



Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.2, n.1, p.01–08, 2008  
 ISSN 1982-7679 (On-line)  
 Fortaleza, CE, INOVAGRI – <http://www.inovagri.org.br>  
 Protocolo 002.07 – 23/09/2007 Aprovado em 25/03/2008

## CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DAS ÁGUAS DA MICRORREGIÃO DO VALE DO AÇU-RN

**Robson Alexsandro Sousa<sup>1</sup>, Joaquim Amaro Filho<sup>2</sup>, Virginia Cláudia Lima Menezes<sup>3</sup>**

1. M.Sc Professor, UECIA-EAJ-UFRN, Caixa Postal 07, Macaíba-RN, e-mail: [roalsoagro@yahoo.com.br](mailto:roalsoagro@yahoo.com.br)
2. D. Sc Professor Adjunto, UFERSA, Mossoró-RN, e-mail: [jamaro@ufersa.edu.br](mailto:jamaro@ufersa.edu.br)
3. Mestranda em Solos e Nutrição de Plantas, UFC, Fortaleza-CE, e-mail: [vclmenezes@hotmail.com](mailto:vclmenezes@hotmail.com)

**RESUMO:** A avaliação da qualidade das águas da microrregião do Vale do Açu-RN constituiu o objetivo deste trabalho. Procedeu-se a amostragem em três corpos de água, a barragem Eng<sup>o</sup> Armando Ribeiro Gonçalves (Assu-RN), Fazenda Ubarana (Ipanguassu-RN) e o Projeto Baixo Assu (Alto do Rodrigues-RN), no período de abril/1998 a março/1999, sendo, respectivamente, amostras colhidas na represa, poço amazonas e rio. As análises foram feitas no Laboratório de Análises de Águas e Solos da UFERSA, permitindo a classificação das águas quanto à salinidade, sodicidade e íons tóxicos às plantas. Os resultados evidenciaram que as águas das três analisadas apresentam-se em condições de serem utilizadas para irrigação, e que o manejo adequado na irrigação é fundamental para se evitar problemas oriundos das águas.

**Palavras-chave:** íons, sodicidade, irrigação, salinidade.

## QUALITY OF THE WATERS OF THE VALE DO AÇU-RN MICROREGION

**SUMMARY:** The object of this study was to evaluate the water quality from Vale do Açu – RN micro region. The samples took place in three sources: Armando Ribeiro Gonçalves barrage (Assu-RN) Ubarana Farm (Ipanguassu – RN) and the Baixo Assu Project (Alto do Rodrigues-RN), from april, 1998 to march, 1999. The samples were picked up from the dam, amazons well and the Assu river, respectively. The analyses were processed at UFERSA Soil and Waters Analyses Laboratory, granting the water classification such a saline water, soda water, toxic ions at the plants. The results evidenced that the waters of all the analyzed sources come in conditions of they be used for irrigation, and that the appropriate handling in the irrigation is fundamental to avoid problems originating from of the waters

**Keywords:** ions, soda water, irrigation, saline water.

## INTRODUÇÃO

A expansão da fruticultura irrigada no Estado do Rio Grande do Norte tem resultado em benefícios de âmbito social e econômico. No entanto, a atividade frutícola requer planejamento rigoroso desde a implantação da cultura até a comercialização do produto final. Nesta função, a água atua como fator limitante à produção, principalmente, pela disponibilidade e qualidade. Neste aspecto, a microrregião do Vale do Açu-RN, revela-se como pólo produtor e exportador de frutas tropicais, uma vez que possui mananciais de superfície e subterrâneos, que proporciona potencial promissor em relação a outros pólos agrícolas.

Apesar da elevada disponibilidade hídrica e localização, a qualidade é definida pelo conteúdo total de sais solúveis que reduzem o potencial osmótico e, em consequência, afetam negativamente a absorção de água e nutrientes (BERNSTEIN, 1964; CORDEIRO, 1982). Dentre os parâmetros empregados para a classificação das águas para fim agrícola a condutividade elétrica tem sido o mais empregado. Conforme DONEEN (1975), o seu maior emprego é devido a fácil determinação e a sua relação direta com a concentração de sais dissolvidos. Baseado no critério condutividade elétrica, foram propostas classificações para avaliar a salinidade do solo e da água (RICHARDS, 1954; UCCC, 1974; AYERS & WESTCOT, 1991).

Os resultados evidenciam que a condutividade elétrica isolada não revela com segurança a qualidade de uma água para uso na irrigação, devido expressar tão somente os valores quantitativos equivalentes entre cátions e ânions. Por isso, com a finalidade de avaliar também o risco de sodificação do solo ocasionado pela água adotou-se a razão de adsorção de sódio – RAS (RICHARDS, 1954). RHOADES (1972) afirma que a RAS não considera os efeitos dos teores de bicarbonatos e carbonatos, razão pela qual sugeriu a correção da RAS simbolizada por  $RAS_{aj}$  que significa RAS ajustada. Posteriormente surgiu a RAS corrigida introduzida por SUAREZ (1981) baseada na relação  $HCO_3^-/Ca^{2+}$  que parece a forma mais definida de corrigir os riscos da

água sodificar os solos por serem ricas em carbonatos e pobres em sulfatos (MEDEIROS, 1992; HOLANDA & AMORIM, 1997).

BURT et al. (1995), atentam para outros aspectos importantes na avaliação da qualidade da água para a irrigação, como a possibilidade de precipitação de resíduos, principalmente quando a irrigação é praticada em condutos pressurizados e há interação da água com produtos fertilizantes (misturas), aplicados via fertirrigação.

A evapotranspiração e a precipitação pluviométrica são as variáveis climáticas mais diretamente envolvidas. A qualidade da água pode variar durante o período da estiagem. Em geral esse fenômeno, depende da evapotranspiração, que pode ser responsável pelo incremento salino no perfil do solo. Nessa situação quanto maior a evapotranspiração maior será a quantidade de água a ser irrigada e, portanto, maior será a quantidade de sais implantada ao solo (HOORN, 1971; KOVDA et al., 1973).

O presente trabalho teve como objetivo estudar a qualidade da água de irrigação proveniente de diferentes mananciais na microrregião do Vale do Açu-RN.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em três municípios que integram a microrregião do Vale do Açu, no Estado do Rio Grande do Norte, Assu, Ipanguassu e Alto do Rodrigues, localizados nas coordenadas geográficas: 5°34'20" de latitude Sul e 36°54'32" de longitude, 5°31' de latitude Sul e 36°53' de longitude e 5°17' de latitude Sul e 36°45' de longitude, respectivamente.

As amostras foram coletadas em três fontes: na represa da barragem Eng° Armando Ribeiro Gonçalves (Assu-RN), em poço amazonas da Fazenda Ubarana (Ipanguassu-RN) e no rio que banha o Projeto Baixo Assu (Alto do Rodrigues-RN). As águas de todos os mananciais são utilizadas para irrigação, independente de o cultivo referir-se a agricultura de subsistência ou de tecnologia mais avançada. Mensalmente, no período de abril de 1998 a março de 1999, foram coletadas

12 amostras de cada fonte em garrafas plásticas de dois litros conduzidas ao Laboratório de Análises de Águas e Solos da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (LAAS/UFERSA), para determinações de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , pH, sólidos dissolvidos totais (SDT) e condutividade elétrica (CE), utilizando-se a metodologia descrita por EMBRAPA (1997).

A partir dos valores de cátions e ânions determinados em laboratório classificaram-se as águas quanto à salinidade utilizando-se as diretrizes propostas pela FAO (AYERS & WESTCOT, 1991). Quanto ao risco de sodificação utilizou-se a RAS (RICHARDS, 1954), a RAS ajustada (AYERS & WESTCOT, 1976) e a RAS corrigida (AYERS & WESTCOT, 1991). O risco de toxicidade pelos íons foi verificado mediante a utilização das recomendações da FAO (AYERS & WESTCOT, 1991).

As análises estatísticas foram feitas com a utilização do programa SAEG versão 4.0, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na Tabela 1, que em relação às fontes barragem e rio, a fonte poço amazonas apresenta sempre os maiores valores médios. Esse resultado pode ser explicado, segundo SOUSA (1995), que as águas provenientes de poço amazonas nesta região são influenciadas pelo aquífero Açu e este pelas características dos Luvissoles Crômicos, Neossolos Quartzarênicos, e no caso dos Neossolos Flúvicos, há também influência da mineralogia dos materiais ao longo da bacia de drenagem, que, em alguns casos, contribuem para aumentar a salinidade do solo e das águas.

Verifica-se na Figura 1, que os valores do íon cálcio, ao longo do período de amostragem estiveram entre 0,7 e 3,0  $\text{meq L}^{-1}$ , para as fontes analisadas; sendo que na fonte barragem e na fonte rio os valores não apresentaram uma variação muito acentuada, 11,90% e 23,00% (Tabela 1), respectivamente. Enquanto que o valor da fonte poço amazonas apresentou uma variação de 54,73% (Tabela 1). Estes valores encontrados estão dentro da faixa de 0 a 20  $\text{meq L}^{-1}$  para a água de irrigação, considerados normais por AYERS & WESTCOT (1991).

Tabela 1 – Estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) referentes aos resultados analíticos de características físico-químicas das águas analisadas nos três mananciais na microrregião do Vale do Açu-RN.

Parâmetro	Barragem		Poço Amazonas		Rio	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
$\text{Ca}^{2+}$ (meq $\text{L}^{-1}$ )	1,16 ± 0,137	11,90	1,53 ± 0,839	54,73	1,43 ± 0,327	23,00
$\text{Na}^+$ (meq $\text{L}^{-1}$ )	1,07 ± 0,431	40,38	3,70 ± 1,704	46,10	1,65 ± 0,461	27,94
$\text{Mg}^{2+}$ (meq $\text{L}^{-1}$ )	0,76 ± 0,156	20,63	1,12 ± 0,511	45,80	1,05 ± 0,162	15,46
$\text{Cl}^-$ (meq $\text{L}^{-1}$ )	1,38 ± 0,234	17,02	3,51 ± 2,307	65,77	2,27 ± 0,538	23,75
$\text{CO}_3\text{H}^-$ (meq $\text{L}^{-1}$ )	1,89 ± 0,290	15,36	2,43 ± 0,439	18,11	1,74 ± 0,360	20,70
$\text{K}^+$ (mg $\text{L}^{-1}$ )	0,19 ± 0,019	9,93	0,19 ± 0,030	15,91	0,21 ± 0,033	15,43
SDT (mg $\text{L}^{-1}$ )	269,54 ± 254,18	94,40	388,53 ± 154,03	39,64	350,84 ± 296,15	84,41
CE (dS $\text{m}^{-1}$ )	0,30 ± 0,058	19,34	0,63 ± 0,233	37,23	0,44 ± 0,135	30,59
RAS	1,09 ± 0,433	39,57	3,17 ± 0,778	24,51	1,48 ± 0,345	23,32
$\text{RAS}_{\text{aj}}$	1,66 ± 0,670	40,48	4,35 ± 0,950	21,85	2,32 ± 0,599	25,87
$\text{RAS}_{\text{c}}$	1,04 ± 0,429	41,08	3,22 ± 1,031	32,07	1,44 ± 0,363	25,24
pH	7,63 ± 0,435	5,71	7,00 ± 0,295	4,22	7,67 ± 0,438	5,70

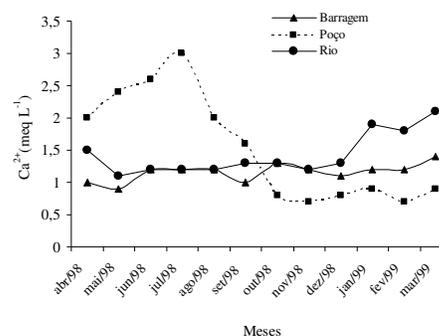


Figura 1 – Valores dos teores do íon cálcio nas águas provenientes das três fontes amostradas.

Quanto ao magnésio, observa-se na Figura 2, que os valores encontrados variaram entre 0,5 a 1,9  $\text{meq L}^{-1}$ , para as fontes analisadas, indicando que segundo AYERS & WESTCOT (1991), a concentração desse íon é aceitável na água de irrigação. E, ainda que, a concentração do íon na fonte poço amazonas decresce ao longo do período de coleta, enquanto o comportamento da concentração do  $\text{Mg}^{2+}$ , nos outros dois mananciais é semelhante. Os

valores médios encontrados de concentração desse íon na microrregião do Vale do Açu, são apresentados na Tabela 1.

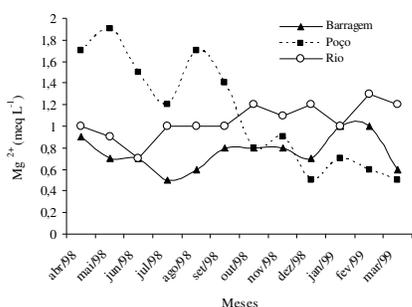


Figura 2 – Valores dos teores do íon magnésio nas águas provenientes das três fontes amostradas.

Observando-se a relação  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$ , Figura 3, as águas desses mananciais não induzem a deficiência de cálcio às plantas, se usada para irrigação, pois todos os valores são superiores a unidade (1,0) ao longo do período amostrado, posto que AYERS & WESTCOT (1991) afirmam que quando as reservas do solo não são suficientemente altas, valores inferiores a 1, são prejudiciais. MORAIS et al. (1998), acrescentam que quando a proporção  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$ , é menor que a unidade, os efeitos potenciais do sódio são ligeiramente maiores, em virtude da concentração de sódio ser determinada pela RAS, ou seja, determinado valor da RAS é ligeiramente mais perigoso quanto menor for a proporção  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  ou próxima da unidade.

Verifica-se na Figura 4, que a concentração mínima encontrada para o íon potássio foi de 0,16 mg L<sup>-1</sup>, 0,15 mg L<sup>-1</sup>, e, 0,16 mg L<sup>-1</sup> para a fonte barragem, poço amazonas e rio, respectivamente, e o valor máximo foram de 0,24 mg L<sup>-1</sup> para a barragem, 0,23 mg L<sup>-1</sup> para o poço amazonas e 0,27 mg L<sup>-1</sup> para a fonte rio. Esses valores encontrados nas análises estão dentro da faixa de valores normais em água de irrigação, conforme AYERS & WESTCOT (1991).

O íon cloro apresentou valores, ao longo do período de amostragem, que variaram de 1,0 a 1,3 meq L<sup>-1</sup>, para a água proveniente da represa; de 0,7 a 6,6 meq L<sup>-1</sup>, para a fonte poço amazonas; e, de 1,6 a 3,7 meq L<sup>-1</sup> para a fonte rio (Figura 5). Verifica-se, ainda na Figura 5, que concentração de Cl<sup>-</sup>, para a fonte poço amazonas é maior no início do período de

amostragem quando comparada com as demais fontes analisadas. A concentração média de cloretos (Tabela 1) foi de 1,38 meq L<sup>-1</sup>; 3,51 meq L<sup>-1</sup>; e 2,27 meq L<sup>-1</sup>, para a barragem, poço amazonas e rio, respectivamente. Segundo AYERS & WESTCOT (1991), valores inferiores a 3,0 meq L<sup>-1</sup>, não causam nenhuma restrição ao uso da água para a irrigação por aspersão. Entretanto, MORAIS et al. (1998), citam que mesmo para essas águas que não apresentam nenhum perigo de toxicidade, deve-se ter um manejo adequado, pois a toxicidade pelos íons cloreto pode apresentar-se mesmo quando esses íons se encontram em quantidades relativamente baixas, pois esses íons não são adsorvidos pelas partículas do solo e como são muito móveis são facilmente absorvidos pelas raízes das plantas e translocados até as folhas, onde se acumulam devido a transpiração, sendo este o problema mais intenso nas regiões de clima quente, onde as condições ambientais favorecem a alta transpiração.

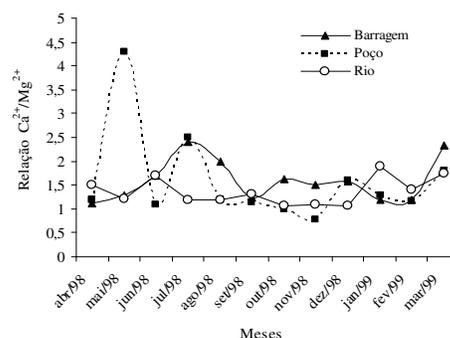


Figura 3 –Valores da relação  $Ca^{2+}/Mg^{2+}$  nas águas provenientes das três fontes amostradas.

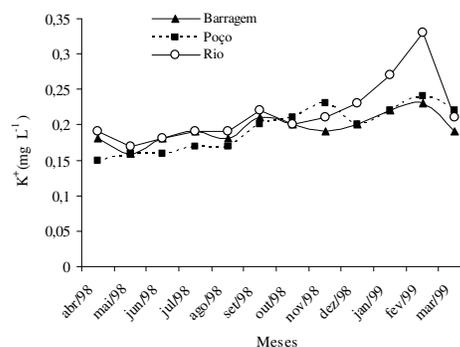


Figura 4 –Valores do íon potássio águas provenientes das três fontes amostradas.

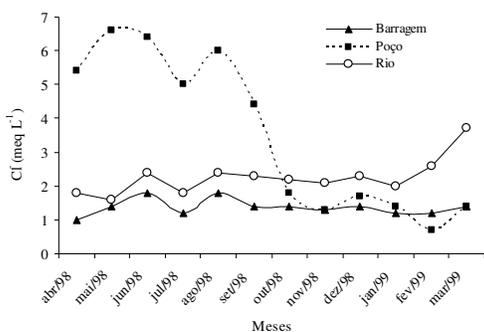


Figura 5 –Valores dos teores do íon cloro nas águas provenientes das três fontes amostradas.

A concentração de íon sódio encontrada nos três mananciais analisados (Figura 6) situam-se na faixa de 0,49 a 1,75 meq L<sup>-1</sup> (barragem); de 1,58 a 7,1 meq L<sup>-1</sup>(poço amazonas); e, de 0,84 a 2,42 meq L<sup>-1</sup>(rio). Neste caso, as águas provenientes das fontes barragem e rio, podem ser classificadas como sem nenhuma restrição a sua utilização para a irrigação por aspersão, e as oriundas de poço amazonas como ligeiro a moderado o seu uso para fins de irrigação (AYERS & WESTCOT, 1991).

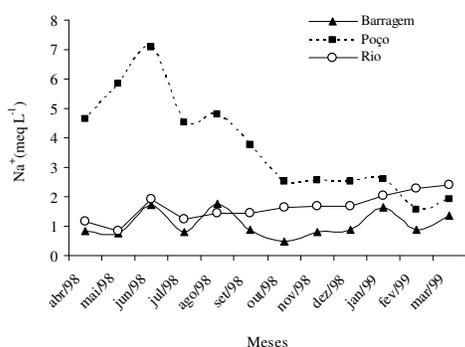


Figura 6 –Valores dos teores do íon sódio nas águas provenientes das três fontes amostradas.

Na Figura 7, podemos observar a variação ao longo do período de amostragem os valores de sólidos dissolvidos totais. Verifica-se que a água proveniente da fonte poço amazonas, apresentou valores entre 199,68 a 666,88 mg L<sup>-1</sup>; a fonte barragem aparece com valores entre 135,68 a 1067,52 mg L<sup>-1</sup>, e a fonte rio com valores de 151,04 a 1262,08 mg L<sup>-1</sup>. Os valores médios para a três fontes (Tabela 1), permitem classificar as três águas como sem

nenhuma restrição para o seu uso na prática da irrigação, de acordo com AYERS & WESTCOT (1991).

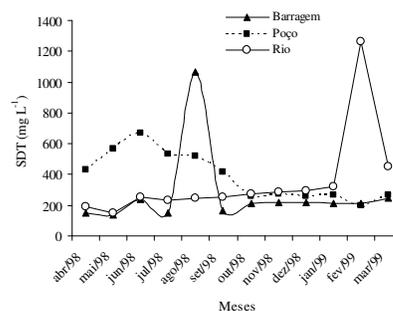


Figura 7 –Valores de sólidos dissolvidos totais nas águas provenientes das três fontes amostradas.

O bicarbonato é um dos componentes que expressam a alcalinidade da água de irrigação. Nesse estudo, observou-se que a fonte poço apresentou uma maior concentração desse íon no início das coletas em relação às outras fontes, sendo que a partir do 6º mês de coleta as concentrações apresentam-se na mesma faixa de valores (Figura 8). De acordo com AYERS E WESTCOT (1991), as três fontes analisadas apresentam restrição de ligeira a moderada para o uso em irrigação por aspersão. Esses resultados evidenciam que as águas provenientes de regiões sedimentares, como a microrregião em estudo, são bicarbonatadas, sulfatadas ou mistas (LEPRUN, 1983). Indicam também que se deve utilizar essas águas com bastante cautela, principalmente, na irrigação por aspersão, devido ao problema de incrustações que o bicarbonato provoca sobre as folhas, frutos e flores. Mesmo que a quantidade desse íon na água seja pequena esse problema poderá ser observado em regiões de alta evaporação e umidade abaixo de 30% (AYERS E WESTCOT, 1991). Além da má aparência no produto comercial, águas ricas em bicarbonatos podem causar a formação de camada compactada no solo reduzindo a permeabilidade e infiltração de água através do perfil (MORAIS et al., 1998).

Os valores do potencial hidrogeniônico (pH), encontrados nas análises dos mananciais em estudo (Figura 9), apresentaram-se dentro da amplitude normal segundo as diretrizes apresentadas por AYERS & WESTCOT (1991).

A condutividade elétrica da água de irrigação dos mananciais estudadas,

representada na Figura 10, permite classificar, segundo AYERS & WESTCOT (1991), como sem nenhum problema para o uso na prática de irrigação, mesmo ocorrendo uma variação ao longo do período de amostragem. Os valores médios da CE, para os diferentes mananciais, são encontrados na Tabela 1.

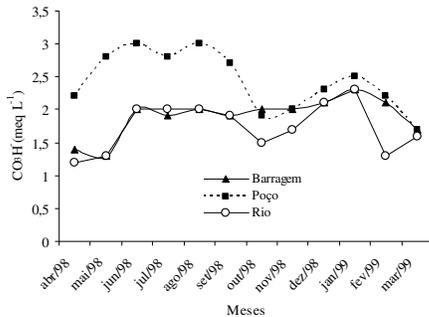


Figura 8 –Valores de bicarbonatos nas águas provenientes das três fontes amostradas.

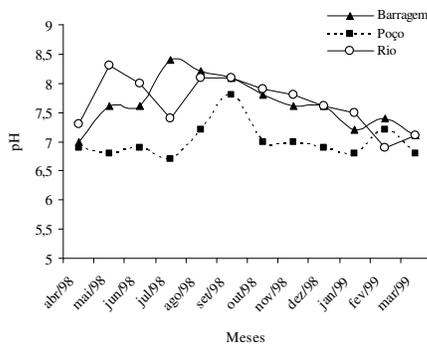


Figura 9 –Valores de pH nas águas provenientes das três fontes amostradas.

A avaliação da idoneidade da água quanto ao risco de sodicidade, feito pelo  $RAS_i$ ,  $RAS_{aj}$  e  $RAS_c$ , é apresentada na Figura 11. Na Figura 11A, verifica-se que ao utilizarmos a classificação proposta por RICHARDS (1954), as águas de todos os mananciais estão na categoria “S1”, ou seja, baixo risco de sodificação, pois os valores médios são de 1,09, 3,17 e 1,48, para a barragem, poço amazonas e rio, respectivamente (Tabela 1). Com relação ao  $RAS_{aj}$  (AYERS & WESTCOT, 1976), Figura 11B, observa-se que pelos valores apresentados, as águas desses mananciais podem ser classificadas como "sem problema" para o risco de sodificação. No entanto, YAGÜE (1996), não recomenda o uso do  $RAS_{aj}$  e sim do  $RAS_c$  proposto por SUAREZ (1981) e

defendido por MEDEIROS (1992) e HOLANDA & AMORIM (1997). Baseado nisso, observa-se, na Figura 11C, que todas as fontes analisadas estão na categoria de "ligeira a moderada" quanto aos problemas de infiltração no perfil.

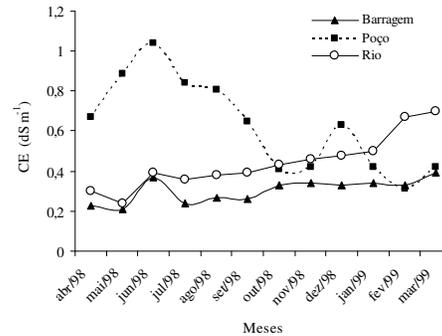


Figura 10 – Valores da condutividade elétrica nas águas provenientes das três fontes amostradas.

Nos gráficos apresentados verifica-se que a concentração de sais nas águas provenientes do poço amazonas são maiores nos primeiros meses do período de amostragem, indicando uma correlação entre a precipitação pluviométrica daquela região (Figura 12) e a alteração da qualidade da água, visto que Suarez (1981) comenta que dentro do perfil do solo, assume-se como um balanço favorável de sais, quando a água drenada para fora da zona radicular contenha uma quantidade igual ou superior a da água de irrigação. As águas superficiais e subterrâneas são originadas das precipitações, portanto, quando a precipitação pluviométrica é alta a tendência é que haja a percolação da água e com isso a lixiviação dos sais, aumentando a concentração destes nos aquíferos subterrâneos, conforme afirmam Gheyi et al. (1991) que nem todos os sais incorporados pelas águas ficam no solo, mesmo em regiões áridas e semi-áridas. No entanto, estes mesmos autores, afirmam que a avaliação dos riscos de salinização de uma determinada área mediante a composição da água de irrigação, não poderá ser realizada simplesmente pela qualidade da água, pois seus efeitos dependem do solo, do clima e da habilidade e conhecimento no manejo do sistema água-solo-planta por parte do usuário.

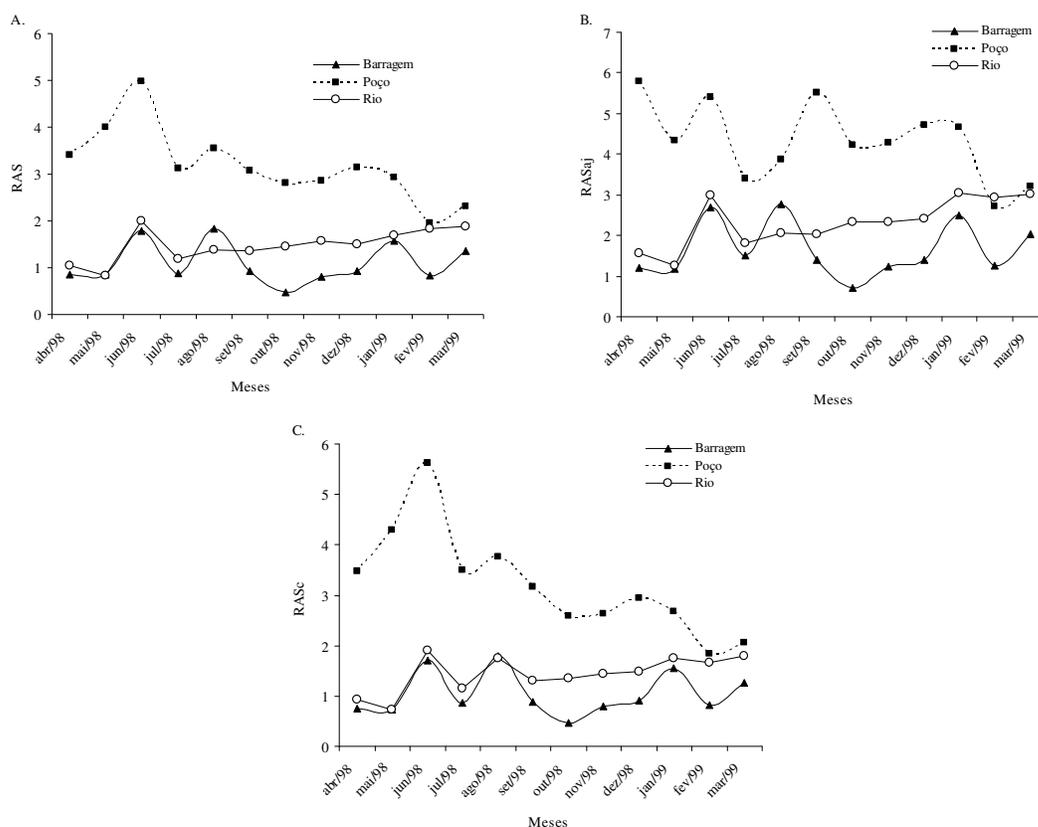


Figura 11 - Valores da Relação de Adsorção de Sódio (A), Relação de Adsorção de Sódio ajustada (B) e da Relação de Adsorção de Sódio corrigida (C) nas águas provenientes das três fontes amostradas.

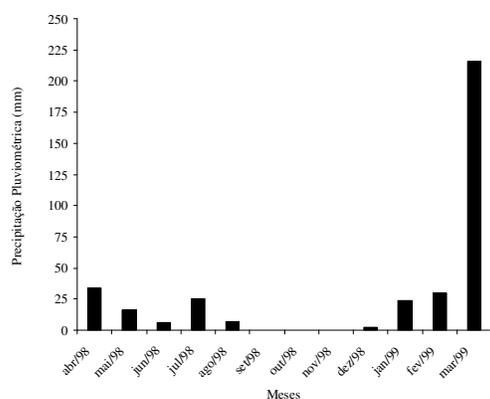


Figura 12 – Precipitação pluviométrica mensal na região do Vale do Açu-RN nos meses de amostragem, observada na Estação Meteorológica da EMPARN.

## CONCLUSÕES

1. As águas das três fontes analisadas apresentam qualidade adequada para uso na irrigação.
2. A água proveniente de poço amazonas requer um monitoramento maior, quando da sua aplicação, pois mostrou valores altos nas concentrações dos íons sódio e cloro, o que pode acarretar injúrias às plantas.
3. A presença de águas bicarbonatadas poderá trazer problemas às plantas e ao solo, caso seja utilizada para a irrigação por aspersão.
4. A variação durante o ano do conteúdo de íons influencia diretamente a qualidade da água para a irrigação, pois se verifica que há influência do clima, da pedologia e da ação antrópica inerente à região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Calidad del agua para la agricultura. FAO: riego y drenaje. Roma, (29). 1976. 85p.
- 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. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1).
- Bernstein, L. Osmotic adjustment of plants to saline media: Dynamic phase. *American Journal of Botany*, (50): 360-70. 1964.
- Burt, C.; O'Connor, K.; Ruehr. Fertigation. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995. 26p.
- Cordeiro, G. G. Salinidade e sodicidade dos solos agrícolas. Petrolina-PE, EMBRAPA. 1982. 45 p.
- Doneen, L. D. Water quality for irrigated agriculture. In: Poljakoff-Mayber, A; Gale, J. (eds.) *Plants in saline environments*. Berlin: Springer-Verlag, 1975, cap. 4, p. 56-76. (Ecological Studies, 15).
- Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos: Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro. EMBRAPA – SNLCS, 1997. [n. p.].
- Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Batista, M.A.F. Prevenção, manejo e recuperação dos solos salinos e sódicos. Curso de Especialização em Irrigação e Drenagem. Mossoró: ESAM, 1991. 56p. Apostila
- Holanda, J. P. de; Amorim, J. R. A. de. Qualidade de água para irrigação. In: *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande – PB, SBEA/UFPB, p. 137-169. 1997.
- Hoorn, J. W. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. In: *Salinity Seminar, Baghdad*. Rome: FAO, 1971, p. 117-35. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 7).
- Kovda, V. A.; Yaron, B.; Shalhevet, Y. Quality of irrigation water. In: Kovda, V. A.; Berg, C. van den; Hagan, R. M. (eds.) *INTERNATIONAL SOURCE BOOK ON IRRIGATION, DRAINAGE AND SALINITY*. London: HUTCHINSON/FAO/UNESCO, 1973. Cap 7, p. 177-205.
- Leprun, J.C. Primeira avaliação de águas superficiais do Nordeste. In: *SUDENE. Relatório do convênio de manejo e conservação do solo no Nordeste brasileiro*. Recife, 1983. p.91-141.
- Medeiros, J. F. de. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos estados do RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB/CCT/DEAg, 1992. 173 p. (Dissertação de Mestrado).
- Morais, E.R.C.; Maia, C.E.;Oliveira, M. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN. *Caatinga*, Mossoró-RN, 11(1/2):75-83, dez. 1998
- Rhoades, J. D. Quality of water for irrigation. *Soil Science*, 113, p. 277-84. 1972.
- Richards, L. A. (ed.). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington D.C.: U. S. Salinity Laboratory, 1954. 160 p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- Sousa, A.R.; Batista, R.B.; Silva, A.B.; Oliveira; M. de.; Resende,M. Plagioclásios calco-sódicos de solos do Nordeste:Determinação por difração de raios X e implicações na sodificação. In: *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 25, 1995, Viçosa, MG. Resumos... Viçosa, MG: SBCS, v.1,p.271-273. 1995.
- Suarez, D. Z. Relation between  $pH_c$  and sodium adsorption ratio (SAR) an alternative method of estimating SAR of soil or drainage waters. *Soil Science Society American Journal*, 45: 469-75. 1981.
- University of California Committee of Consults. *Guidelines of interpretation of water quality for agriculture*. Davis: University of California, 1974. 13 p.
- Yagüe, J. L. F. *Técnicas de riego*. Madrid, MUNDI-PRENSA. 1996. 471 p.