

Influência antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará¹

Anthropogenic influence on the addition of salts in the perennialized section of the Curu basin, Ceará State, Brazil

José Itamar Frota Júnior², Eunice Maia de Andrade³, Ana Célia Maia Meireles⁴, Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra⁵ e Beatriz Fernandes Simplicio Souza⁶

Resumo – Este estudo foi desenvolvido para identificar a ação antrópica sobre a variação espacial na concentração dos sais totais nas águas superficiais da bacia do Curu e seus afluentes. Os indicadores da carga iônica utilizados neste trabalho foram: condutividade elétrica (CE), sódio, cloreto e razão de adsorção de sódio (RAS). As coletas foram realizadas mensalmente de outubro de 2004 a setembro de 2005, em nove pontos distribuídos ao longo do rio Curu e em seus principais afluentes, em um total de 102 amostras. A análise de variância e o teste de Tukey a 1% para a comparação das médias foram aplicados para se investigar as alterações sofridas pelas águas estudadas. Os resultados evidenciaram incremento de sais totais ao longo da bacia. No ponto P1 (açude Serrota, início do trecho perenizado), o valor médio encontrado para CE foi de 0,50 dS.m⁻¹, enquanto no P9 (Fazenda Pedras, próximo à foz do rio) este foi de 0,70 dS.m⁻¹. As diferenças mais significativas entre os parâmetros foram observadas entre os pontos P1, P2 e P3 (início do trecho perenizado) e os P8 e P9 (parte baixa da bacia do Curu). As maiores alterações foram registradas quando as águas cruzavam perímetros irrigados e áreas urbanas, expressando a ação antrópica sobre a qualidade das águas superficiais na bacia do Curu. O íon que apresentou maior incremento na sua concentração foi o sódio.

Termos para indexação: Salinidade, contaminação, águas superficiais.

Abstract - This research aims to analyze the variations of total salt along the perennialized section of the Basin of Curu River, Ceara state, Brazil, due to the anthropogenic influence. The indicators of ionic load used in this work were: electric conductivity (EC), sodium, chloride and Sodium Adsorption Ratio (SAR). Samples of water were collected monthly from October 2004 to September 2005, in nine points distributed along the river Curu and its main effluents, in a total of 102 samples. Analysis of variance and comparison of averages with the test of Tukey at 1% level were used in order to investigate water alterations along the studied section of the basin. The results indicate an increment of total salts along the basin. At point P1 (Serrota Dam, beginning of the perennialized section) average value of EC was 0,50 dS.m⁻¹, while at P9 (Pedras Farm, near the basin outlet) it was 0,70 dS.m⁻¹. The most significant differences among the parameters were observed at points P1, P2 and P3 (beginning of the perennialized section), and P8-P9 (down part of the Curu basin). The major alterations were registered at points situated in irrigated perimeters or urban areas, expressing the anthropogenic influence on the quality of the surface water of the Curu River basin. Sodium was the ion presenting the highest increment in concentration.

Index terms: salinity, contamination, superficial waters.

¹ Recebido para publicação em 06/09/2006; aprovado em 13/02/2007.

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada ao Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, CE

² Eng. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, Dep. de Engenharia Agrícola, CCA/UFC, Caixa Postal 12168, CEP: 60455-970, Fortaleza, CE. Fone (85) 3288 9762, itamarfrota@yahoo.com.br

³ Eng. Agrônoma, Ph.D., Prof. do Dep. de Engenharia Agrícola, Pesquisadora do CNPq, CCA/UFC, CE, eandrade@ufc.br

⁴ Eng. Agrônoma, Doutoranda em Eng Civil/ Recursos Hídricos – Dep. Eng. Hidráulica Ambiental, CT/UFC, CE

⁵ Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. do Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, CE

⁶ Estudante de Agronomia, UFC, Fortaleza, CE, beatrizsimplicio@yahoo.com.br

Introdução

Devido ao crescimento da população mundial aliada às altas taxas de consumo de água, além da contaminação por ações antrópicas, a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos vêm se tornando cada vez mais escassos.

No Nordeste do Brasil, marcado pela má distribuição das chuvas, que se concentram praticamente em um único trimestre no ano, a utilização adequada e criteriosa dos recursos hídricos passou a ser primordial para o desenvolvimento da região (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos-COGERH, 1996).

Durante o século 20, começaram a ser implantados no Nordeste os projetos de irrigação, como um dos mecanismos de convivência com as secas, havendo uma maior ação durante os anos 70. Especialmente nesta região, o desenvolvimento da irrigação só foi possível devido a um novo tipo de aproveitamento adotado para os reservatórios ou açudes, a perenização dos rios (Santiago, 1984). Exemplos desse aproveitamento são os açudes General Sampaio, Pereira de Miranda e Caxitoré na bacia hidrográfica do Curu. Contudo, o uso e a ocupação rural ou urbana do solo apresentam um potencial de gerar cargas poluidoras ou contaminantes difusos em relação aos corpos d'água receptores, onde a qualidade de água na parte baixa de uma bacia hidrográfica está intrinsecamente relacionada com o manejo que a mesma recebe à montante (Brooks et al., 1993). Nas águas, os íons presentes podem ter diferentes origens. Natural, oriunda da dissolução ou intemperização lenta das rochas e solo ou mesmo antrópica, devido a diferentes usos e atividades desenvolvidas ao longo de todo o curso dos rios (Andrade et al., 2003; Palácio, 2004; Afonseca et al., 2005).

As concentrações dos sais presentes nas águas apresentam uma estreita relação com as propriedades químicas das rochas e com os solos lavados durante os processos de escoamento superficial e de percolação das águas, sendo, dessa maneira, necessários estudos que verifiquem a possível contribuição da composição química desses constituintes nas águas da bacia como um todo, (Costa et al., 1982). A qualidade da água na bacia hidrográfica é, também, afetada pelos sais provenientes dos centros urbanos e de perímetros irrigados (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos-COGERH, 1996; Gorayeb, 2004), além de aerossóis marinhos de acordo com Walter (1968), citado por Suassuna (2006). Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da ação antrópica e dos solos sobre a qualidade das águas ao longo do trecho perenizado na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido ao longo do trecho perenizado da bacia hidrográfica do rio Curu, localizada ao norte do estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas 3°20' e 4°36' de latitude Sul e 38°55' e 39°50' de longitude Oeste (Figura 1). A bacia limita-se ao norte, com o Oceano Atlântico; ao leste com a bacia Metropolitana e ao oeste com as bacias do Acaraú e Banabuiú

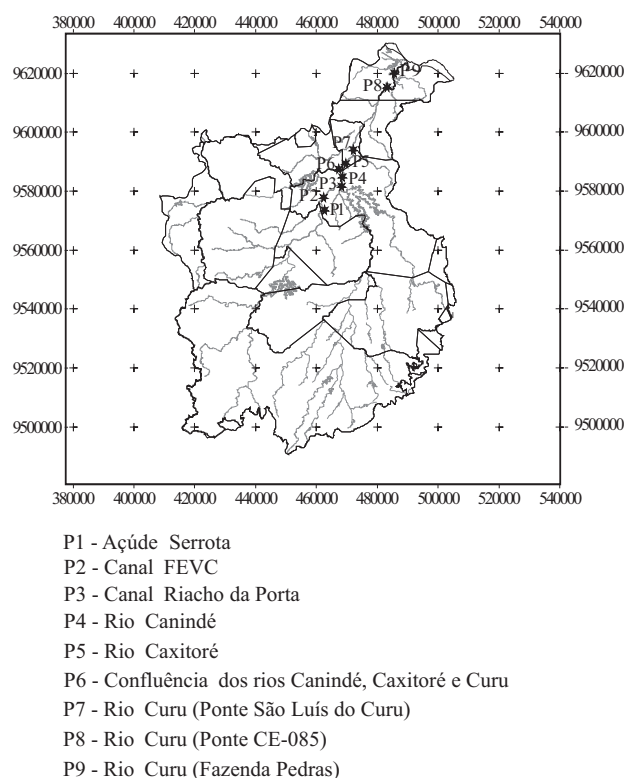


Figura 1 - Mapa da bacia hidrográfica do Curu e os pontos de coleta

Possuindo uma extensão de 195 km, o rio Curu nasce na serra do Machado, no pico do Quatí, e deságua no litoral oeste do Ceará entre os municípios de Paracuru e Paraipaba. No trecho perenizado do rio Curu, encontra-se o açude Serrota, com capacidade de 4.571.000 m³, e a poucos quilômetros, a jusante, o rio Curu recebe pela margem direita, o rio Canindé seu principal afluente. Este afluente é perenizado pelo açude Pereira de Miranda que tem uma capacidade de acumulação de 395.600.000 m³. Um pouco mais a jusante o rio Curu recebe, pela margem esquerda, as águas de outro expressivo afluente, o Caxitoré, onde se localiza o açude de mesmo nome, com capacidade de acumulação de 220.000.000 m³. Nesta área, encontram-se localizados os perímetros Curu-Recuperação e Curu Paraipaba.

Na bacia hidrográfica, de acordo com a COGERH (1996), as principais atividades desenvolvidas são: cultivo de milho (54%), feijão (49%) e coco (45%). A cana foi plantada por cerca de um terço dos produtores (29%), banana e batata por pouco mais de 10% dos produtores.

Pela classificação de Köppen, o clima na parte baixa da bacia é do tipo Aw' quente e úmido, com chuvas de outono, alcançando valores máximos nos meses de março e abril. A estação seca, se prolonga de julho a dezembro ocorrendo as 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 absoluta de 18°C, em julho. As partes altas da bacia do Curu apresentam clima do tipo BSh'w', semi-árido quente com chuvas de outono e temperaturas médias sempre superiores a 18°C.

O relevo da bacia apresenta-se caracterizado, em seu aspecto geral, por tabuleiros e superfícies similares, apresentando característica de regiões próximas ao litoral, classificadas como sendo do grupo Barreiras, situados nas classes 2 e 3 para irrigação. Pode-se observar na Figura 2 os tipos de solos que ocorrem na bacia do Curu, onde há predominância de dois tipos na área em estudo: Luvisolos e os Argissolos.

A identificação e a posição geográfica de cada ponto monitorado estão presentes na Tabela 1. A seleção dos locais, para as coletas das amostras ao longo da bacia hidrográfica do Curu, foi realizada observando os seguintes critérios: representatividade, fácil acesso, proximidades de possíveis fontes de contaminação (centros urbanos e perímetros irrigados) e distribuição homogênea ao longo da bacia. As coletas foram realizadas, mensalmente, no período de outubro de 2004 a setembro de 2005, totalizando 102 amostras (durante o estudo 6 amostragens nos pontos 2 e 3 não foram possíveis de serem realizadas em virtude dos canais estarem secos). Nesse período, pôde-

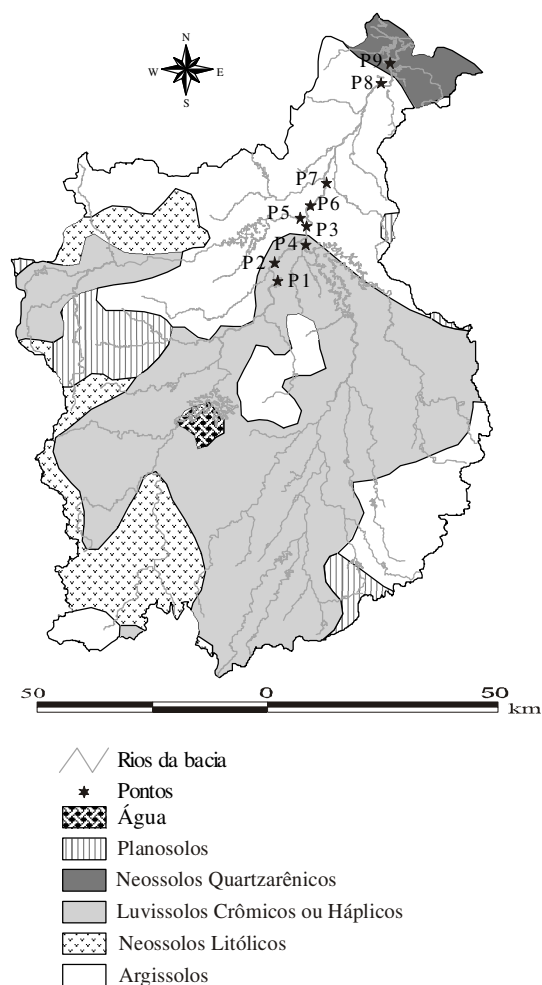


Figura 2 - Solos predominantes da bacia hidrográfica do Curu

se observar e acompanhar as alterações ocorridas nas águas superficiais em função do espaço. As amostras eram acondicionadas em garrafas de 1 (um) litro previamente lavadas. Após a coleta, as mesmas eram enviadas ao Laboratório de Solos/Água da Universidade Federal do Ceará para posterior análise físico-química.

Tabela 1 - Identificação e localização dos pontos de coleta, bacia do Curu, 2005

Ponto	Corpo Hídrico	Referência	Município	Longitude	Latitude
1	BS	Vertedouro	Pentecoste	39°20'00,45" W	3°51'27,68" S
2	CFEVC	FEVC	Pentecoste	39°20'17,91" W	3°49'18,44" S
3	CRP	Próximo DNOCS	Pentecoste	39°16'43,71" W	3°45'11,26" S
4	RCAN	Próximo cemitério	Pentecoste	39°16'41,55" W	3°47'13,41" S
5	RCAX	Perímetro	Pentecoste	39°16'44,79" W	3°44'12,58" S
6	RC	Núcleos F e G	Pentecoste	39°16'27,40" W	3°43'03,79" S
7	RC	Ponte S. L. do Curu	S. Luis do Curu	39°14'31,34" W	3°40'28,23" S
8	RC	Ponte Ce 085	Paraipaba	39°08'18,31" W	3°28'47,10" S
9	RC	Fazenda Pedras	Paraipaba	39°07'19,70" W	3°26'28,03" S

BS: Barragem da Serrota; CFEVC: Canal da Fazenda Experimental do Vale do Curu; CRP: Canal Riacho da Porta; RCAN: Rio Canindé; RCAX: Rio Caxitoré; RC: Rio Curu

Para avaliar os dados obtidos na análise laboratorial foram realizadas a análise de variância e o teste de comparação das médias (teste de Tukey, ao nível de significância de 1%) utilizando o software SISVAR.

Resultados e Discussão

Os valores do quadrado das médias, do F calculado e da significância de probabilidade podem ser vistos na Tabela 2. Nessa tabela observa-se que a análise de variância foi significativa para todos os parâmetros estudados, indicando que a concentração de cada íon apresenta uma variabilidade espacial significativa, a qual é resultante da geologia da região ou da ação antrópica.

Tabela 2 - Valores dos quadrados médios, F calculado e da significância de probabilidade

Parâmetros	QM pontos	Fc	Pr > Fc
Na ⁺	5,249173	6,73	0,0000**
RAS	2,335994	5,57	0,0000**
CE	0,107445	8,30	0,0000**
Cl ⁻	9,029285	8,94	0,0000**

A Tabela 3 apresenta os valores médios dos parâmetros avaliados e a sua comparação pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade. Os valores dos parâmetros estudados sofreram modificações ao longo do trecho perenizado, aumentando nitidamente da parte alta para a parte mais baixa da bacia. É nessa última região que se encontram os aglomerados urbanos e as maiores extensões da agricultura irrigada.

Sódio

As concentrações médias do Na⁺, registradas nos pontos P1, P2, P3 e P5 diferem daquelas encontradas nos pontos P8 e P9, trecho final do rio. Embora o ponto P4, que representa as águas oriundas da sub-bacia do rio Canindé (Figura 1), tenha apresentado concentração de sódio mais alta (2,29 mmol_c.L⁻¹) que nos pontos mais a montante (P1, P2 e P3), não diferiu significativamente dos mesmos. A partir do ponto P6 (confluência dos rios Canindé, Caxitoré e

Curu), percebe-se um aumento gradativo da concentração do Na⁺. Este fato parece estar ligado às contribuições dos efluentes de esgotos domésticos provenientes, principalmente, do município de Pentecoste, assim como da própria geologia local. Resultados semelhantes foram observados por Gorayeb (2004), em estudo sobre a qualidade hídrica dos rios da bacia do Curu. De acordo com a autora, a existência dos “lixões” localizados sobre ressurgências hídricas ou em trechos de riachos (afluentes dos principais tributários do rio Curu) nos municípios da região contribui significativamente para o aumento na concentração de Na⁺. A presença de solos do tipo Luvisolos e Planossolos na parte alta da sub-bacia do Canindé, também podem contribuir para o aumento na concentração de Na⁺, quando estes sofrem lixiviação. Observou-se, também, que no ponto P7 (ponte sobre a BR 222, em São Luis do Curu), a lavagem de roupas pela comunidade ribeirinha é uma atividade comum, podendo o sabão ser uma fonte contaminante de Na⁺. Resultados semelhantes foram obtidos por Palácio (2004).

A Figura 3 apresenta os valores médios da concentração do Na⁺ nas águas do trecho perenizado da bacia do Curu e os limites de restrição para consumo humano e irrigação. Segundo Ayres & Westcot (1999), os valores admissíveis do parâmetro Na⁺ nas águas sem restrição de uso para irrigação é de até 3 mmol_c.L⁻¹. Para a Portaria N° 1469, de 29 de dezembro de 2000 do Ministério da Saúde, os limites aceitáveis para consumo humano é de no máximo 8,6 mmol_c.L⁻¹ (200 mg.L⁻¹). De acordo com a Figura 3, observa-se que apenas os pontos 8 e 9, apresentam restrição ligeira e moderada para uso na irrigação e nenhuma restrição para o consumo humano.

Cloretos

Os valores das concentrações médias do Cl⁻ entre os pontos, aumentam à medida que os mesmos avançam em direção às partes mais baixas da bacia (Tabela 3). Pode-se observar que as águas coletadas dos P8 e P9 (parte baixa) diferiram das águas coletadas em P1, P2, P3 (montante) e P5 (Caxitoré), mas não diferiram das águas de P4, P6 e P7. Autores como Brooks et al. (1993), afirmam que a qualida-

Tabela 3 - Valores médios dos parâmetros amostrados ao longo da Bacia

Íons	Pontos de amostragem								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Na ⁺	1,92 a	1,73 a	1,56 a	2,29 ab	1,85 a	2,51ab	2,62 ab	3,34 b	3,47 b
Cl ⁻	3,05 a	2,91 a	2,82 a	3,52 ab	2,95 a	3,66 abc	3,81abc	5,07 bc	5,13 c
CE	0,50 a	0,49 a	0,46 a	0,55 ab	0,46 a	0,58 ab	0,59 ab	0,72 b	0,70 b
RAS	1,57 ab	1,41 a	1,31 a	1,82 abc	1,63 ab	2,03 abc	2,10 abc	2,43 bc	2,67 c

* Números seguidos pela mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 1%

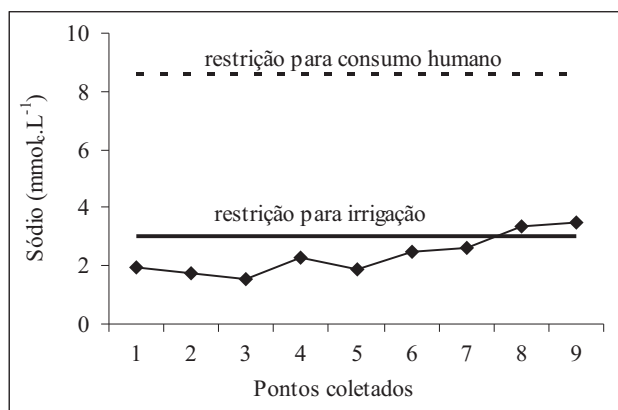


Figura 3 - Valores médios do íon sódio ao longo da bacia do Curu, Ceará

de das águas na parte baixa de uma bacia expressa o manejo que está sendo aplicado aos recursos naturais à montante daquele ponto.

Embora o ponto P4 não tenha diferido dos demais pontos da primeira metade do trecho perenizado, apresentou concentração média do Cl⁻ superior àquelas registradas nos pontos P3 e P5. Acredita-se que o acréscimo de cloretos seja em virtude de contaminação por esgotos domésticos clandestinos, haja vista que naquele ponto, as águas oriundas do açude Pereira de Miranda (rio Canindé) cruzam a cidade de Pentecoste. Um fato que confirma essa afirmativa são os valores menores das concentrações deste íon registrado no açude Pereira de Miranda por Amancio et al. (2004). De acordo com trabalhos de Mesquita et al. (2004) e Afonseca et al. (2005), o Cl⁻ é um bom indicador de poluição urbana, uma vez que o mesmo está presente em detergentes e sabões que são despejados através dos esgotos.

Na Figura 4 observa-se os valores encontrados para o Cl⁻ e os limites de restrição para consumo humano e irrigação. Vale ressaltar que concentração de Cl⁻ inferior a 3,0 mmol_c.L⁻¹ não representam nenhuma limitação de uso para consumo humano ou irrigação. Contudo, este íon passa a apresentar limitações de uso para irrigação por aspersão quando sua concentração for superior a 3,00 mmol_c.L⁻¹ e para irrigação por superfície superior a 4,00 mmol_c.L⁻¹ (Ayres & Westcot, 1999). Assim, a partir do P6 os valores médios encontrados para o Cl⁻, passam a ser limitantes para a utilização na irrigação. Pela Resolução do CONAMA de 18 de junho de 1986 e a Portaria 1469 de 29 de dezembro de 2000 do Ministério da Saúde, a água torna-se inviável ao consumo humano para valores acima de 7 mmol_c.L⁻¹ (250 mg.L⁻¹).

O efeito acumulativo do Cl⁻ ao longo da bacia do Curu torna-se evidente a partir do ponto 6 (Figura 4). Os maiores teores desse íon podem ser oriundos da drenagem

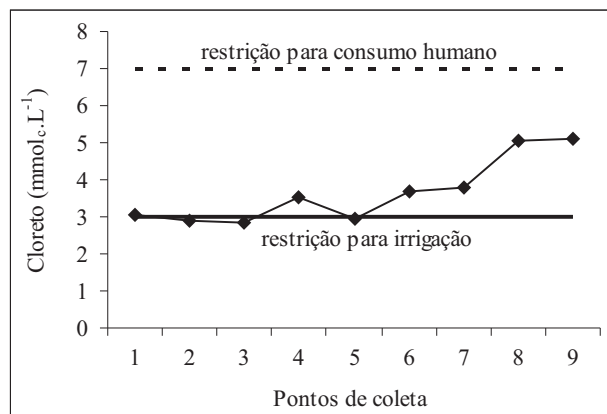


Figura 4 - Valores médios do íon cloreto ao longo da bacia do Curu-CE, trecho perenizado

dos perímetros irrigados presentes na bacia, uma vez que 45% dos perímetros irrigados são explorados com o cultivo do coco, sendo o requerimento de potássio desta cultura suprido por fertilizantes como o KCl. Outra fonte de Cl⁻, pode estar relacionada à deposição dos aerossóis marinhos. Segundo Walter (1968), citado por Suassuna (2006), a água do mar pode ser vaporizada pela força da arrebentação ao longo de costas áridas, e as pequenas gotas secam e formam um pó salgado que pode ser “soprado” terra adentro. Esse sal é, então, levado para dentro do solo pela chuva, ou simplesmente nele depositado. Portanto, acredita-se que o valor elevado de Cl⁻ mantido no ponto P9, seja influência direta da maré, visto que este ponto dista em torno de 7 km da costa. Outra observação que confirma esta afirmativa são os valores do cloreto e do sódio registrado em P9, uma vez que estes são os dois sais presentes em maior abundância nas águas do oceano.

Condutividade Elétrica

Os valores médios da CE, parâmetro utilizado para expressar a concentração de sais solúveis totais na água, podem ser vistos na Tabela 3. Existe um efeito acumulativo dos sais totais nas águas do rio Curu desde a barragem da Serrota (P1) até a cidade de Paraipaba (P9). Os menores valores da CE, como esperado, foram registrados nas águas do rio Curu. (P1, P2 e P3), antes da junção com o rio Canindé, e do Caxitoré (P5).

Para a CE e os íons estudados, o rio Canindé (P4) apresentou valores superiores àquelas encontrados no rio Curu e Caxitoré. Esses valores mais elevados podem ser explicados pela ação antrópica (cidade de Pentecoste), uma vez que as águas do açude Pereira de Miranda (fonte hídrica de perenização do rio Canindé) apresentam valores, para esses parâmetros, inferiores aos registrados no P4, (Amancio et al., 2004).

Nos dois últimos pontos de coleta (P8 e P9), os valores da CE diferiram estatisticamente dos valores registrados em P1, P2, P3 e P5, mas não diferiram dos valores encontrados em P4, P6 e P7. A estação P8, localizada logo após o perímetro de irrigação Curu-Paraipaba, foi a que apresentou valor mais elevado da CE. Este fato se explica pelos sais adicionados às águas do rio Curu pelo processo de lixiviação das áreas irrigadas. Em estudos sobre o risco de salinidade das áreas irrigadas do perímetro Curu-Paraipaba, Pereira et al., (1983) identificaram que em decorrência do tipo de solo (arenoso) uma precipitação anual de 300 mm eram suficientes para lixiviar os sais, sendo os mesmos reconduzidos ao rio.

Na Figura 5, observa-se os valores de CE para os pontos monitorados e os limites de tolerância. De acordo com os valores encontrados segundo a classificação de Richards (1954), as águas são classificadas como da classe C_2 , ou seja, águas que apresentam perigo médio de salinização, podendo ser usada sempre quando houver um grau moderado de lavagem. De acordo com Santos (2000), pode ser utilizada em quase todos os casos e sem necessidade de práticas especiais de controle de salinidade.

Observando a Figura 5, nota-se uma alteração brusca no valor da CE para o P4 (rio Canindé – jusante da cidade de Pentecoste) em relação ao P3 (Canal de irrigação) e P5 (rio Caxitoré) (Figura 5). Acredita-se que essa maior concentração dos sais totais possa ser em decorrência dos esgotos adicionados ao rio Curu (Gorayeb, 2004).

De acordo com Ayres & Westcot (1999), os valores encontrados para a CE ao longo do trecho perenizado da bacia do Curu, com exceção do P8 e P9 não apresentam restrição de uso para a irrigação. Os dois últimos pontos de coleta de água (P8 e P9) apresentam restrição ligeira.

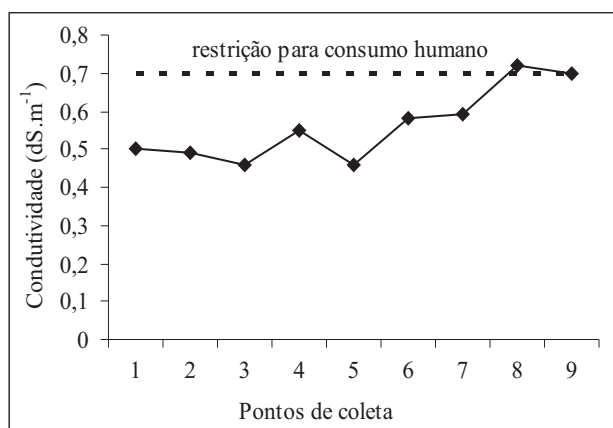


Figura 5 - Valores médios da Condutividade Elétrica ao longo da bacia do Curu-CE, trecho perenizado

Pela classificação das águas proposta por Richards (1954), todos os pontos analisados são classificados como águas de classe C_2 , ou seja, águas que apresentam perigo médio de salinização.

Razão de Adsorção de Sódio (RAS)

A RAS é o parâmetro que melhor expressa o risco de sodicidade das águas empregadas na irrigação. A sodicidade indica o efeito do sódio presente na água de irrigação em elevar a porcentagem de sódio trocável do solo, alterando as propriedades físico-químicas, e promovendo problemas de infiltração. Por outro lado, a infiltração em geral, aumenta com a salinidade e diminui com a redução desta. Autores como Pizarro (1978), mostraram que a água com CE inferior a $0,50 \text{ dS.m}^{-1}$ e, particularmente, abaixo de $0,20 \text{ dS.m}^{-1}$, tende a lixiviar os sais e minerais solúveis, incluindo os de cálcio, reduzindo sua influência sobre a estabilidade dos agregados e estrutura do solo.

Para as águas da bacia do Curu os valores médios sofrem acréscimos significativos à medida que se desloca em direção a sua foz (Figura 6). Na Tabela 3, observa-se que as águas das estações P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7 não diferem entre si ao nível de 1%, e que P9 difere das estações P1, P2, P3 e P5 (Tabela 3). Já as águas representativas das P4, P6 e P7 não apresentaram diferença significativa das demais estações. Apesar de ocorrer aumento significativo entre as médias ao longo da bacia, as águas apresentam risco de sodicidade baixo, estando as mesmas classificadas como S_1 , segundo a classificação de Richards (1954), ou seja, são águas que apresentam perigo baixo de sodificação, podendo ser utilizada para irrigação da maioria dos solos, com pouca probabilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável (Santos, 2000).

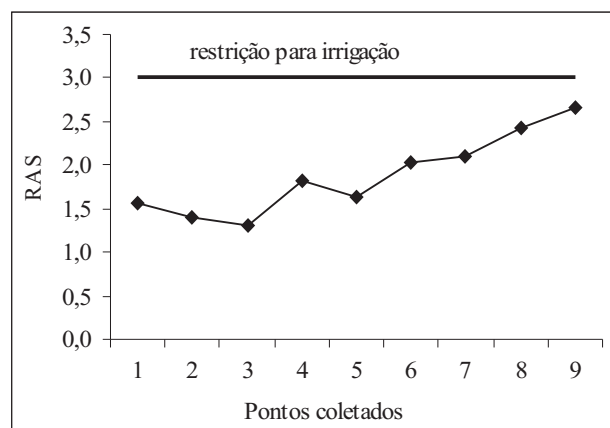


Figura 6 - Valores médios da RAS ao longo da bacia do Curu-CE, trecho perenizado

Verifica-se na Figura 6 que a RAS teve incremento a partir da estação P7. De acordo com a Tabela 3, nota-se que há incrementos significativos dos valores de sódio a partir dos pontos P7, P8 e P9, o que justifica os valores mais altos da RAS nestes pontos. Ainda na Figura 6 observa-se que em nenhum momento foi alcançado valor limite a partir do qual há restrição para irrigação segundo Ayres & Westcot (1999).

Conclusões

1. As maiores alterações foram registradas quando as águas cruzavam perímetros irrigados e áreas urbanas, expressando a ação antrópica sobre a qualidade das águas superficiais na bacia do Curu. O íon que apresentou maior incremento na sua concentração foi o sódio;
2. Não há limitações de uso das águas para consumo humano com relação à concentração de sais totais, no trecho perenizado da bacia do Curu. Já com relação à irrigação, os pontos 8 e 9 apresentam restrição de ligeira a moderada. Para o íon cloreto ocorreu a mesma restrição para a utilização de suas águas na irrigação, nos pontos P4, P6, P7, P8 e P9;
3. O afluente do rio Curu de melhor qualidade de água com relação aos sais totais é o rio Caxitoré, não apresentando limitação de uso para irrigação, assim como para o consumo humano; e
4. O ponto que apresenta maiores incrementos nos valores das variáveis estudadas em relação ao ponto P1 é o ponto P9, comprovando a variabilidade espacial com relação à qualidade das águas da bacia do Curu.

Referências Bibliográficas

- AFONSECA, T. G.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; RODRIGUES, J. O. Ação do clima na dinâmica do nitrato e cloreto no lençol freático do DIBA, Ceará. In: 2005, João Pessoa. Integrando a Gestão de Águas às Políticas Sociais e de Desenvolvimento Econômico: **ANAIS**. [São Paulo]: UNIUS, 2005. 1 CD ROM.
- AMANCIO, A. L. L.; FARIAS, W. R. L.; SILVA NETO, A. R. da; LOPES, A. S. Caracterização dos parâmetros físico-químicos do Açude Pereira de Miranda - Pentecoste/CE. **Revista Ciência Agrônômica**, v.35, n.2, p. 340 – 348, 2004.
- ANDRADE, E. M.; QUEIROZ, H. A.; D'ALMEIDA, D. M. B. A.; CARNEIRO NETO, J. A.; RODRIGUES, F. E. A. Avaliação das condições de toxicidade do cloreto nos açudes públicos no estado do Ceará. In: 15., 2003, Curitiba. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS - Desafios à gestão da água no limiar do século XXI: **ANAIS**. 1 CD-ROM.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura: estudos, irrigação e drenagem Manual FAO 29. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1469/2000. Institui as normas e padrões de potabilidade de água destinada ao consumo humano. 2000. disponível em: < http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_1469.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2006.
- BROOKS, K. N.; FFALLIOTT, P. E.; GREGERSEN, H. M.; THAMES, J. L. **Hydrology and the management of watersheds**. Ames: Iowa State University Press, 1993. 392p.
- CONAMA – **Resolução CONAMA N° 20: classificação das águas do território nacional**. Brasília: Imprensa Oficial, 1986. p.43-53.
- COSTA, R. G.; CARVALLO, H. O.; GHEYI, H. R. Qualidade da água de irrigação da microrregião de Catolé do Rocha (PB). **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v.6, p. 242-244, 1982.
- GORAYEB, A. N. **Análise Geoambiental e dos Impactos na Bacia Hidrográfica do Rio Curu - Ceará - Brasil**. 2004. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2004.
- COGERH. **Plano diretor da Bacia do Curu (Estudos Complementares, 2, Tomo 1)**. Fortaleza, 1996.
- MESQUITA, T. B. de; ANDRADE, E. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M. Classificação das águas na bacia do Acaraú. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7. 2004, São Luís. **ANAIS**, São Luiz: ABRH, 2004. 1 CD-ROOM.
- PALÁCIO, H. A. Q. **Índice de qualidade das águas na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu, Ceará**. 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- PEREIRA, O. J.; ANDRADE, E.M. de; MATIAS FILHO, J. Variação do Teor de Sais no Solo Irrigado por Aspersão e Ação da Chuva na sua Lixiviação. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.17, n.1, p.61-65, 1983.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. Madrid: Editorial Agrícola Española., 1978 .521p.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soil**. Washington, DC, US Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agriculture Handbook, 60).
- SANTIAGO, M. M. F. **Mecanismos de salinização em regiões semi-áridas. Estudo dos açudes Pereira de Miranda e Caxitoré no Ceará**. 1984. 175 f. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SANTOS, J. G. R. dos. **A salinidade na agricultura irrigada: teoria e prática**. Campina Grande: (s. n.), 2000. 171p.
- SUASSUNA, J. **O processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no Nordeste Brasileiro**. Fundação Joaquim Nabuco. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/docs/tropico/desat/orig2.html>> Acesso em: 2/abr/2006.