

## DINÂMICA DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DA BACIA DO CURU

*Francisco Dirceu Duarte Arraes<sup>1</sup>; Eunice Maia de Andrade<sup>2</sup>; Helba Araújo de Queiroz Palácio<sup>3</sup>;  
Carlos Henrique Carvalho de Sousa<sup>4</sup>; Jenair Alves Silva<sup>5</sup> & José Itamar Frota Junior<sup>6</sup>*

**RESUMO** --- Este trabalho teve como objetivo identificar mudanças na classificação das águas entre a parte baixa e a parte alta da bacia do Curu, com base na sua composição iônica, bem como identificar limitações de uso para a irrigação. As coletas foram realizadas mensalmente no período de out/2004 a set/2005, em 9 pontos distribuídos ao longo do trecho perenizado da bacia, perfazendo um total de 102 amostras. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Água da Universidade Federal do Ceará, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, CE, cátions e ânions. Em seguida, aplicou-se o triângulo de Piper na definição das classes das águas. A classe predominante das águas em toda a bacia foi a cloretada cálcica ou magnesiana, sendo que na parte alta o percentual das amostras com esta classificação foi de 86,7% e na parte baixa foi de 67,5%. A segunda classe mais expressiva foi a cloretada sódica, com um registro de somente 11,1% nas partes altas e de 32,5% nas partes baixas. Tal fato expressa que as águas da parte baixa apresentam maior limitação de uso na irrigação em consequência de uma maior carga de sais adicionados ao rio pelos aglomerados humanos e pela irrigação.

**ABSTRACT** --- The aim of this work was to identify the changes in the water classification in the up and downland regions of Curu watershed, Ceará, Brazil, based on ionic composition. Also, use limitation of this water in irrigation was evaluated. Water samples were collected in nine sample stations distributed along the Curu River perennialized section. A total of 102 samples were taken, monthly, from Oct./2004 to Sept./2005. Physical-chemical parameters were evaluated in the Soil and Water Laboratory of the Universidade Federal do Ceará. The samples were analyzed for: pH, electrical conductivity (EC), cations and anions. Water samples were classified by the use of Piper's Diagram. Water was predominantly classified as calcium or magnesium chloride. In the up land, 86.7% of sampled presented this classification and in down land the percent of the sample included in this class were 67.5%. The second more expressive water class was sodium chloride, registering, only, 11.1% in the up land and 32.5% in down land region. This fact expresses that down land waters present higher limitation to be used in irrigation than those in up land part. The higher load of sodium and chloride in down land could be related to human settlement and irrigation.

**Palavras-chave:** Irrigação, salinidade, carga iônica

<sup>1</sup>Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Bolsista do CNPq, EAFI-CE, Rua Alfredo Leopoldo, 131, Bairro Santo Antonio, CEP 63500-000, Iguatu-CE, e-mail: [dirceutid@yahoo.com.br](mailto:dirceutid@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Ph.D., Profa. do Dep. De Engenharia Agrícola, bolsista do CNPq, CCA/UFC, [eandrade@ufc.br](mailto:eandrade@ufc.br)

<sup>3</sup>Licenciada em Ciências Agrícolas, M.Sc. Em Irrigação e Drenagem, EAFI-CE. [helbaraujo23@yahoo.com.br](mailto:helbaraujo23@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Professor, M. Sc. Escola Agrotécnica Federal de Iguatu – Ceará, [sousaibiapina@yahoo.com.br](mailto:sousaibiapina@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>Estudante de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, EAF de Iguatu – Ceará, [jenair@eloamigo.org.br](mailto:jenair@eloamigo.org.br)

<sup>6</sup>Engo. Agrº, M. Sc., Técnico da EMATER, CE, [itamarfrota@yahoo.com.br](mailto:itamarfrota@yahoo.com.br)

## 1 - INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são frequentemente acompanhados de aumentos na demanda hídrica, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e desenvolvimento de qualquer comunidade (Bueno et al., 2005). A redução da disponibilidade desses recursos de boa qualidade e o aumento da produção de despejos domésticos e industriais tem impulsionado o uso de águas de qualidade inferior na irrigação, cuja avaliação se torna necessária (Magalhães et al., 2002).

Estima-se que nas regiões semi-áridas, 25% dos solos irrigados estão comprometidos quanto à salinidade e a sodicidade. Com a incorporação de novas áreas irrigadas, esse problema vem aumentando a cada ano. O emprego de águas de boa qualidade com baixos níveis de salinidade e risco de sodicidade não deveriam oferecer maiores problemas à irrigação; no entanto, o inadequado balanço de sais comumente verificado em decorrência de problemas de drenagem, promove uma gradativa degradação dos solos irrigados e um progressivo aumento das áreas com problema (Cordeiro, 1999; Freire et al., 2003; Andrade et al., 2006).

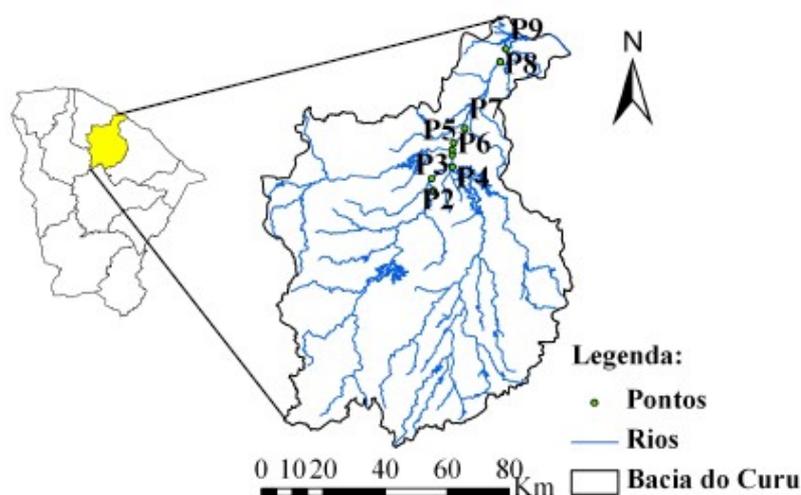
A condutividade elétrica é um dos parâmetros utilizados para expressar a concentração de sais solúveis na água. A água a ser usada na irrigação pode causar efeitos prejudiciais ao solo e às culturas, sendo necessário recorrer a técnicas de manejo para amenizar os problemas que surgirão através da sua utilização (Frota Junior, 2006). Os principais sais presentes nas águas de irrigação são: cloretos, carbonatos, bicarbonatos associados aos elementos cálcio, magnésio, potássio e sódio. Estes íons presentes nas águas de irrigação podem ter origens naturais, oriundas da dissolução ou da intemperização lenta da rocha e solo (Andrade et al., 2003). Outra origem para esses íons presentes na águas é através da ação antrópica, como observou Palácio (2004).

Existem vários critérios e classificações de qualidade de água, neste trabalho optou-se pela proposta por Davis & DeWiest (1966) citado por Maia et al. (2001) que sugerem um esquema de classificação com um diagrama apresentando a composição iônica da água de irrigação em escala percentual, em função das concentrações de cálcio, magnésio e da soma de sódio e potássio e, ainda, pelos ânions cloretos, sulfatos e soma dos carbonatos com bicarbonatos. O presente trabalho tem objetivo de identificar os íons de maior contribuição na composição iônica das águas representativas da parte alta e as da parte baixa da bacia do Curu empregadas nos perímetros irrigados na referida bacia.

## 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido ao longo da bacia hidrográfica do rio Curu, localizada entre as coordenadas geográficas 3° 20' e 4° 36' de latitude Sul e 38° 55' e 39°50' de longitude Oeste

(Figura 1). O clima da parte baixa da bacia é classificado segundo Koopen, como do tipo Aw' quente e úmido, com chuvas de outono, alcançando valores máximos nos meses de março e abril. O período seco se prolonga de julho a dezembro, ocorrendo menores precipitações nos meses de outubro e novembro. A precipitação anual média é de 1020 mm. A temperatura média anual é de 26,3°C, com máxima de 35°C em fevereiro e mínima de 18°C em julho. Já as partes altas da bacia do Curu apresentam clima do tipo BSh'w', semi-árido quente com chuvas de outono, com temperaturas médias sempre superiores a 18°C. A perenização do rio Curu é devida à distribuição parcial dos açudes General Sampaio, Pereira de Miranda e Caxitoré.



PONTOS DE COLETA: Ponto 1 –Serrota; Ponto 2 –Canal da FEVC; Ponto 3 –Canal riacho da porta; Ponto 4-Rio Canindé; Ponto 5 –Rio Caxitoré; Ponto 6 –Rios: Canindé, Caxitoré e Curu; Ponto 7 –Rio Curu (Ponte S. Luis do Curu); Ponto 8 –Rio Curu (Ponte CE 085); Ponto 9 –Rio Curu (Fazenda das pedras).

FIGURA 1. Localização da Bacia do Curu no estado do Ceará

Os solos presentes na Bacia do Curu são os seguintes: Argissolos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Regolíticos, Luvisolos Crômicos ou Háplicos, Planossolos e os Neossolos Flúvicos (Figura 2). Dentro da área de estudo estão localizados os perímetros irrigados Curu-Recuperação e o Curu-Paraipaba, com áreas irrigáveis de 1.180 e 8.000 hectares, respectivamente.

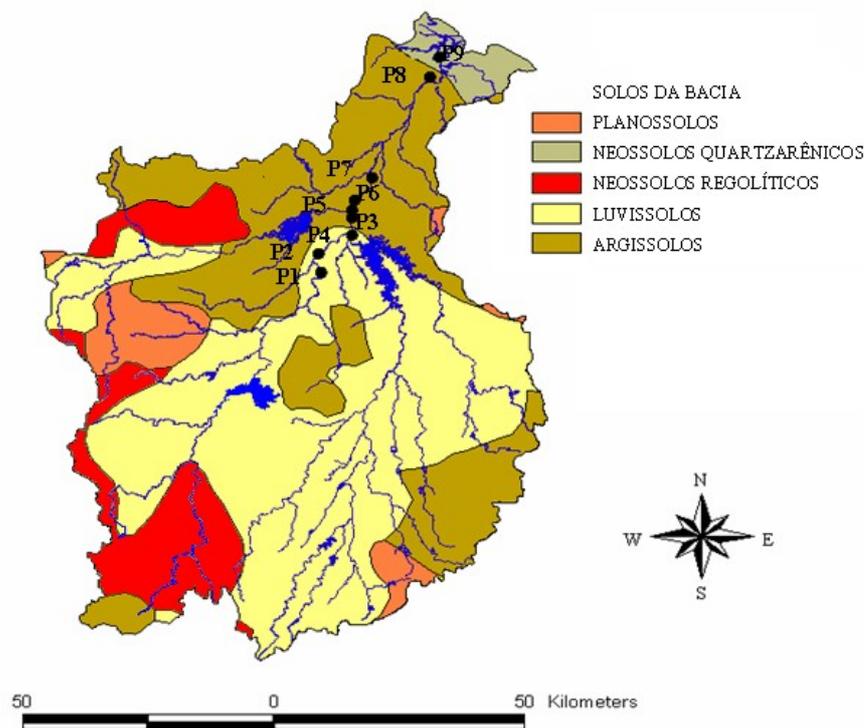


FIGURA 2. Mapa dos solos da bacia do Curu.

As coletas de água foram realizadas entre outubro de 2004 a setembro de 2005, em 9 pontos ao longo da Bacia do Curu (Figura 1). Exceções feitas aos pontos 02 e 03, que durante os meses de Março, Julho e Agosto de 2005, se tornaram inacessíveis. Os critérios adotados para se eleger os pontos de amostragem foram a existência de aglomerados urbanos, de indústrias e de perímetros irrigados. As águas amostradas foram coletas em garrafas plásticas de um litro devidamente esterilizadas. Após a coleta foram adicionadas 02 gotas de tolueno, solvente utilizado para estabilizar a amostra e minimizar a proliferação de microorganismos. As amostras foram levadas ao Laboratório de Água e Solo da Universidade Federal do Ceará para análise, seguindo a metodologia descrita por RICHARDS (1954), onde os atributos analisados foram os seguintes: condutividade elétrica (CE), cátions ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ).

Considerou-se como pontos representativos da parte alta da bacia do Ponto 01 ao Ponto 05 o que corresponde a 45 amostras, enquanto que os pontos representativos da parte baixa foram o Pontos 06, 07, 08 e o 09, perfazendo um total de 40 coletas. A classificação das águas da bacia do Curu, quanto a sua composição iônica, foi desenvolvida para a parte alta e baixa da respectiva bacia. Esta classificação fundamentou-se naquela proposta por Davies e Dewiest (1966) “Triângulo de Piper”, a qual é função das concentrações de cálcio, magnésio, da soma de sódio e potássio, e ainda, pelos ânions cloretos, sulfatos e a soma de carbonatos com bicarbonatos (Mesquita et al., 2004). O Diagrama foi obtido através do software Qualigraf, disponível no site da FUNCEME ([www.funceme.br](http://www.funceme.br)). As águas presentes na parte alta e parte baixa da bacia foram classificadas

isoladamente, para assim poder identificar a influência dos perímetros irrigados presentes na parte baixa da bacia.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 - Parte Alta

Através da Figura 3 observa-se a classificação das águas da parte alta da bacia pelo emprego do Diagrama de Piper. Com relação aos triângulos menores, os quais indicam predominância de cátions e ânions, verifica-se que para os cátions a predominância foi de águas mistas com 88,9 % e 11,1 % para sódicas; enquanto para os ânions 97,8 % apresentaram-se como cloretadas e apenas 2,2 % como bicarbonatadas. Ainda pela referida figura pode-se observar que em uma análise conjunta de cátions e ânions essas águas foram classificadas com sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas em sua grande maioria (86,7% das amostras). Dos 13,3% restante das amostras 11,1% foram enquadradas como sulfatadas ou cloretadas sódicas, e apenas 2,2% como águas bicarbonatadas. Tal fato pode ser justificado em virtude da geologia da bacia em estudo, onde predomina o cristalino, confirmando os resultados de Silva Junior et al. (1999) que afirmam que há uma predominância de águas cloretadas no cristalino do nordeste brasileiro.

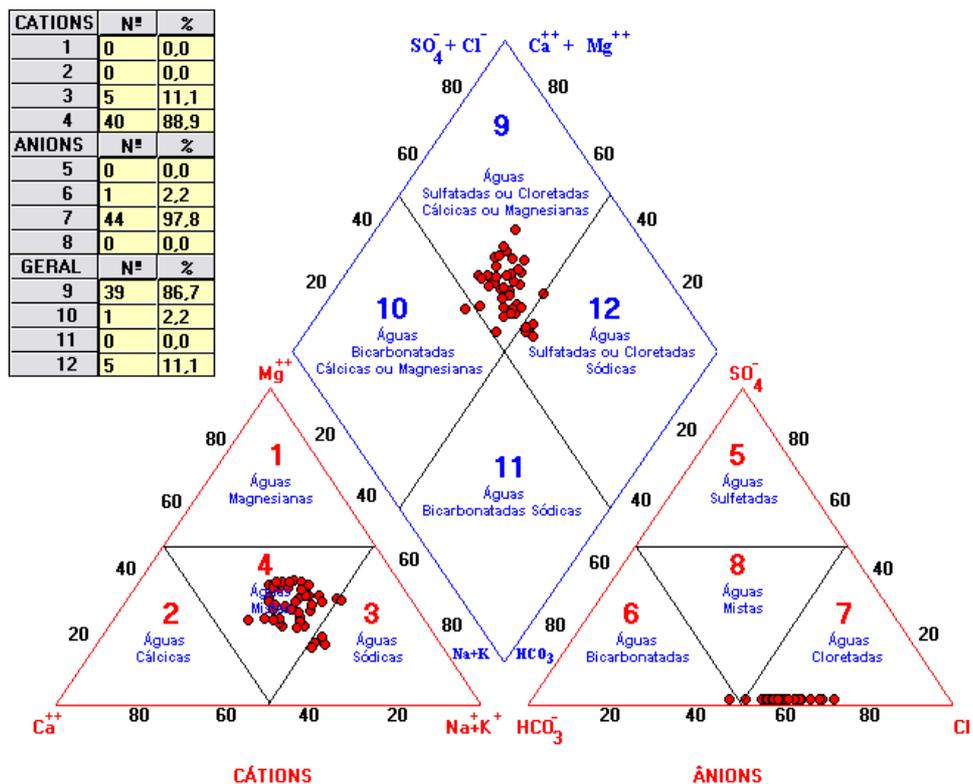


FIGURA 3- Classificação das águas da parte alta da bacia do Curu.

Na Tabela 1 são apresentados os valores mínimos, máximos e médios, bem como o desvio padrão para as variáveis determinadas na qualidade de água, da parte alta da bacia do Curu. Os valores da condutividade elétrica (CE) medidos nas amostras de água foram em média de 0,50 dS.m<sup>-1</sup>, apenas uma amostra ficou acima de 0,75 dS.m<sup>-1</sup> valor sugerido por Ayres & Westcot (1999) como limite de classe que não apresenta risco para uso da água na irrigação; enquanto que os níveis do íon cloreto apresentaram concentrações acima do limite (3,0 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup>), de toxidez para as culturas em geral (Ayers & Westcot, 1999). Portanto, as referidas águas apresentam restrições de uso para a irrigação de culturas sensíveis a maiores concentrações dos sais de cloreto. Tal fato pode estar associado ao despejo de esgotos e lavagem de roupas ao longo da bacia. Resultado semelhante foi observado por Palácio (2004) em estudo realizado no rio Trussu, Ceará.

Observa-se que as águas da parte alta da bacia do Curu apresentam baixa concentração de potássio (Tabela 1), confirmando os resultados de Leprun (1983) que afirma que as águas do semi-árido nordestino apresentam uma baixa concentração de Potássio. Resultados semelhantes foram observados por Lobato et al. (2006) em estudos da qualidade de água do Distrito Irrigado do Baixo Acaraú (DIBAU).

Tabela 1- Estatísticas descritivas das variáveis da qualidade de água na parte alta. Bacia do Curu

Variáveis	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	1,05	0,36	0,50	0,11
Ca <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	2,10	0,80	1,41	0,30
Mg <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	3,10	0,60	1,56	0,42
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	4,90	1,20	1,90	0,68
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	0,40	0,10	0,19	0,06
Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	8,00	1,60	3,07	0,89
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	6,20	1,30	2,00	0,66

Os valores médios encontrados ao longo da parte alta da bacia do Curu para o Bicarbonato ficaram por volta de 2,00 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>. Maia et al. (2001) afirmam que águas com concentrações inferiores 2,5 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup>, não apresentam riscos à utilização na irrigação. Mesquita et al. (2004) obteve resultados semelhantes em estudos de classificação das águas da bacia do Acaraú. Ainda pela Tabela 1, observa-se que a concentração do íon cloreto foi superior ao íon bicarbonato, diferindo dos resultados observados por Costa & Gheyi (1984) apud Batista et al. (2006), que encontraram uma predominância do bicarbonato ao cloreto em águas com de menor salinidade (CE < 0,75 dS.m<sup>-1</sup>).

### 3.2 - Parte Baixa

A distribuição das amostras de água representativas da parte baixa da bacia do Curu pode ser vista pela Figura 4. De acordo com a referida figura para as 40 amostras analisadas, obteve-se como resultado para os cátions, 67,5% das amostras apresentaram-se como mistas e 32,5% sódicas. Já em relação aos ânions, 100% das amostras se apresentaram como cloretadas. Com relação à classificação geral, com 67,5% do total de amostras, a classe de água cloretadas, cálcicas ou magnesianas, foi a que predominou, seguida da classe cloretada sódica com 32,5% das amostras. A parte baixa da bacia recebe uma contribuição muito forte dos perímetros irrigados Curu-Recuperação e Curu-Paraipaba, neste último perímetro, a cultura do coco é explorada intensivamente, o que pode explicar esta maior concentração do cloreto em decorrência do emprego do KCl como fonte de potássio para a cultura do coco (Lopes et al., 2006).

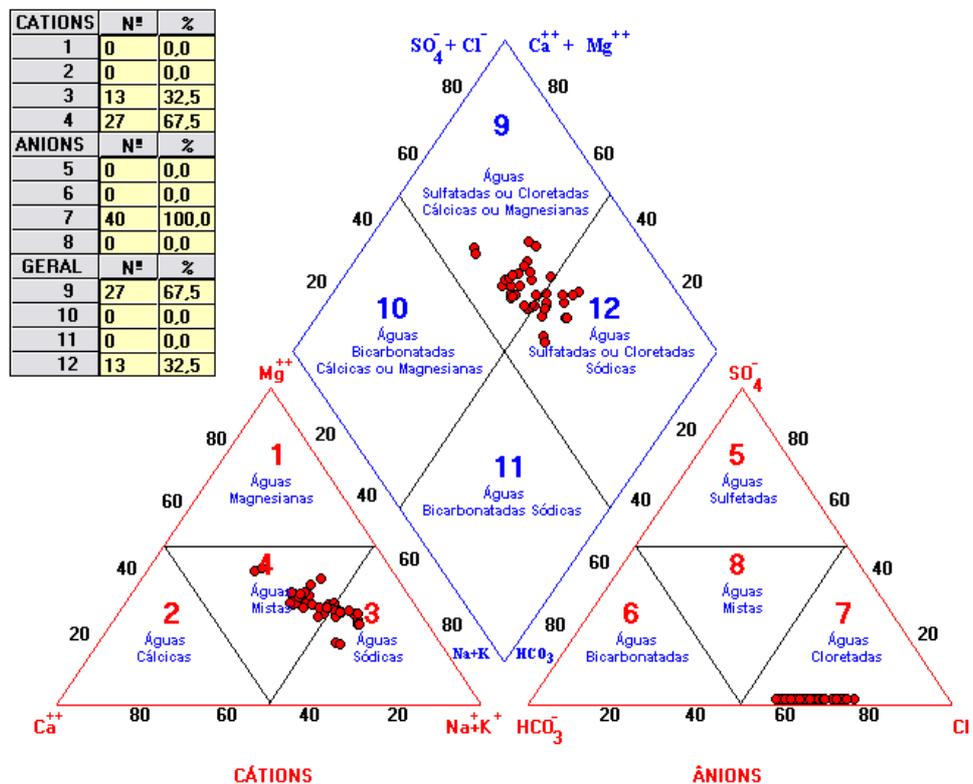


FIGURA 4- Classificação das águas da parte baixa da bacia do Curu

Na Tabela 2 estão dispostas às estatísticas descritivas dos parâmetros de qualidade de água, avaliados para parte baixa da bacia do Curu. Analisado a referida tabela, vemos que o íon sódio aumentou sua concentração em relação à parte alta da bacia ficando no limite da classe de restrição de uso quanto à toxidez das culturas proposto Ayers & Westcot (1999). Para Frota Junior (2006) esse aumento na parte baixa da bacia deve-se aos maiores aglomerados humanos e às maiores extensões da agricultura irrigada, estarem presentes nesta parte da bacia. Outro fato que explica essa

maior concentração do íon sódio é a existência de drenos localizados nesta parte da bacia, os quais despejam as águas oriundas dos perímetros irrigados no rio Curu (Pereira et al., 1983).

O íon cloreto apresentou um valor máximo de 8,30 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup> (P8), este valor se encontra muito acima do recomendado (3,00 mmol<sub>c</sub>.L<sup>-1</sup>) por Ayers & Westcot (1999) como limite de toxidez nas culturas sensíveis. Tal valor pode ser explicado por esse ponto de coleta estar localizado a jusante do perímetro Curu-Paraipaba, onde as águas de drenagem são adicionadas ao rio Curu.

Tabela 2- Estatísticas descritivas das variáveis da qualidade de água na parte baixa. Bacia do Curu

Variáveis	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	1,09	0,50	0,65	0,14
Ca <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	2,00	1,00	1,43	0,25
Mg <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	3,00	0,90	1,97	0,42
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	5,90	1,30	2,99	1,13
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	0,30	0,10	0,17	0,06
Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	8,30	3,00	4,42	1,29
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> .L <sup>-1</sup> )	3,20	1,00	2,15	0,28

Costa & Gheyi (1984) apud Batista et al. (2006), mostram que águas com baixos níveis de salinidade (CE < 750 µmohs.cm<sup>-1</sup>) podem apresentar concentrações do íon bicarbonato próximas ou superiores as do cloreto. Enquanto que em águas com nível de salinidade superior a 750 µmohs.cm<sup>-1</sup> predomina o íon cloreto em relação ao HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Porém o observado neste trabalho foi o predomínio do cloreto em relação ao bicarbonato. Acredita-se que os valores elevados de cloreto registrados na parte baixa da bacia do Curu sejam resultantes da contaminação das águas devido à presença dos aglomerados humanos nesta parte da bacia, bem como dos sais lixiviados dos perímetros irrigados existentes nesta parte da bacia hidrográfica do Curu.

#### 4 – CONCLUSÕES

1. Para a parte alta da bacia do Curu as águas enquadraram-se como cloretadas, havendo uma predominância de águas mistas (88,9%) entre os cátions e do cloreto entre os ânions, com um percentual de 97,8.
2. As águas da parte baixa caracterizam-se como cloretadas com percentual em torno de 67,5%, entre os cátions 67,5% das amostras se apresentaram como mistas e 32,5% sódicas, enquanto que para ânions 100% das amostras se apresentaram cloretadas.
3. O íon cloreto se fez presente tanto na parte alta como na parte baixa da bacia, ficando acima do limite de toxidez em ambas as parte.
4. Maiores concentrações de cloreto e sódio, 4,42 e 2,99 respectivamente, foram registradas na parte baixa da bacia.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, E. M.; BATISTA, T. M.; TEIXEIRA, A. S.; MEIRELES, M.; SOUSA, B. F. S. (2006). *Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS*. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.37 p.279-286, 2006.
- ANDRADE, E. M.; CRUZ, M. G. M.; MEIRELES, A. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. A.; RODRIGUES, F. E. (2003) A. *Risco de toxicidade das culturas irrigadas com águas superficiais e subterrânea em região semi-árida do Baixo Jaguaribe, Ceará*. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, 2003, Curitiba. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 1 CD.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. (1999). *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande – PB: UFPB. Tradução de Gheyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Damasceno, F.A.V., 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1)
- BATISTA, T. M.; ANDRADE, E. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MEIRELES, M.; RODRIGUES, J. O. *Modelagem da estrutura iônica das águas da bacia hidrográfica do Acaraú, Ceará*. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.1, p.1-6, 2006
- BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. (2005). *Monitoramento de variáveis de qualidade da água do horto ouro verde - Conchal – Sp*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.25, n.3, p. 742-748, 2005.
- CORDEIRO, G. (1999). *Salinidade em áreas irrigadas*. Petrolina, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br/artigos/salinidade.html>> Acesso em: 23maio2003
- FREIRE, M. B. G. S. dos; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A. (2003). *Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.2, p.227-232, 2003.
- FROTA JUNIOR, J.I. (2006). Variabilidade espacial e temporal da qualidade das águas no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- JOSÉ F. B. LOPES, EUNICE M. ANDRADE, JOSÉ I. FROTA JÚNIOR, LUIZ CARLOS. G. CHAVES, FRANCISCO A. O. LOBATO. (2006). *Efeito da ação antrópica na concentração do íon cloreto ao longo da bacia do curu, Ceará, Brasil*. In: Anais... Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 35, João Pessoa, 2006. (CD ROM).
- LEPRUN, J. C. (1983). Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. In: *Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro*. Recife: Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, 1983, p. 91-141.

- LOBATO, F. A. O.; EUNICE M. A.; MEIRELES, A. C.; OLIVEIRA, M., N. L. ; RODRIGUES J. O. (2006). *Classificação da água usada para irrigação no distrito irrigado baixo Acaraú, Ceará*. In: Anais... Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 35, João Pessoa, 2006. (CD ROM).
- MAIA, C.E.; MORAIS, E.R.C. de; OLIVEIRA, M. de. (2001). *Classificação da composição iônica da água de irrigação usando regressão linear múltipla*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.1, p.55-9, 2001.
- MESQUITA, T. B.; ANDRADE, E. M.; CRISOSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M.; MEIRELES, M. (2004). *Classificação das águas na bacia do Acaraú*. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 7., 2004, São Luís. Anais... Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 1 CD
- PALÁCIO, H.A.Q. (2004) *Índice de qualidade de água na Parte Baixa da Bacia Hidrográfica do rio Trussu – CE*. 2004. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - área de concentração em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza , 2004..
- PEREIRA, O. J.; MATIAS FILHO, J.; MONTEIRO, M. L.; VIANA, E. de Q. (1983). *Qualidade da água de irrigação dos perímetros irrigados do vale Curu e Morada Nova (de outubro de 1978 a 1980)*. Ciência Agrônômica, Fortaleza, v. 14 (1/2), p.69-89, 1983
- SILVA JÚNIOR, L.G.A.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F. (1999). *Composição química de águas do cristalino do Nordeste brasileiro*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.11-17, 1999.