

---

## QUALIDADE DE ÁGUAS PARA FINS DE IRRIGAÇÃO DA REGIÃO DO CONGO, PB

*Jacqueline da Silva Mendes*

Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG. Rua João Pessoa de Araújo, 132, Tambor, Campina Grande, PB, CEP 58105-590. E-mail: jacqueline.mendes@gmail.com

*Lúcia Helena Garófalo Chaves*

Profa. Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, CEP 58109-970, Campina Grande, PB, e-mail: lhgarofalo@hotmail.com

*Iêde de Brito Chaves*

Prof. Associado, Departamento de Solo e Engenharia Rural, CCA/UFPB, CEP 58397-000, Areia, PB, e-mail: iedebchaves@hotmail.com

**RESUMO** - A pesquisa teve por objetivo avaliar a qualidade das águas utilizadas nas áreas agrícolas do município de Congo, Estado de Paraíba, Brasil. As amostras de água foram coletadas em açudes, poços e rios, em dois períodos do ano, chuvoso (maio/2006) e seco (dezembro/2006), e analisadas sob os aspectos qualitativos de salinidade, sodicidade e toxicidade de íons. Para as condições estudadas e de acordo com os parâmetros avaliados em ambos os períodos de coleta, a maioria das amostras apresentou qualidade normal quanto à salinidade para o uso na irrigação, desde que sejam adotadas práticas especiais de manejo de solo e água; quanto à toxicidade do íon sódio, mais de 40% não apresentou restrição ao uso. Em relação à toxicidade do íon cloreto, no período chuvoso, 61% das amostras não indicou restrição ao uso para irrigação e no período seco, 44% apresentaram restrição, que variaram de ligeira a moderada.

**Palavras-chave:** salinidade e sodicidade da água, toxicidade de íons.

## IRRIGATION WATER QUALITY OF CONGO REGION, PARAÍBA STATE, BRAZIL

**ABSTRACT** - The research was carried out to evaluate the quality of waters used in the irrigation of agricultural areas of Congo region, Paraíba State, Brazil. The water samples were collected in Cordeiro dam, in wells and in river, in two periods of the year, rainy (May/2006) and dry period (December/2006) and analyzed under the qualitative aspects of salinity, sodicity and toxicity of ions. For the studied conditions and in agreement with the evaluated parameters in both periods, most of the samples of water, as for the salinity, were considered normal for the use in the irrigation since special practical of soil and water management are adopted; as the toxicity of the ion sodium, more than 40% didn't present restriction to the use. In relation to the toxicity of the ion chloride, in the rainy period, 61% of the samples didn't indicate restriction to the use for irrigation and in the dry period, 44% presented restriction varying from low to moderate.

**Keywords:** salinity and sodicity of the water, toxicity of ions

### INTRODUÇÃO

A avaliação da qualidade das águas utilizadas na irrigação das culturas é um procedimento comum, sobretudo em regiões áridas e semi-áridas caracterizadas por baixos índices pluviométricos, distribuição irregular das chuvas ao longo do ano e um potencial de evaporação

que supera em muito a precipitação (SILVA, 1987), favorecendo, assim, os processos de salinização e de sodificação nos solos.

Segundo Krause & Rodrigues (1998), a agricultura irrigada depende tanto da qualidade como da quantidade da água, no entanto, o aspecto da qualidade tem sido negligenciado devido ao fato de que, no passado, em geral, as fontes de água eram abundantes, de boa

qualidade e de fácil utilização; esta situação, todavia, está alterando-se em muitos lugares. Sendo assim, para evitar problemas daí decorrentes, deve existir um planejamento efetivo das atividades humanas que assegure o melhor uso possível das águas, levando em conta a sua qualidade.

A qualidade das águas para irrigação é avaliada de acordo com alguns parâmetros físico-químicos que indicam a salinidade, a sodicidade e a toxicidade de íons nas mesmas.

O efeito da salinidade é de natureza osmótica, podendo afetar diretamente a produtividade das culturas. A sodicidade, determinada pela razão de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação, se refere ao efeito do sódio contido na água de irrigação, que tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a sua capacidade de infiltração (PIZARRO, 1985). A toxicidade refere-se ao efeito de alguns íons sobre as plantas, como o cloreto, o sódio e o boro que, quando encontrados em concentrações elevadas, podem causar danos às culturas, reduzindo sua produtividade (HOLANDA & AMORIM, 1997).

Embora os benefícios da irrigação sejam incontestáveis, é sabido que os projetos de irrigação podem causar impactos ao meio ambiente e à qualidade do solo. Entre os impactos negativos, pode-se considerar: perdas na biodiversidade natural, um grande comprometimento da disponibilidade hídrica regional, a contaminação dos recursos hídricos, a salinização do solo e a sua degradação que, em grau elevado, pode levar à desertificação (LIMA et al., 1999; MMA, 2004).

No município de Congo, inserido na região semi-árida paraibana, assim como nos demais municípios da região, predomina a agricultura de subsistência e a criação extensiva de gado bovino, caprino e ovino. Nestes municípios, a prática da irrigação, quando ocorre disponibilidade hídrica, garante melhores produtividades e uma grande diversidade de produtos horti-frutícolas comercializáveis (por exemplo, tomate, cenoura, pimentão), que representam um aporte significativo de renda para economia regional (IBGE, 2006). Contudo, a falta de assistência técnica, a negligência dos agricultores e a carência de fiscalização, por parte das autoridades, têm transformado tal prática agrícola em uma atividade predatória, degradando solos e contaminando água,

animais e pessoas. Neste sentido, é imprescindível que se conheça, em detalhe, a magnitude dos impactos ambientais que vem sofrendo esta região, já apontada como área de elevado grau de desertificação (MMA, 2004).

No intuito de contribuir com os estudos diagnósticos ambientais do município de Congo – PB, este trabalho teve como objetivo avaliar, em dois períodos do ano, seco e úmido, a qualidade das águas utilizadas na irrigação, sob os aspectos da salinidade, sodicidade e toxicidade de íons.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O município de Congo, no Estado da Paraíba, localiza-se na microrregião do Cariri Ocidental, situada sobre o Planalto da Borborema, a uma altitude aproximada de 480 m. Sua área territorial é de 274 km<sup>2</sup> e sua sede municipal tem como coordenadas geográficas a latitude de 7°47'48" S e a longitude de 36°39'34" W.

O clima, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Bsh: semi-árido quente, com precipitações médias anuais em torno de 400 mm. A variabilidade espacial e temporal é uma constante, podendo as chuvas concentrar-se em dois a três meses no ano e a estação seca atingir 11 meses. As médias de temperatura nunca são inferiores a 24 °C, contudo, as temperaturas noturnas, devido ao efeito da altitude, são mais amenas, podendo nos meses mais frios de inverno (junho/julho) atingir valores inferior a 15 °C.

Durante o período de estudo foram efetuadas duas coletas de amostras de água. A primeira coleta foi realizada no mês de maio de 2006, correspondendo ao período após as chuvas, e a segunda coleta no mês de dezembro do mesmo ano, correspondendo ao período mais seco da região, período este em que não ocorreram precipitações no município.

As coletas de água foram realizadas em dez poços amazonas (PA), quatro poços tubulares (PT), em dois locais do açude Cordeiro (A) e no rio Paraíba, totalizando 17 pontos de amostragem de água (Figura 1), cujas observações, a respeito de cada ponto de coleta, encontram-se na Tabela 1.

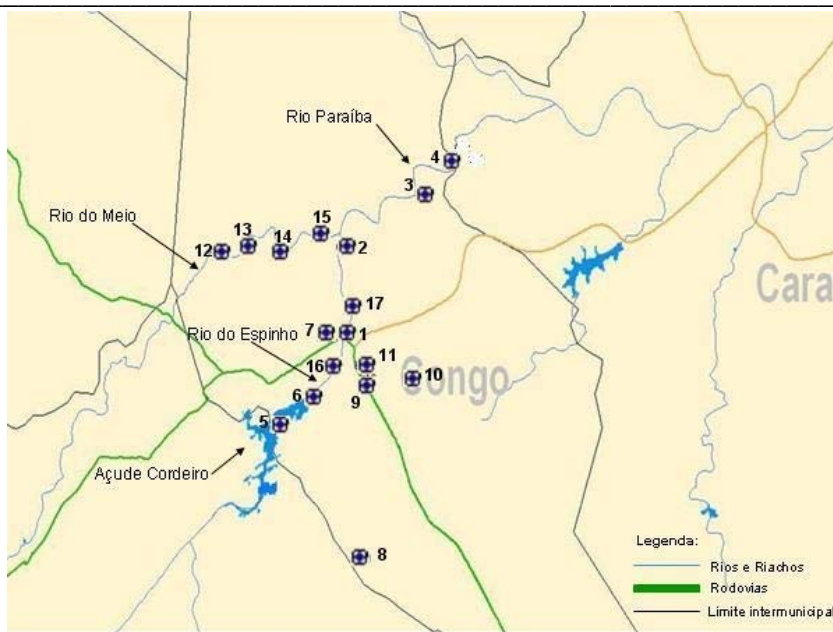


Figura 1. Localização dos pontos de coleta de água no município do Congo-PB

Tabela 1. Localização, tipo de fonte e observações do local de coleta das amostras

Nº da amostra	Localização	Tipo/Fonte <sup>1</sup>	Observação
Ponto 1	Rio do Espinho	PA	Situado no leito do Rio do Espinho
Ponto 2	Barra do Rio	PA	Situado no leito de Rio Paraíba
Ponto 3	Poço Comprido	PA	Situado no leito de Rio Paraíba
Ponto 4	Barro Branco	RT	Leito do rio Paraíba. Divisa entre o município do Congo/Caraúbas
Ponto 5	Congo	A	Açude Cordeiro: abastece a população do Congo
Ponto 6	Congo	A	Açude Cordeiro: abastece a população do Congo
Ponto 7	Rio do Espinho	PT	Situado próximo ao Rio do Espinho
Ponto 8	Congo	PT	Situado no interior de propriedade rural
Ponto 9	Congo	PT	Situado no interior de propriedade rural
Ponto 10	Congo	PT	Situado no interior de propriedade rural
Ponto 11	Congo	PT	Situado no interior de propriedade rural
Ponto 12	Santa Rita de Cima	PA	Situado no leito do Rio do Meio
Ponto 13	Santa Rita de Cima	PA	Situado no leito do Rio do Meio
Ponto 14	Santa Rita de Baixo	PA	Situado no leito do Rio do Meio
Ponto 15	Santa Rita de Baixo	PA	Situado no leito do Rio do Meio
Ponto 16	Poço da Areia	PA	Situado no leito do Rio do Espinho
Ponto 17	Rio do Espinho	PA	Situado no leito do Rio do Espinho

<sup>1</sup> PA – poço amazonas; RT – rio temporário; A – açude; PT – poço tubular

Para coleta das águas foram utilizadas garrafas plásticas de 0,5 litro, as quais foram lavadas de três a quatro vezes com a água do manancial a ser analisada. No caso da amostra de águas dos poços, as coletas foram realizadas após 15 minutos de funcionamento da bomba. Nos açudes e no rio, as garrafas foram mergulhadas rapidamente com a boca para baixo, até uma profundidade de 15 a 30 cm abaixo da superfície da água,

e em seguida, inclinadas, direcionando suas bocas para cima. Depois das garrafas serem preenchidas até a borda, sem deixar espaço vazio (bolha de ar), foram fechadas, imediatamente, com as suas próprias tampas, de modo a não deixar vazamento. Após o procedimento de coleta as garrafas foram identificadas com a data de coleta, tipo de fonte e nome da propriedade, acondicionadas em caixas

térmicas com gelo evitando que a temperatura ultrapassasse 25°C (SIMPLÍCIO & SANTOS, 2004).

No laboratório, as amostras de água foram analisadas quanto ao pH, condutividade elétrica (CE), teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cloreto (Cl), carbonato (CO<sub>3</sub>) e bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) e, em seguida, calculou-se a razão de adsorção de sódio (RAS = Na / [(Ca+Mg)/2]<sup>1/2</sup>), Alcalinidade e Dureza total. O comportamento destas variáveis foi avaliado por meio das seguintes medidas descritivas: máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação (CV).

As águas foram classificadas quanto à adequação para irrigação, de acordo com o perigo de salinidade e sodicidade, pelos padrões propostos por Richards (1954).

Adotou-se, também, às diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação, preconizadas pela University of California Committee of Consultants (1974), citado por Ayers & Westcot (1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH das águas analisadas (Tabela 2) não ultrapassaram, de um modo geral, aqueles considerados normais por Ayers & Westcot (1991), ou seja, valores de pH entre 6,5 a 8,4. Sendo assim, pode-se dizer que estas águas estão em condições normais para a irrigação.

Tabela 2. Valores máximo, mínimo, médio, desvio padrão e coeficiente de variação para o pH, condutividade elétrica (CE), Alcalinidade Total (AT) e Dureza Total (DT) correspondentes às amostras de água coletadas em diferentes fontes de água em dois períodos de coleta no município de Congo-PB.

Medidas	Período							
	Chuvoso				Seco			
	pH	CE	Alcalinidade Total	Dureza Total	pH	CE	Alcalinidade Total	Dureza Total
	dS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>		dS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	
Máximo	8,34	2,60	482,50	490,00	8,54	4,22	558,50	624,38
Mínimo	7,00	0,06	16,00	20,63	7,00	0,09	9,00	36,25
Média	7,56	0,95	183,22	206,32	8,05	1,20	215,66	234,69
Desvio Padrão	0,39	0,89	132,14	152,54	0,35	1,06	141,88	146,72
CV (%)	5,19	93,79	72,12	73,93	4,36	88,63	65,79	62,52

Em relação aos valores de CE das águas provenientes das diversas fontes, verificou-se que foram menores no período chuvoso devido, provavelmente, ao efeito de diluição pelas águas das chuvas, enquanto que, após este período, houve um aumento gradual da CE, ocasionado pela intensa evaporação de água na região nesta época do ano, concentrando os sais e, em consequência, elevando a CE (Tabela 2).

Considerando que águas com CE até 3,0 dS m<sup>-1</sup> podem ser utilizadas para fins de irrigação, apesar de haver restrição ligeira a moderada ao uso daquelas com CE na faixa de 0,7 a 3,0 dS m<sup>-1</sup> (AYERS & WESTCOT, 1991), pode-se dizer que todas as amostras de água coletadas no período chuvoso podem ser usadas na irrigação uma vez que 61,1% delas não apresentaram nenhuma restrição ao uso e, o restante, 38,9%, apresentaram grau de restrição ao uso para irrigação, ligeiro a moderado.

Já no período seco, a porcentagem de amostras de água sem problemas para irrigação diminuiu para 37,50% aumentando, conseqüentemente, a porcentagem de amostras de água com problemas para irrigação; 56,25% delas mostraram grau de restrição ligeiro a moderado e 6,25% apresentaram restrição severa (CE > 3,0 dS m<sup>-1</sup>).

No entanto, considerando a classificação das águas proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (RICHARDS, 1954), apenas 16,7% do total das águas analisadas do período chuvoso apresentaram baixa

salinidade (CE < 0,25 dS m<sup>-1</sup>); 50% delas apresentaram risco de salinização média (0,25 dS m<sup>-1</sup> < CE < 0,75 dS m<sup>-1</sup>) e, o restante, 33,3 %, apresentou risco de salinidade variando de alto a muito alto (CE > 0,75 dS m<sup>-1</sup>). Esse último percentual, no mês mais crítico do ano (período seco), aumentou para 56,25 %.

Observa-se que há discordância entre as duas classificações (AYERS & WESTCOT, 1991; RICHARDS, 1954) quanto ao risco de salinidade; no entanto, segundo Richards (1954), é possível utilizar as águas que apresentam risco de salinização variando de alto a muito alto, desde que sejam adotadas práticas especiais de manejo de solo e água, culturas resistentes aos sais e sob condições de boa drenagem.

Segundo Ayers & Westcot (1991), em vários lugares do mundo têm sido utilizadas, com êxito para irrigação, águas salinas de até pelo menos 8,0 dS m<sup>-1</sup> (RHOADES et al., 2000); este dado evidencia o fato de que, a adequabilidade de determinada água para irrigação depende muito da necessidade relativa e dos benefícios econômicos que podem ser originados da irrigação, contudo, embora se corra riscos, cuidados especiais devam ser tomados no manejo da água para que não ocorra a salinização dos solos.

Comparando os valores de alcalinidade entre as duas épocas de amostragem (Tabela 2), verificam-se maiores valores durante a estiagem, conferindo uma maior

capacidade de tamponamento às águas durante este período (ESTEVES, 1998).

Altos teores de bicarbonato nas águas utilizadas na irrigação por aspersão, não são tóxicos, porém, podem formar depósitos brancos nas folhas e frutas, diminuindo o valor comercial dos produtos agrícolas. Nestas águas, o controle da alcalinidade total também é importante para que sejam evitados problemas de corrosão e de incrustação nas tubulações (SAWYER & MCCARTY, 1987).

Apesar da variação observada nos dois períodos de coleta (Tabela 2), 38,9% e 27,8% das amostras de água coletadas no período chuvoso, foram classificadas como moderadamente duras (75 -150 mg L<sup>-1</sup>) e muito duras (>300 mg L<sup>-1</sup>), respectivamente. Em relação àquelas coletadas no período seco, tem-se 50% e 10,8% classificadas como duras (150 - 300 mg L<sup>-1</sup>) e muito duras (>300 mg L<sup>-1</sup>), respectivamente. O aumento da

dureza no período de estiagem pode ter sido proporcionado pela concentração dos sais de carbonatos e bicarbonatos de cálcio e magnésio como consequência da evaporação das águas. Nas águas de irrigação a dureza pode causar incrustações nos equipamentos de irrigação, danificando-os e até interrompendo a irrigação.

Dentre os cátions presentes nas águas, o íon sódio (Na) é o que predomina, tanto no período chuvoso como no período seco (Figura 1). Em uma seqüência decrescente, os teores médios dos cátions nas águas foi de Na > Ca > Mg > K nos dois períodos deste estudo, confirmando os resultados obtidos por Costa (1982) e Medeiros (1992) para a composição de águas provenientes da região semi-árida nordestina. Em relação às épocas de amostragem, tem-se que os teores de cátions aumentaram nas amostras de água coletadas no período seco, sem contudo, terem sido significativos (Figura 1).

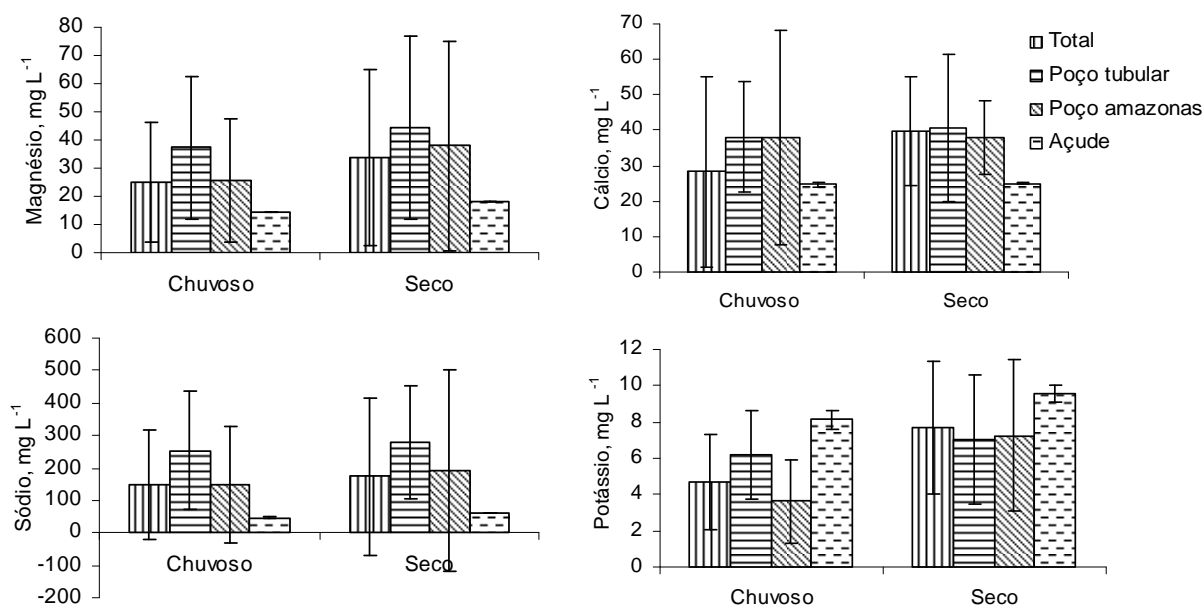


Figura 1. Concentrações médias de cátions em amostras de água coletadas em diferentes fontes nos períodos chuvoso e seco

Pelos valores referenciados por Ayers & Westcot (1991), em relação aos valores normais dos cátions presentes em águas de irrigação e com base nos resultados das análises das águas coletadas nos dois períodos, pode-se dizer que, em relação ao Ca e ao K, todas elas são consideradas próprias para sua utilização na irrigação; em relação ao Mg, 83,33% e 93,75% das amostras, período chuvoso e seco, respectivamente, apresentaram valores normais para irrigação; para o sódio, mais de 90% delas apresentaram seus valores abaixo do limite recomendável para águas de irrigação.

Assim como aconteceu com os cátions e, tendo em vista as diferentes fontes de água, em geral as maiores médias dos teores dos ânions também foram encontradas nas águas dos poços tubulares para os dois períodos em estudo.

De acordo com os valores apresentados na Figura 2, o íon cloreto (Cl) predomina entre os ânions presentes nas águas, seja no período chuvoso ou no período seco. Em uma seqüência decrescente e, se considerando os teores médios dos ânions nas águas, tem-se Cl > HCO<sub>3</sub> > CO<sub>3</sub> > SO<sub>4</sub> nos dois períodos desse estudo; a relação seqüencial

foi também a encontrada por Medeiros (1992) para a composição aniônica de águas da região semi-árida.

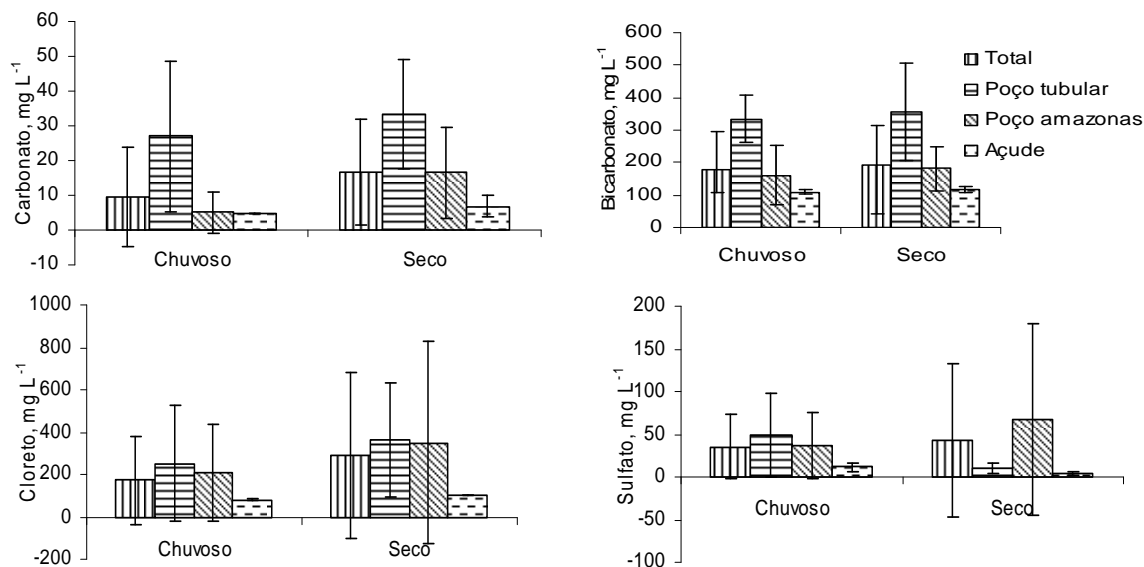


Figura 2. Concentrações médias de ânions em amostras de água coletadas em diferentes fontes nos períodos chuvoso e seco

Comparando os teores dos ânions presentes nas amostras de água, observa-se que eles aumentaram, podendo isto ser explicado pelo efeito de diluição no período chuvoso.

A presença do íon SO<sub>4</sub> nas águas coletadas nos dois períodos do ano, não impediu que as mesmas fossem consideradas próprias para a irrigação; em relação à presença do íon Cl, apenas uma amostra de água (6,25%) coletada no período chuvoso apresentou limites superiores ao referenciado por Ayers & Westcot (1991). Como esta água foi coletada em um poço localizado próximo à cidade, provavelmente o seu teor de cloreto, excedendo o limite para irrigação, pode ter sido influenciado por contribuições da cidade, uma vez que, segundo Philippi et al. (2004), o aumento do teor de cloretos na água indica a presença de esgotos, em virtude da excreção do cloreto na urina.

A toxicidade do íon cloreto para as culturas também é considerada na interpretação da qualidade da água para fins de irrigação, segundo Ayers & Westcot (1991). De acordo com esta interpretação e com os resultados das análises das águas coletadas no período chuvoso, observam-se os seguintes percentuais: 28% das amostras de água apresentaram severa restrição ao uso (Cl > 10); 11% apontaram restrição de ligeira a moderada (4 < Cl < 10) e os 61% das amostras restantes não indicaram restrição (Cl < 4) ao uso para irrigação. Para o período seco, os resultados foram os seguintes: 19% com severa restrição ao uso; 44% apresentando restrição de ligeira a moderada e 37,5% sem problemas para a sua utilização.

A toxicidade do íon sódio para as culturas é avaliada através dos valores de Razão de Adsorção de Sódio

(RAS) (AYERS & WESTCOT, 1991). Assim sendo e, considerando os resultados das análises das águas coletadas nos dois períodos, pode-se dizer que 50% delas no período chuvoso não apresentaram restrição ao uso (RAS < 3); dentre as demais amostras, 22% e 28% delas apresentaram restrição severa (RAS > 9) e restrição variando de ligeira a moderada (3 < RAS < 9), respectivamente. Na segunda coleta, apenas 12,5% das amostras de água apresentaram severa restrição ao uso, às demais não apresentaram restrição (43,75%) ou a restrição variou de ligeira a moderada (43,75%).

Considerando a classificação das águas proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (RICHARDS, 1954), constatou-se que no período chuvoso somente 5,6% das águas apresentaram risco muito alto (RAS > 43,75 - 8,87 log CE). Já no período seco, observou-se 6,25% de águas apresentando risco de sodificação médio (18,87 - 4,44 log CE < RAS < 31,31 - 6,66 log CE).

Em geral, dentre as águas analisadas, os riscos de salinização acontecem com bem mais frequência do que os de sodicidade, corroborando com Leprun (1983) e Medeiros (1992).

O fato da concentração dos íons Cl e Na em água de irrigação a partir de 5 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> já causar injúria foliar nas culturas de pimentão e tomate (RHOADES et al. 2000), culturas estas predominantes no município em estudo, é preocupante, haja visto que estes íons predominam nas águas do referido município e que o sistema atual de irrigação por sulco, está sendo substituído por sistemas de microaspersão dentro de um

programa estadual que visa minimizar o consumo de água para irrigação.

Os valores de RAS, juntamente com os da CEa, são utilizados na avaliação do efeito do íon sódio sobre a taxa de infiltração de água nos solos. Levando em consideração os valores desses dois parâmetros, apenas 28% das amostras de água coletadas no período chuvoso não apresentaram restrição ao uso na irrigação, significando dizer, segundo Rhoades et al. (2000) que, provavelmente essas águas, não provocarão encrostamento dos solos, causando problemas de permeabilidade dos mesmos. Dentre as demais amostras de água, 22% e 50% apresentaram restrição severa ao uso e restrição variando de ligeira a moderada, respectivamente; já no período seco se notou que 38% das amostras de água não apresentaram restrição ao uso para irrigação; 56% apresentaram grau de restrição variando de ligeira a moderada e 6% restrição severa.

Muito embora a maior parte das águas analisadas, tanto no período chuvoso quanto no seco, tenha apresentado grau de restrição ao uso para irrigação, podendo provocar problemas potenciais sobre as taxas de infiltração dos solos, elas tem, porém, sido utilizadas indiscriminadamente pelos agricultores da região de Congo, PB.

Apesar do período entre as duas coletas de água ter sido relativamente curto, seis meses, neste intervalo de tempo houve uma redução de 20% do volume do açude Cordeiro, o que provavelmente deve ter contribuído para o aumento das concentrações de todos os parâmetros analisados nas águas coletadas no período seco. Essas concentrações poderiam ter sido ainda maiores, caso as comportas do referido açude não tivessem sido abertas para perenizar o rio e contribuir para a renovação das águas dos poços amazonas, como aconteceu durante o período desta pesquisa. Outro fato a ser considerado é que o período chuvoso no ano de 2006 foi atípico em relação à média dos últimos 30 anos, ou seja, houve uma maior precipitação pluviométrica na região do município de Congo durante os meses de março, abril, maio e julho, contribuindo para a lixiviação dos sais.

Vale ressaltar ainda que, caso venha ocorrer anos com baixa precipitação pluviométrica na região, diminuindo o volume de água do açude Cordeiro, as concentrações observadas, dos parâmetros analisados nas águas, poderão ser maiores aumento o risco de uso destas águas.

## CONCLUSÕES

Nos dois períodos de coleta, a maior parte das amostras de água foi considerada normal para o uso na irrigação quanto à salinidade, desde que adotadas práticas especiais de manejo de solo e água; quanto à toxicidade do íon sódio, mais de 40% não apresentou restrição ao uso. Em relação à toxicidade do íon cloreto, no período chuvoso, 61% das amostras não indicou restrição ao uso

para irrigação e, no período seco, 44% apresentaram restrição de ligeira a moderada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H.R. et al. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).

COSTA, R.G. **Caracterização da Qualidade da Água de Irrigação da Microrregião Homogênea de Catolé do Rocha-PB (MRH – 89)**. 1982. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos da Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602p.

HOLANDA, J.S.; AMORIM, J.R.A. **Qualidade da água para irrigação** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26. 1997, Campina Grande. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. Cap. 5, p.137-165.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [www.ibge.gov.br/cidadesat/](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/), acessado em 2006.

KRAUSE, G.; RODRIGUES, A. F. **Recursos hídricos do Brasil**. Brasília: MMA – SRH, 1998. 33p.

LEPRUN, J.C. **Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste**. Relatório de fim de convênio de manejo e conservação de solos do Nordeste brasileiro. Recife: SUDENE, 1983. p.91-141.

LIMA, J.E.F.W.et al. O uso da Irrigação no Brasil. In: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **O estado das águas no Brasil**. Parte 3 – usuários da água no Brasil. Brasília: ANEEL, 1999.

MEDEIROS, J.F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE**. 1992.163p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE,  
SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Programa  
de Ação Nacional de Combate à Desertificação e  
Mitigação dos Efeitos da Seca**, PAN-Brasil. Brasília:  
2004 (<http://www.mma.gov.br/port/srh>)

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de  
suelos salinos**. Madrid: Editorial Agrícola, Española,  
1985. 521p.

PHILIPPI JR., A.; ROMERO, M.A.; BRUNA, G.C.  
**Curso de gestão ambiental**. Barueri, SP: Manole,  
2004.1045p.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso  
de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de  
H.R. Gheyi, J.R. de Sousa, J. E. Queiroz. Campina  
Grande, UFPB, 2000. 117p. (Estudos FAO: Irrigação e  
Drenagem, 48)

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline  
and alkaline soils**. Washington. United States Salinity  
Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture Handbook,  
60).

SAWYER, C.; McCARTY, P.L. **Chemistry for  
environmental engineering**. New York: McGraw-Hill,  
1987. 532p.

SIMPLÍCIO, J.B.; SANTOS, M.C.S. **Procedimentos  
para coleta de amostras de água para Irrigação e  
Consumo Animal visando Análise Físico – Química**.  
Recife, 2004. 3 p.

SILVA, M.A.V.; BRAGA, C.; AGUIAR, M.J.N.;  
NITZCHE, M.H.; SILVA, B.B.; VENTURA, E. **Atlas  
climatológico do Estado da Paraíba**. 2. ed. Campina  
Grande: Núcleo de Meteorologia Aplicada, UFPB, 1987.