somente as plantas da fileira central.

Ao término da primeira colheita, foram amostrados dois frutos, por parcela, um para análise no dia da colheita e o outro 30 dias depois (vida útil pós-colheita). Fez-se análises dos teores de sólidos solúveis totais (°Brix), firmeza da polpa e perda de peso, nos laboratórios da FATEC Sobral. Na seleção dos frutos teve-se cuidados em não escolher os portadores de imperfeições facilmente detectáveis.

#### **a) Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)**

Os testes de sólidos solúveis totais foram feitos com os frutos completamente maduros, onde foi retirada uma fatia longitudinal de aproximadamente 3 cm de espessura, sem casca e sem sementes, sendo parte desta colocada em um liquidificador para homogeneizar a amostra e em seguida determinou-se o °Brix, utilizando um refratômetro digital, com correção automática de temperatura.

#### **b) Firmeza da polpa**

A firmeza da polpa (textura), foi determinada com auxílio de um penetrômetro manual com pluger de 8 mm de diâmetro, a partir de frutos previamente seccionados longitudinalmente em quatro partes (fatias) equidistantes, sendo a medida feita na posição mediana da face lateral de, pelo menos, duas fatias. As leituras em libras (lb) foram convertidas em Newton (N), multiplicando o valor encontrado pelo fator 4,45 (Filgueiras et al., 2000).

#### **c) Perda de peso do fruto**

Os frutos selecionados foram analisados após permanência em prateleira sob temperatura ambiente, a uma temperatura em torno de 28 °C, e umidade relativa do ar variando de 70 a 80% nos 30 dias de armazenamento. A análise de perda de peso foi mediante ao cálculo da diferença do peso inicial do fruto, momento em que iniciaram a contagem do tempo e aquele obtido 30 dias depois (Costa, 1999).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após 30 dias de armazenamento a perda de peso dos frutos das plantas irrigadas com a lâmina de 372,38 mm foi 120,60% maior que os das plantas irrigadas com uma lâmina de 159,41 mm (Figura 1A). A perda de peso dos frutos ao longo dos 30 dias de armazenamento

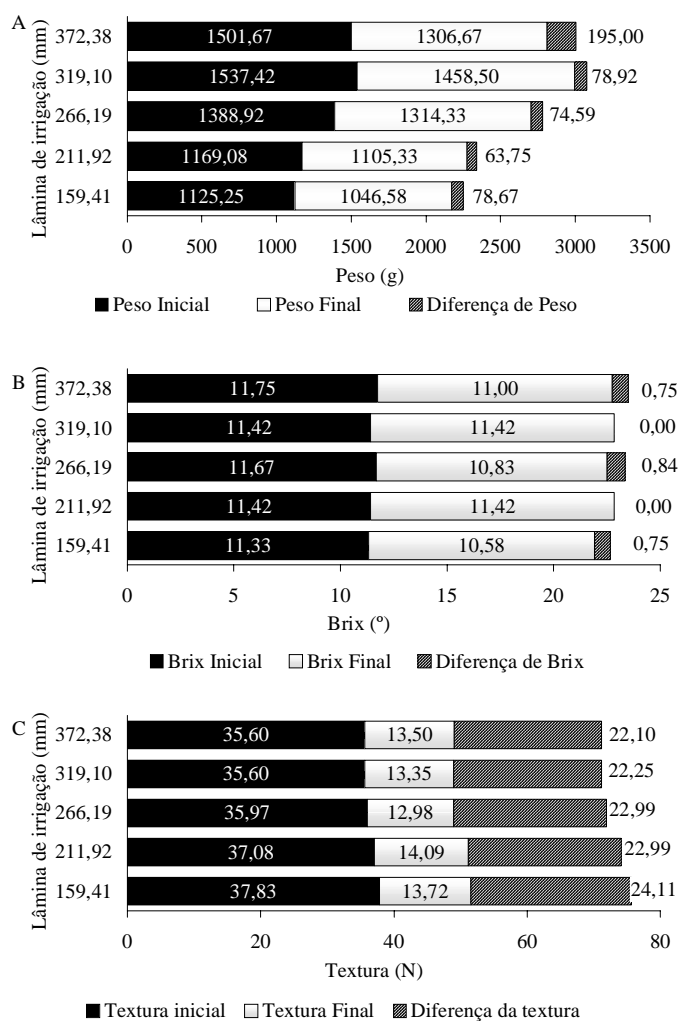


Figura 1. Perda de peso (A) ° brix (B) e textura (C) do meloeiro var. *inodoro* do tipo “amarelo” cultivar híbrida F1 10/00 em função das lâminas e freqüência de irrigação.

variava para mais à medida que, se aumentava às quantidades totais d’água fornecidas às parcelas no ciclo passando de 6,99% (78,75 g) na menor lâmina (159,41 mm) a 53,08% (195,00 g) para a maior lâmina estudada (372,38 mm), Figura 1A. Por terem recebido um volume d’água maior no período, os frutos nesta última lâmina eram bem maiores, essa subtração de peso pode ser atribuída, à perda de umidade e de material de reserva, através da transpiração e respiração do fruto, sendo estes os principais limitantes da vida útil pós-colheita de melões, e sofrem influência de inúmeros fatores como cultivar, tratamentos pós-colheita, das condições e duração do armazenamento entre outros (Mayberry & Hartz, 1992; Menezes, 1996).

Verificou-se ocorrência de variação no ° brix entre as lâminas de irrigação (Figura 1B). Sendo possível admitir que na análise pós-colheita da variável peso dos frutos, o peso inicial dos frutos influenciou variações no teor de sólidos solúveis totais. Vale salientar que a perda de

umidade (evapotranspiração) aumenta o consumo de açúcares (respiração), e assim diminui a qualidade do fruto.

A firmeza de polpa (textura) decresceu durante o armazenamento, com uma média no início do armazenamento (0 dia) de 36,41 N e ao final (30 dias) de 13,49 N (Figura 1C), verificando-se uma perda de firmeza de 63,54, 62,50, 59,78, 59,00 e 63,73% para as lâminas de 159,41, 211,92, 266,19, 319,10 e 372,38 mm, respectivamente, durante o tempo transcorrido. Nota-se que a maior lâmina obteve a maior perda de firmeza da polpa, o que pode estar relacionado com o aumento da atividade de hidrolases tais como a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) durante o armazenamento do fruto, comprovando que a perda de peso é a causa principal de deterioração no armazenamento, resultando não apenas em uma perda quantitativa, o que ocasiona sérios prejuízos econômicos, pois normalmente os frutos são vendidos por unidade de massa, mas também em uma perda qualitativa pelo enrugamento e amolecimento, destes.

## CONCLUSÕES

Os diferentes volumes d'água fornecidos no ciclo influenciaram as características de pós-colheita peso, brix e textura dos frutos.

O peso inicial dos frutos fez diferença nas características de pós-colheita peso, brix e textura, sendo as variações para mais tanto maior quanto maior fosse o peso inicial, exceto para a variável textura do fruto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Perímetro de Irrigação Baixo Acaraú**. Disponível em: <[http://www.dnocs.gov.br/ppi/ce/baixo\\_acarau.html](http://www.dnocs.gov.br/ppi/ce/baixo_acarau.html)>. Acessado em 25/05/2004. 2004.
- FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; ALVES, R. E.; COSTA, F. V. da; PEREIRA, L. S. E.; GOMES JÚNIOR, J. Melão: Pós-Colheita. **Série FRUTAS DO BRASIL**, 10. EMBRAPA. p.23-41. 2000.
- COSTA, M. da C. **Efeitos de diferentes lâminas de água com níveis de salinidade na cultura do meloeiro**. Botucatu: UNESP, 1999. 115p. (Teses de Doutorado).
- MAYBERRY, K.S.; HARTZ, T.K. Extension of muskmelon storage life through the use of hot water treatment and polyethylene wraps. **Hortscience**, v. 27, n. 4, p. 324-326, 1992.
- MENEZES, J.B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo “Galia” durante a maturação e o armazenamento**. Lavras, 1996. 87p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras.



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## QUALIDADE DAS ÁGUAS DE DIFERENTES RESERVATÓRIOS DO MUNICÍPIO DE CAJAZEIRAS

MESQUITA, K. A.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, M. S. F. DE<sup>1</sup>;  
TEIXEIRA, E. M.<sup>1</sup> & NEVES, R. M. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alunas do curso de Recursos Hídricos e Irrigação da FATEC de Sobral

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico das águas de diferentes locais utilizadas na irrigação no município de Cajazeiras, PB. Durante um período de 11 meses de pesquisa foram colhidas amostras de água em 13 poços, sendo estes poços tubulares e amazons. Os resultados mostraram que para irrigação, não existe água de excelente qualidade, pois quando uma fonte exibiu baixo risco de salinidade, apresentava simultaneamente, alto risco de sodificação.

**Palavras chave:** águas superficial, salinidade, sodicidade.

## QUALITY OF THE WATERS OF DIFFERENT RESERVOIRS OF THE MUNICIPAL DISTRICT OF CAJAZEIRAS

**ABSTRACT:** The present work had as objective accomplishes an I diagnose of the waters of different places used in the irrigation in the municipal district of Cajazeiras, PB. During a period of 11 months of research they were picked samples of water in 13 wells, being these tubular wells and amazon. The results showed that for irrigation, water of excellent quality doesn't exist, because when a source exhibited low salinity risk, it presented simultaneously, high sodifid risk.

**Keywords:** cotton, irrigation depht, salinity

## INTRODUÇÃO

Em decorrência de ser uma região que apresenta escassez na precipitação pluviométrica e alta taxa de evaporação, o município de Cajazeira tem uma demanda reduzida de fontes de água para fins de consumo humano e irrigação, essa situação, junto com a falta de conservação

ambiental, acelera a poluição e contaminação das águas superficiais e subterrâneas e dificultam a preservação das fontes de água existente na região, em particular aquelas presentes em pequenas comunidades.

Toda água superficial ou subterrânea contém certo teor de sais em solução (Rhoades et al., 2000), mas em região semi-áridas essa concentração é, em geral maior, por causa dos períodos secos, que favorecem a evaporação da água e em consequência, se concentram os sais nas águas remanescentes dos reservatórios, causando aumento de sais e consequentemente aumenta os problemas do solo e das culturas, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis.

Neste sentido, objetivou-se, com o presente trabalho, caracterizar e avaliar a qualidade das águas de diferentes tipos de poços do município de Cajazeiras para irrigação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As coletas das amostras de água foram realizadas no período de agosto de 2004 a abril de 2004. Foram utilizados recipientes plásticos limpos e no momento da coleta usou-se um pouco da água da fonte para uma ligeira lavagem e definitiva coleta de água. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, PB, onde foram submetidas a análise química e de salinidade seguindo recomendação da Embrapa (1997).

Foi avaliada a condutividade elétrica em  $\text{dS m}^{-1}$  dos poços onde se utilizou a classificação sugerida pela University of Califórnia Committee of Consultants-UCCC para classificar o tipo de água e o seu risco para a irrigação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Figura encontra-se a variação média da condutividade elétrica da água (CEa) para todos os locais de amostragem durante o período de coleta. Verificam-se que os poços amazonas da localidade 1 e 2 (PA1 e PA2) e os poços tubulares apresenta um forte crescimento na concentração de sais, que pode ser explicado pela fonte se encontra numa área de irrigação que utiliza a fonte concentração de sais elevada promovendo por consequência através da drenagem natural, elevação da concentração de sais e conjuntamente com uma taxa elevada de evapotranspiração promovem uma maior concentração de sais.



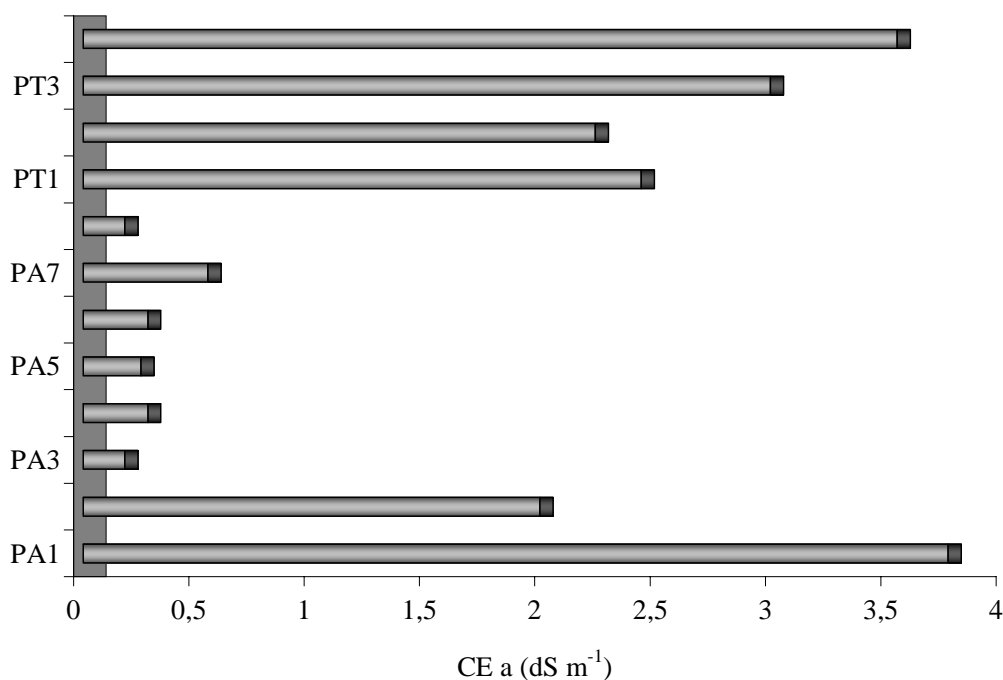


Figura 1. Variação da condutividade elétrica dos diferentes pontos de amostragens.

Observa-se, nas águas dos poços amazonas do riacho PA1 e PA2 acréscimos nos teores de sais dissolvidos, constituindo-se em restrição severa, principalmente para o poço PA1 que no decorrer do ano, indicou a menor CE obtida, de 1,80 dS m<sup>-1</sup>..

Baseado na classificação UCCC, 1974 nos poços PT1 e PT2, que se classificam de ligeira a moderada restrição, até mesmo nos meses subsequentes ao período chuvoso.

Como a variação na composição e qualidade das águas destinadas à irrigação depende da zona climática, fonte de água, época do ano e do manejo adotado na irrigação, as águas dos poços PA2, PA3, PA4, PA5, PA6, PA7 e PA8 podem ser utilizadas sem causar prejuízos ao meio ambiente, uma vez que apresentaram, valores máximos de 0,84 dS m<sup>-1</sup> e mínimo de 0,12 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

- 1 Verificam-se acréscimos da CE no período de agosto a dezembro, com exceção das fonte PR22. A lâmina de 680,82 mm ocasionou maior decréscimo na eficiência do uso da água.
2. O poço do riacho (PR1), nos meses de setembro a dezembro, apresentou a maior CE, com alto grau de restrição, em que a CE deste poço foi superior a 20 dS m<sup>-1</sup>.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS**

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água da agricultura. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

RHOADES, J.; KANDIAN, A.; MASHALI, A. M.(trad) Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. 2000. 117p. (Estudos FAO Irrigação e drenagem, 48).

UNIVERSITY OF CALIFORNIA COMMITTEE OF CONSULTANTS. Guidelines for interpretation of water quality for agriculture. Davis, University of California, 1974. 13p



I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE ÁGUA NO ACÚMULO, EXPORTAÇÃO E RESTITUIÇÃO DE NUTRIENTES EM BANANEIRAS PRATA ANÃ E GRAND NAINÉ

ALVES, A. N.<sup>1</sup>; SOARES, F. A. L.<sup>2</sup>; TERCEIRO NETO, C. P. C.<sup>3</sup>;  
GHEYI, H. R.<sup>4</sup>; OLIVEIRA, F. H. T. DE<sup>5</sup> & CARNEIRO, P. T.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG.

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia Centec – Sobral. Av. Dr. Guarany, 317 CEP: 62040-730, Sobral, CE.

<sup>3</sup> Doutorado em Irrigação e Drenagem, DER/ESALQ, CEP 13418-050, Piracicaba, SP.

<sup>4</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UAEA/UFCG), Cx. Postal 10078, CEP 58109-970, Campina Grande-PB. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br; Autor para correspondência.

<sup>5</sup> Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Campus Universitário, CEP 58397-000 Areia, PB.

**RESUMO:** O conhecimento do conteúdo de nutrientes nas plantas, principalmente na parte colhida, é importante para se avaliar a qualidade do produto e a remoção de nutrientes da área de cultivo, necessário para a formulação de recomendações de adubação. Realizou-se este trabalho com o objetivo de se avaliar os nutrientes exportados (engão + frutos) e os restituídos (rizoma + pseudocaule + folhas) ao solo no bananal irrigado com águas de diferentes salinidade, no primeiro ciclo de produção. A pesquisa foi realizada no período de junho de 2004 a maio de 2005, no município de Limoeiro do Norte, onde foram plantados dois blocos de amostragens com as cultivares Grand Naine e Prata Anã. A partir dos 30 dias após transplantio e a cada 45 dias foram amostradas todas as plantas de quatro touceiras, escolhidas ao acaso, as quais foram separadas em suas diversas partes para serem, depois, submetidas à análise após a secagem. O acúmulo de nutrientes, ao longo do tempo, seguiu comportamento semelhante ao acúmulo de matéria seca na planta, em ambas as cultivares. A exportação de nutrientes pelo cacho das duas cultivares foram em ordem  $K > N > P$  e para a cultivar Grand Naine a sequência foi  $K > N > P$ . Independente da cultivar, a ordem decrescente da quantidade de nutrientes restituídos ao solo, após a colheita, foi  $K > N > P$ .

**Palavras-chave:** *Musa* sp, absorção de nutrientes, matéria seca, macronutrientes.

## INFLUENCES OF THE QUALITY OF WATER IN THE ACCUMULATION, EXPORT AND RESTITUTION OF NUTRIENTS IN PRATA ANÃ AND GRAND NAINÉ BANANAS

**ABSTRACT:** The knowledge about the content of nutrients in the plants, mainly of the harvested part is important to assess the product quality and the removal of the nutrients from the cultivated area, necessary for the formulation of fertilizer recommendations. This research was carried out to evaluate the

nutrients exported (rachis of the inflorescence + fruits), and restituted (rhizome + pseudocaule + leaves) to the soil, in a banana plantation. The study was conducted in the municipality of Limoeiro do Norte, CE, where two blocks of samplings were planted with Grand Naine and Prata Anã cultivars. Starting from the 30 days after transplant (DAT) and every 45 days thereafter, plant samples were collected, harvesting all the plants of four clump, chosen at random in full competition. The content of nutrients in different parts of the plants were determined after drying. The sequence of nutrients exported by the bunch in case of Prata Anã was  $K > N > P$  while in Grand Naine cultivar the sequence was of  $K > N > P$ . Independent of cultivar, the order of the amount of nutrients returned to the soil after the crop removed was  $K > N > P$ .

**Key-word:** *Musa* sp. absorption of nutrients, dry matter, macronutrientes.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a produtividade da bananeira é considerada baixa, ocasionada, quase sempre, por equívocos do produtor que, muitas vezes, só se preocupa em adubar para suprir as necessidades nutricionais da planta-mãe, tornando insuficiente o suprimento de nutrientes durante todo o ciclo de produção da planta (Borges et al., 1999); além do mais, as doses de nutrientes normalmente recomendadas para a cultura da banana (Souza et al., 1999; Borges et al., 2002) não têm bases sólidas em estudos de crescimento e absorção de nutrientes.

Nesse sentido, o estudo da marcha de crescimento e de absorção de nutrientes possibilita o conhecimento da demanda nutricional pela planta, em cada estágio de desenvolvimento da cultura; a disponibilidade de nutrientes no solo deve atender às exigências da planta. Lahav & Turner (1983) já enfatizavam que a distribuição proporcional de um nutriente em diferentes partes da planta depende da quantidade total presente, associada à taxa de liberação e à disponibilidade no solo. Vitti & Ruggiero (1984) ressaltam que, além do conhecimento do conteúdo total de nutrientes absorvidos pela bananeira, é oportuno conhecer a percentagem desse total exportado com a colheita, visando à sua reposição via fertilização e devolução dos restos vegetais ao solo.

Deste modo, os nutrientes contidos no material vegetal depositado no solo são imprescindíveis, não apenas pelas quantidades nele existentes, mas, também pelo fato de se tratar de uma fonte de nutrientes bastante importante para o bananal remanescente no campo, sendo sua adubação totalmente diferenciada da anterior.

As poucas informações sobre a quantidade de macronutrientes a serem fornecidos à cultura da banana, aliado à escassez de informações relativas às exigências nutricionais da planta, reforçam a importância deste estudo. Objetivou-se avaliar a quantidade de nutrientes (N, P e K) acumulada em várias fases de desenvolvimento das plantas e a restituída ao solo na forma de resíduos, por ocasião da colheita, bem como a exportada pelos cachos durante o primeiro ciclo de produção da bananeira



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho de 2004 a maio de 2005, em uma propriedade agrícola pertencente à empresa Fazenda Frutacor Ltda, situada em uma parte do Perímetro Irrigado DIJA II (Distrito Irrigado do Jaguaribe – Apodi) na Chapada do Apodi, Município de Limoeiro do Norte, CE (5°08'45'' S, 38°05'52'' W, altitude 70 m), em um Cambissolo (Santos et al., 2006). Os resultados das análises químicas e físicas do solo (EMBRAPA, 1997) se encontram na Tabela 1.

O trabalho foi constituído de dois blocos de amostragem, um com a cv. Prata Anã e no outro a cv. Grand Naine; cada bloco tinha dimensões de 18 m de largura por 75 m de comprimento, composto de seis fileiras de trinta plantas. O bananal foi plantado em fileiras duplas com espaçamento de 4,0 m entre fileiras duplas (ruas), 2,0 m entre fileiras simples e 2,5 m entre plantas nas fileiras. No plantio, cada cova recebeu uma muda de bananeira do tipo filhote, obtida a partir de cultura de tecidos, livre de pragas e doenças; 15 dias após o transplantio (DAT), realizou-se o replantio de algumas mudas de mesma origem e idade, resultando em uma densidade de plantio de 1.333 plantas ha<sup>-1</sup>. O bananal foi conduzido com uma planta matriz e dois rebentos por cova, formando a touceira.

A partir dos 30 dias após transplantio (DAT), a cada 45 dias foram efetuadas amostragens, colhendo-se, em cada época, todas as plantas de quatro touceiras, escolhidas ao acaso, em competição completa; as plantas eram cortadas e separadas nas suas partes (rizoma, pseudocaule, limbo foliar, pecíolo, engajo e frutos) e pesadas em balança digital; em seguida, foram retiradas sub-amostras de cada parte e acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados para secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65 °C, até peso constante, para obtenção da matéria seca, segundo metodologia descrita em Martin-Prevel et al. (1968) e Twyford & Walmsley (1974).

Foram determinados, em cada órgão da planta, os teores de nutrientes (N, P e K), conforme metodologia recomendada por Silva (1999). A partir dos teores desses nutrientes e da matéria seca de cada órgão da planta, estabeleceu-se o conteúdo de nutrientes nos diversos órgãos da bananeira, avaliando-se, no seu conjunto, o estado nutricional da planta inteira e a quantidade de nutrientes restituídos ao solo por meio da devolução dos resíduos vegetais ao solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bananeira acumulou MS de forma crescente, porém, em ambas as cultivares, a partir dos 255 DAT o crescimento da MS se estabilizou até a colheita. Nota-se, na Tabela 1, que a cv. Prata Anã

Tabela 1. Acúmulo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de matéria seca (MS), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) na época da primeira colheita (planta-mãe) das cultivares Prata Anã e Grand Naine

Parte da planta	PRATA ANÃ <sup>#</sup>				GRAND NAINE <sup>#</sup>			
	MS	N	P	K	MS	N	P	K
<b>Exportada</b>	2476	22,6	3,2	63,2	4276	40,4	7,9	154,3
<b>Fruto</b>	2288	20,4	2,8	49,9	4109	38,8	7,2	136,1
<b>Engaço</b>	188	2,2	0,4	13,3	167	1,6	0,7	18,2
<b>Restituída</b>	5822	38,6	8,3	270,0	4049	41,1	13,6	203,6
<b>Folha</b>	1790	17,4	2,2	71,6	1380	18,5	7,1	45,4
<b>Pseudocaule</b>	2763	16,2	4,9	158,1	1689	14,6	5,1	117,2
<b>Rizoma</b>	1269	5,0	1,2	40,3	980	8,0	1,4	41,0
<b>Total</b>	8298	61,1	11,5	333,2	8325	81,5	21,5	357,9

<sup>#</sup>A produtividade obtida da cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente, foi de 12,99 e 28,72 t  $\text{ha}^{-1}$ .

restituiu ao campo, na época de colheita, 70,2% e a ‘Grand Naine’ 48,6% da MS total, uma evidência de que na cv. Grand Naine, a maior parte dos produtos fotoassimilados é translocada para o fruto. A quantidade de nitrogênio exportada pela colheita, de 12,99 e 28,72 t  $\text{ha}^{-1}$  de bananas da cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente, foi de 22,6 (36,9%) e 40,4 (49,6%)  $\text{kg ha}^{-1}$ , notando-se que a cv. Grand Naine acumula quase duas vezes mais N no cacho que a cv. Prata Anã. As plantas restituíram, ao campo 63,2 e 48,6% do conteúdo de N acumulado na planta-mãe da cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente. Apesar das plantas restituírem esse elemento ao solo através da matéria seca, o N contido nas várias partes da planta não está prontamente disponível para as plantas-filhas uma vez que demanda, geralmente, de algum tempo para ser transformado em compostos inorgânicos e só daí ser absorvido; desta forma, o fornecimento de N deve ser em quantidades suficientes para que a planta-filha não seja afetada por sua deficiência.

O fósforo (P) foi o nutriente de menor acúmulo pelo bananal, com o máximo de 11,5 e 21,5  $\text{kg ha}^{-1}$ , para a cv. Prata Anã e Grand Naine, respectivamente. A quantidade de P exportada pela colheita foram 3,2 e 7,9  $\text{kg ha}^{-1}$  nas cultivares Prata Anã e Grand Naine, respectivamente, uma evidência que o suprimento de P da planta-filha da cv. Prata Anã, na época de colheita, foi maior que da cv. Grand Naine. Faria (1997) encontrou valores de P, exportados através do cacho, maiores que os observados neste experimento, ou seja, cerca de 66,5% pela cv. Grand Naine e 44,4% na cv. Prata Anã, enquanto neste trabalho a exportação de P pelo cacho foi de 28,3 e 36,9% para a cv Prata Anã e Grand Naine, respectivamente.

Como os solos da região semi-árida nordestina têm alta capacidade de fixação deste elemento, tal restituição é benéfica, concordando com Moreira (1999) ao relatar que a utilização dos resíduos vegetais pode constituir importante fonte de liberação lenta de fósforo.



O potássio (K) foi o nutriente mais absorvido pelas bananeiras, com acúmulo máximo de 333,2 kg ha<sup>-1</sup> nas plantas da cv. Prata Anã e 357,9 kg ha<sup>-1</sup> nas de Grand Naine, dessas quantidades foram exportados, respectivamente, 63,2 e 154,3 kg ha<sup>-1</sup>, uma evidência de terem as plantas da cv. Prata Anã restituído ao solo 81,0% e a Grand Naine 56,9% do total absorvido desse nutriente. Como a restituição ao bananal dos resíduos provenientes dos órgãos vegetativos das plantas, após a colheita, possibilita o retorno ao solo, de quantidades significativas de K, que serão disponibilizadas lentamente a planta e considerando a elevada mobilidade no solo deste nutriente em forma inorgânica, em razão de sua alta solubilidade em água (Epstein & Bloom, 2006), essa é uma grande vantagem visto que neste caso não se têm perdas por lixiviação.

As quantidades de nutrientes totais acumuladas pelas plantas, na época de colheita, independente da cultivar, seguem a ordem: K > N > P; entretanto, as proporções foram 100:15,9:2,6 e 100:23,2:5,4, respectivamente para 'Prata Anã' e 'Grand Naine'. Em relação à exportação de nutrientes pelo cacho da cv. Prata Anã, os totais foram: K (63,2 kg ha<sup>-1</sup>) > N (22,6 kg ha<sup>-1</sup>) > P (3,2 kg ha<sup>-1</sup>); na cv. Grand Naine as quantidades foram as seguintes: K (154,3 kg ha<sup>-1</sup>) > N (40,4 kg ha<sup>-1</sup>) > P (7,9 kg ha<sup>-1</sup>). Estes resultados são evidências de que as cultivares estudadas têm exigências nutricionais e padrão de partição de nutrientes diferentes, nos diversos órgãos da bananeira; assim, as plantas devem ser adubadas de forma diferenciada, contrário à prática em uso na fazenda e na região.

## CONCLUSÕES

A restituição de restos culturais ao solo é maior com cultivo de Prata Anã que de Grand Naine. O acúmulo de N, P e K na planta ao longo do tempo segue comportamento semelhante ao acúmulo de matéria seca na planta, em ambas as cultivares. A ordem de nutrientes exportados pelo cacho das plantas das duas cultivares é: K>N>P. As bananeiras Prata Anã e Grand Naine restituem ao solo, após a colheita, os macronutrientes, na seguinte ordem: K>N>P.

## AGRADECIMENTOS

À empresa Fazenda Frutacor Ltda, na pessoa do Sr. João Teixeira, seu proprietário, que disponibilizou a estrutura e equipe técnica administrativa da Fazenda para realização deste trabalho. Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro para realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORGES, A.L et al. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E.J., ed. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília, Embrapa, 1999. p.197-260.
- BORGES, A.L. et al. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8p. (Circular Técnica, 48).
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1997. 212p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição Mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.
- FARIA, N.G. **Absorção de nutrientes por cultivares e híbridos promissores de bananeira**. 1997. 66p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Bahia.
- LAHAV, E.; TURNER, D.W. **Banana nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1983. 62p. (IPI. Bolletin,7).
- MARTIN-PRÉVEL, P. et al. Les éléments minéraux dans le bananier ‘ Gros Michel’ au Cameroun. **Fruits**, Paris, v.23, n.5, p.259-269, 1968.
- MOREIRA, R.S. **Banana: Teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1999. CD ROM.
- SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileira de classificação de solos**. 2.ed, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306p.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.
- SOUZA, M. et al. Banana prata anã. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa, Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.217-218.
- TWYFORD, I.T.; WALMSLEY, D. The mineral composition of the ‘Robusta’ banana plant; III – uptake and distribution of mineral constituents. **Plant and Soil**. Dordrecht, v.41, n.3, p.471-491, 1974.
- VITTI, C.G.; RUGGIERO, C. Aproveitamento do engaço, coração e ráquis, como fonte de nutrientes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1. 1984, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, 1984, p.392-399.





I Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Conferência sobre Recursos  
Hídricos do Semi-Árido Brasileiro  
26 a 28 de Setembro de 2007  
Sobral - CE

## AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO EM UM POMAR DE MAMÃO

NASCIMENTO, A.K.S.<sup>2</sup>; SOUSA, R.O.R.M.<sup>3</sup>; OLIVEIRA, J. E.<sup>4</sup>;  
SANTOS NETO, A. M.<sup>4</sup>; CARVALHO; C. M.<sup>5</sup> & AZEVEDO, J.G.N.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Trabalho extraído da monografia do primeiro autor defendida no CENTEC-Sobral.

<sup>2</sup>Tecnóloga em Irrigação, Técnica da Qualidade, LEEI/FATEC, Sobral, CE, CEP: 62040-730 (088) 92050651. e-mail: kelliane.cnpq@centec.org.br.

<sup>3</sup>Doutor, Professor, UFRA/ICA, Belém, PA.

<sup>4</sup>Tecnólogo em Irrigação, Técnico em Ensaios, LEEI/FATEC, Sobral, CE.

<sup>5</sup>Mestre em Irrigação e Drenagem, Professor, FATEC, Sobral, CE.

<sup>6</sup>Tecnólogo em Irrigação, Agente Rural, Ematerce, Tianguá, CE.

**RESUMO:** O trabalho foi desenvolvido no Perímetro Irrigado Araras Norte, localizado nos municípios de Reriutaba e Varjota no Estado do Ceará, objetivando avaliar o desempenho hidráulico de um sistema de irrigação localizada por microaspersão, implantado na cultura do mamão. Para a avaliação hidráulica foram realizadas coletas de vazão e pressão dos microaspersores, onde resultaram nos seguintes coeficientes: CVT de 16,56%, CVH de 19,91% e CVE de 13,3%, uma Uniformidade de Distribuição (UD) de 77,8%, valor considerado como regular, pois a recomendação ideal para esse sistema é que a UD esteja entre 85 e 95%, não sendo alcançado esse valor em virtude de um mau dimensionamento do sistema. Por outro lado a Eficiência de Aplicação foi considerada boa, mas verificou-se uma Perda por Percolação considerável, acarretando diretamente no desenvolvimento dos frutos e na qualidade do mesmo.

**Palavras chave:** irrigação localizada, uniformidade, Carica Papaya L.

## HYDRAULICAL EVALUATION OF A SYSTEM OF IRRIGATION FOR MICROASPERSION IN PAPAYA ORCHARD (Carica Papaya L.)<sup>1</sup>

**ABSTRACT:** The work was developed in the Irrigated Perimeter Ploughs North, located in the cities of Reriutaba and Varjota in the State of the Ceará in the period of March the June of 2006, objectifying to evaluate the hydraulic performance of a system of irrigation located for microaspersion, implanted in the culture of the papaya. For the hydraulic evaluation collections of outflow and pressure of the microaspersores had been carried through, where they had resulted in the following coefficients: CVT of 16,56%, CVH of 19,91% and CVE of 13,3%. E presented a Uniformity of Distribuição (UD) of 77,8%, considered value as to regulate, therefore the ideal recommendation for this system is that the UD is between 85 and 95%, not being reached this value in virtue of a bad sizing of the system. On the other hand the Efficiency of Application was considered good, but a Loss for considerable Percolating was verified, causing directly the development of the fruits and the quality of the same.

**Key-words:** irrigation located, uniformity, Carica Papaya L.

## INTRODUÇÃO

Devido o aumento do uso da irrigação, que é uma prática agrícola que proporciona altas produtividades e frutos de boa qualidade, as frutas brasileiras, aos poucos, vão ganhando espaço no mercado mundial, abrindo espaço para grandes oportunidades de negócios para produtores em empreendimentos que podem gerar alta rentabilidade. Dentro da Irrigação Localizada, a irrigação por microaspersão, apresenta algumas vantagens em relação ao gotejamento, como uma menor sensibilidade ao entupimento, um menor risco de salinização e um maior raio molhado, obtendo-se uma uniformidade de irrigação satisfatória quando se tem um projeto bem elaborado. Entretanto em vários Perímetros irrigados nota-se a falta de informações relacionadas à hidráulica, tais como, a uniformidade de distribuição, que segundo Miranda e Pires (2003), refere-se aos parâmetros de desempenho associado à variabilidade de lâmina de irrigação aplicada, e eficiência, termo utilizado para identificar parâmetros que, através de uma razão entre quantidade de água envolvida no processo de irrigação, expressam um balanço entre os volumes de água captado na fonte de suprimento e perdas por evaporação e deriva pelo vento, percolação e escoamento superficial. As orientações a um produtor após a implantação de um projeto são de grande importância, pois dessa forma ele terá um bom aproveitamento do sistema. O mau dimensionamento do projeto hidráulico, e a falta de manutenção do sistema resultam em uma baixa eficiência de aplicação, baixa uniformidade e maior desperdício de água, conseqüentemente implicarão numa baixa produtividade. A irrigação vem crescendo em grande escala em virtude de uma maior demanda por alimentos, por isso se torna preocupante o uso incorreto da mesma.

O presente trabalho tem como principal objetivo avaliar o desempenho hidráulico de um Sistema de Irrigação Localizada por microaspersão em um pomar de mamão.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado Araras Norte localizado nos municípios de Reriutaba e Varjota, no Estado do Ceará. O experimento foi conduzido em uma área de 5,9 hectares, subdividida em quatro setores designados de Setor I, II, III e IV. Na área cultivada com mamão formosa, a irrigação é realizada através de um sistema de Microaspersão.

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi observada a utilização de dois tipos de microaspersores, mostrados de acordo com as Figuras 1 e 2. Considerando o desconhecimento da vazão, foi realizado um teste de vazão no laboratório de Ensaio de Equipamentos de

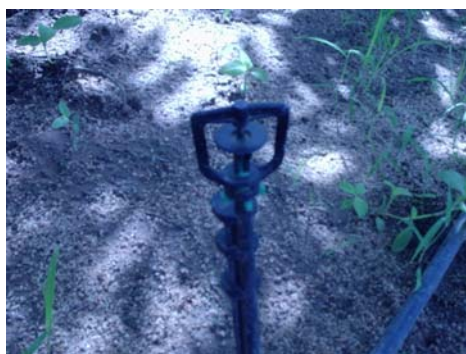


Figura 1: Microaspersor verde



Figura 2. Microaspersor azul

Irrigação do Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC. A condução do teste foi feita com o uso de um cronômetro e um recipiente calibrado realizando-se três repetições.

Para a avaliação hidráulica foram realizadas coletas de vazão e pressão dos microaspersores, seguindo a metodologia sugerida por Bernardo (1995) que opta pela seleção de quatro linhas laterais, as quais se encontram nas seguintes posições: início, a 1/3; a 2/3, e fim. Posteriormente foram selecionados oito pontos ao longo da linha lateral, que são: o início, a 1/7, a 2/7, a 3/7, a 4/7, a 5/7, a 6/7 e o último emissor.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 1 que a média das vazões coletadas,  $61,3 \text{ L h}^{-1}$ , apresenta-se inferior a vazão padrão dos microaspersores que é  $67 \text{ L h}^{-1}$  para o microaspersor azul e  $72 \text{ L h}^{-1}$  para o microaspersor verde. O coeficiente de variação da vazão (CVT) encontrado foi de 16,56%, valor considerado muito bom segundo Miranda e Pires (2003). Já o coeficiente de variação de pressão (CVH), foi de 19,91%, valor considerado alto já que segundo Frizzzone (2002) tem que ser inferior a 8%. Essas diferenças de pressão ocorrem em função da perda de carga na tubulação e desnível.

O coeficiente da variação de vazão devido à baixa uniformidade dos emissores (CVE) foi de 13,3%, valor que pode ser classificado como normal, pois de acordo com Miranda e Pires (2003) tem que estar abaixo de 20%, dessa forma comprovando a não ocorrência de obstrução

TABELA 1 – Resultado da Avaliação Hidráulica

UD (%)	$Q_{\text{médio}}$ (l/h)	CVT (%)	CVH (%)	CVE (%)
77,79	61,3	16,56	19,91	13,3

dos emissores. O coeficiente de Uniformidade de Distribuição de água foi de 77,79%, valor que pode ser classificado como regular segundo Bralts (1986), e inferior aos valores recomendados pelo Vermeiren e Jobling (1997), que estão entre 85 a 95%, para a Irrigação Localizada.

Esta performance regular pode ser atribuída ao mau dimensionamento hidráulico do sistema, ao acentuado desnível geométrico e a utilização de dois tipos de emissores diferentes na mesma linha lateral.

## CONCLUSÃO

Tendo em vista o que foi analisado em campo, pode-se concluir que, o sistema de irrigação avaliado apresentou uma Uniformidade de Distribuição regular o que pode ter sido causado pela falta de critério no dimensionamento do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6ª ed. Viçosa (MG): UFV, 1995..

VERMEIREN, L; JOBLING, G. A. **Irrigação Localizada**. Campina Grande: UFPB, 1997 (Estudos da FAO, 36).

FRIZZONE, J. A; Informação fornecida por Frizzzone na disciplina de Irrigação Pressurizada II do curso de Pós Graduação Irrigação e Drenagem, 2002, na USP.

MIRANDA, J. H de. PIRES, R. C de M. (Coordenadora). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2001. (Serie Engenharia Agrícola,).

MIRANDA, J. H de. PIRES, R. C de M. (Coordenadora). **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2003. (Serie Engenharia Agrícola, 1).

BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A.(Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986.p.216-240. (Development in Agricultural Engineering,).