

## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA FINS DE IRRIGAÇÃO EM TRÊS SISTEMAS HÍDRICOS: AÇUDE, RIO PERENIZADO E POÇOS

*Maria Monaliza de Sales<sup>1</sup>; José Ribeiro de Araújo Neto<sup>2</sup>; Helba Araújo de Queiroz Palácio<sup>3</sup>; Yara Rodrigues de Araújo<sup>4</sup>; Francisco Emanuel Firmino Gomes<sup>5</sup>*

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade das águas superficiais e subterrâneas para fins de irrigação em três sistemas hídricos localizados no município de Iguatu no semiárido brasileiro: o açude Trussu, o Trecho perenizado do rio Trussu e poços localizados ao longo do rio perenizado. Os parâmetros avaliados foram: Condutividade Elétrica (CE), Razão de Adsorção de Sódio (RAS), Cloreto (Cl<sup>-</sup>) e Sódio (Na<sup>+</sup>). Os resultados mostraram que os sistemas hídricos apresentaram salinidade crescente de acordo com a ordem açude < rio perenizado < poços. Os valores médios de CE variaram entre 219,3  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para o açude, 260,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no trecho perenizado do rio e 751,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  para os poços. A variação da RAS nos três sistemas hídricos comportou-se de maneira similar a variação da CE, sendo o menor valor médio 0,6 para o açude Trussu e o maior valor médio 3,9 para os poços. O íon cloreto apresentou baixos riscos de causar toxidez nos três sistemas hídricos estudados, sempre abaixo do limite de 3  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$ . Já o íon sódio apesar das baixas concentrações observadas para as águas superficiais (açude e rio), apresentou concentrações bastante elevadas para as águas subterrâneas apresentando valor 2 vezes acima do limite máximo de 3  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$ .

**ABSTRACT** - This study aimed to perform a diagnosis of the quality of surface and groundwater for irrigation purposes in three water systems located in the municipality of Iguatu in Brazilian semiarid: Trussu the dam, the river perennial Excerpt Trussu and wells located along the river perennial. The vestments were: Electrical Conductivity (EC), Sodium Adsorption Ratio (SAR), chloride (Cl<sup>-</sup>) and sodium (Na<sup>+</sup>). The results showed that water systems showed increasing salinity of the order weir < river < wells. The mean EC values ranged from 219.3  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  for the dam, 260.4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  in perennial river stretch and 751.4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  to wells. The variation of the RAS in the three water systems behaved similarly varying the EC, with the lowest average value for the weir Trussu 0.6 and higher mean value 3.9 for the wells. The chloride ion showed low risk of causing toxicity in the three water systems studied, always below the limit of 3  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$ . Now, despite the low sodium ion concentrations observed for surface water (pond and river), showed very high concentrations for groundwater presenting value 2 times the upper limit of 3  $\text{mmol}_c\cdot\text{L}^{-1}$ .

**Palavras-Chave** - salinidade, sodicidade, toxidez.

<sup>1</sup> Graduanda em Tecnologia em Irrigação e Drenagem pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Iguatu. E-mail: [monnallysa2011@hotmail.com](mailto:monnallysa2011@hotmail.com);

<sup>2</sup> Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, doutorando em Engenharia Agrícola no Departamento de Engenharia Agrícola, DENA/CCA/UFC. E-mail: [juniorifcelabas@gmail.com](mailto:juniorifcelabas@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutora em Agronomia, DENA/ CCA/UFC, Profa. do IFCE, Campus Iguatu – [helbaraujo23@yahoo.com.br](mailto:helbaraujo23@yahoo.com.br);

<sup>4</sup> Graduanda em Tecnologia em Irrigação e Drenagem pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Iguatu. E-mail: [yaraaraujo20@hotmail.com](mailto:yaraaraujo20@hotmail.com);

<sup>5</sup> Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Iguatu. E-mail: [emanoelfg@hotmail.com](mailto:emanoelfg@hotmail.com);

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de fundamental importância para o ser humano, porém em decorrência da alta demanda e má utilização, além da dotação da irrigação, a qualidade torna-se um fator de fundamental importância. Assim como a grande maioria das atividades humanas, estas geram sérios impactos negativos aos sistemas hídricos. No Brasil, vários cursos d'água estão poluídos e sem perspectivas de recuperação em curto prazo (LONDE *et al.*, 2003).

Quando se trata de regiões semiáridas um dos fatores de influência para a qualidade da água são os climáticos. As águas superficiais são verdadeiros depósitos de elementos químicos que circulam nos ecossistemas e nos sedimentos, sendo que a concentração química dessas águas está sujeita a grandes mudanças sob a influência da evaporação (PALÁCIO *et al.*, 2004). Essas águas, sujeitas às elevadas taxas de evaporação, tornam-se salinas, atingindo, em alguns casos, concentrações de sais que impedem o seu uso para agricultura irrigada, principalmente no período de estiagem, onde há diminuição do escoamento e as elevadas temperaturas da região provocam altas taxas de evaporação (LOBATO *et al.*, 2008).

Outra fonte de reservas hídricas cada vez mais importantes para o uso do homem, na medida em que, progressivamente, são degradadas as fontes de abastecimento superficiais são as águas subterrâneas (AQUINO, 2007). As reservas de água subterrânea constituem-se estratégicas e hoje representa um fator competitivo no mercado global. O conhecimento da composição das águas, tanto superficiais como subterrâneas, é primordial quando se deseja avaliar a sua qualidade, seja ela para fins de consumo humano e dessedentação de animais, ou para fins agrônômicos e, mais especificamente, para uso na irrigação (ARAÚJO NETO *et al.*, 2010). Para uma correta interpretação da qualidade de água para fins de irrigação segundo Ayers e Westcot (1999), os parâmetros avaliados devem estar relacionados com seus efeitos no solo e sobre as culturas e com o manejo de uso adotado. Alguns aspectos importantes devem ser considerados como: salinidade, sodicidade, toxicidade de íons específicos. Estas variáveis são fundamentais na determinação da qualidade agrônômica da água (LOBATO *et al.*, 2008; ARRAES *et al.*, 2009).

Diante o exposto, o presente trabalho teve o objetivo um diagnóstico da qualidade das águas superficiais e subterrâneas para fins de irrigação em três sistemas hídricos no semiárido brasileiro: açude Trussu, Trecho perenizado do rio Trussu e poços localizados ao longo do rio.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no açude Trussu (Barragem Roberto Costa) e no rio Trussu, o qual o açude pereniza 24 km, com a finalidade de fornecer água para o consumo humano, irrigação e

pecuária da região. A área em estudo encontra-se localizada na Bacia do Alto Jaguaribe (Figura 1). O açude Trussu está localizado no município de Iguatu, na região Centro-Sul do Ceará. Foi construído sobre o leito do rio Trussu, tendo suas obras concluídas em 1996 e possui uma capacidade de 301.000.000 m<sup>3</sup>, bacia hidrográfica de 1.590 km<sup>2</sup>, bacia hidráulica 5.509 ha e vazão regularizada do trecho perenizado do rio Trussu de 4,2 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Bsw'h' clima semiárido quente, com precipitações que chegam a atingir valores totais anuais médios superiores a 800 mm e evapotranspiração média anual em torno de 1900 mm (PALÁCIO *et al.*, 2004).

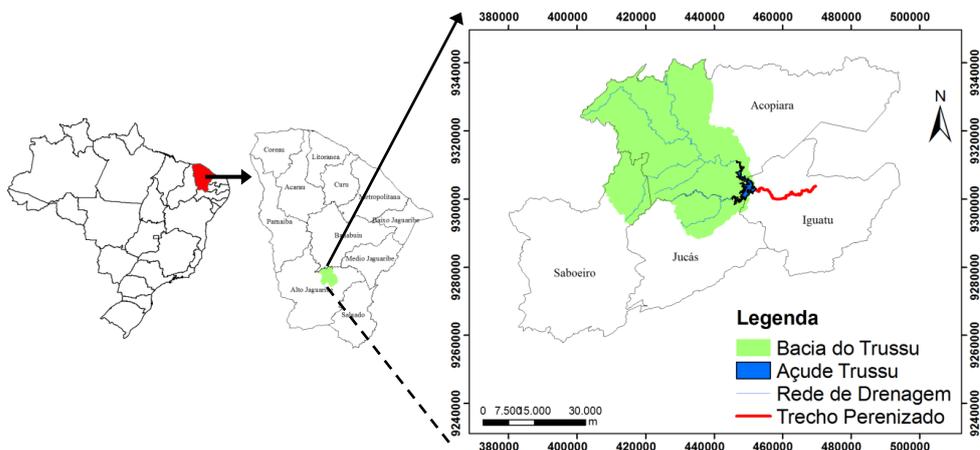


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do açude Trussu e do trecho perenizado do rio Trussu na bacia do Alto Jaguaribe, Ceará

As coletas foram realizada no período de março de 2013 a dezembro de 2013, sendo coletas bimestralmente, em 14 estações amostrais, sendo 5 pontos de coletas superfície das águas do reservatório Trussu (Figura 2a), e mais 9 pontos de coletas ao longo do trecho perenizado do rio Trussu (Figura 2b), sendo 5 coletas nas águas superficiais no trecho do rio perenizado e 4 coletas de águas subterrâneas em poços as margens do trecho do rio.

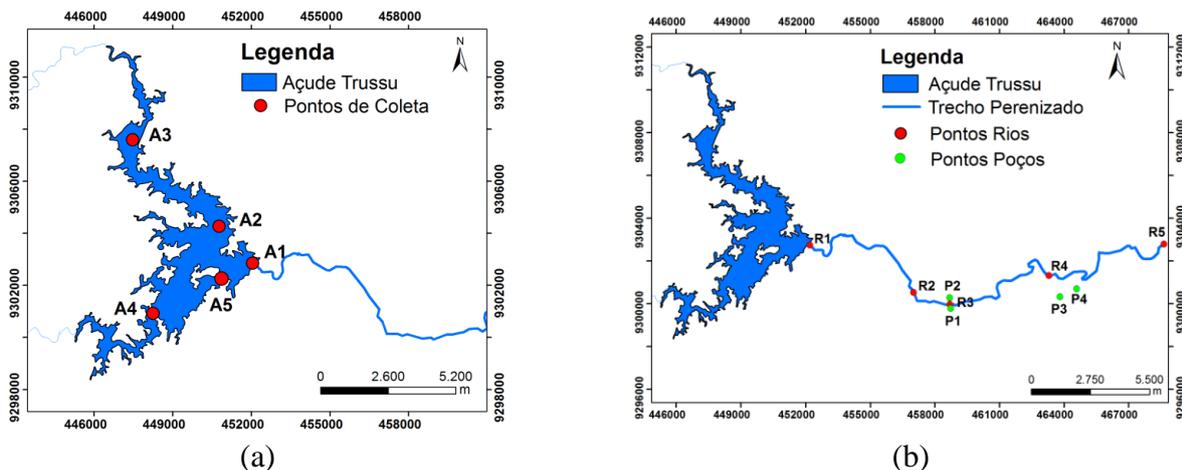


Figura 2 – Localização das estações amostrais: (a) águas superficiais do açude Trussu, Ceará e (b) águas superficiais e subterrâneas no Trecho perenizado do rio Trussu, Ceará

As coletas de água superficial foram realizadas na superfície d'água, na profundidade máxima de 0,30 m. Os poços são de propriedade privada, no qual a água é destinada para irrigação e consumo humano. Para este trabalho foram considerados os seguintes parâmetros: condutividade elétrica (CE), cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ), e os valores de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) para cálculo da Razão de Adsorção de Sódio (RAS). As análises foram realizadas no laboratório de água, solo e tecido vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Ceará – IFCE. Segundo a metodologia proposta por APHA (2005).

Os parâmetros estudados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA), logo após, foi feita a média de cada sistema hídrico: açude Trussu, trecho perenizado do rio Trussu e os poços e submetidas ao teste de comparação de média de Tukey a 1% de probabilidade, utilizando-se o programa SPSS 16.0 for Windows (Statistical Package for the Social Sciences).

Para se conhecer as características e o comportamento dos íons específicos, sua tendência central (mediana), a variabilidade de seus valores (amplitude, extremos, discrepantes) e percentil, desenvolveu-se uma análise exploratória, individualmente, para cada um dos sistemas hídricos estudados: açude, rio e poços pelo emprego da técnica de “Boxplot” com auxílio do software SPSS 16.0. As posições relativas da mediana, primeiro e terceiro quartil dão uma noção da assimetria da distribuição. Os comprimentos das caudas são dados pelas linhas que vão do retângulo aos valores discrepantes.

A partir das concentrações dos íons presentes nas águas analisadas, também foi realizada uma classificação das águas para irrigação de acordo com a metodologia proposta pelo United States Department of Agricultural – USDA, essa metodologia considera a CE como indicadora do perigo de salinização do solo e a RAS como indicadora do risco de sodificação e redução da infiltração no solo. Nesse diagrama, à medida que a salinidade da água aumenta diminui o risco de causar sodicidade (RICHARDS, 1954).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 verifica-se os valores das concentrações médias e as diferenças estatísticas realizadas pelo teste de médias a 1% de significância dos parâmetros estudados: CE, RAS,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  nas águas dos três sistemas hídricos: açude, rio perenizado e poços. Observa-se que os sistemas hídricos apresentaram salinidade crescente de acordo com a ordem açude<rio<poços. Os valores médios da CE para as águas superficiais do açude e do rio foram, respectivamente, 219,3 e 260,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  abaixo do limite para uso na agricultura irrigada de 700  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  recomendado por Ayers e Westcot (1999). Baixas salinidades para águas superficiais no semiárido também foram observadas por Araújo Neto *et al.* (2010) estudando as águas do açude Orós, que observaram valores de CE

variando entre 188  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a 460  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . No entanto, a média da CE dos poços apresentou-se acima do limite, com moderado risco de salinidade, apresentando valor de 751,4  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  diferindo estatisticamente ao nível de 1% de significância dos valores de CE nas águas superficiais. Esses altos valores de salinidade para as águas subterrâneas podem ser atribuídas a manchas de solos, e a geologia da região considerando que a área estudada ser um aluvião (PALÁCIO *et al.*, 2004).

Tabela 1 – Comparação de médias dos indicadores de qualidade de água estudados para os três sistemas hídricos: açude, rio perenizado e poços

Sistemas	CE	RAS		Cl <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>			
	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	-	-	$\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	$\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	-		
Açude	219,3	a	0,6	a	0,6	a	0,8	a
Rio Perenizado	260,4	a	1,0	a	0,7	a	1,2	a
Poços	751,4	b	3,9	b	2,6	a	6,4	a

Quanto à sodicidade das águas, verifica-se que a variação da RAS nos três sistemas comportou-se de maneira similar a variação da CE, sendo o menor valor médio 0,6 para o açude Trussu e o maior valor médio 3,9 para os poços diferindo estatisticamente ao nível de 1% de significância dos valores de RAS nas águas superficiais. De acordo com Ayers e Westcot (1999) a interpretação sodicidade das águas e dos problemas de infiltração, causados pela redução da permeabilidade devido ao efeito do sódio nas condições físicas do solo, depende dos valores da CE das águas como pode ser verificado na Tabela 1. De acordo com Ayers e Westcot (1999) águas com moderados riscos de causar sodicidade nos solos não podem ser utilizadas em solos de textura fina (argiloso) o sódio dessa classe de água apresenta um perigo considerável de dispersão com redução de permeabilidade, por outro lado, essas águas podem ser usadas em solos de textura grossa (arenosos) ou em solos orgânicos de boa permeabilidade.

Analisando as concentrações médias dos íons Cl<sup>-</sup> e Na<sup>+</sup> verifica-se mesma tendência dos valores de CE com valores crescentes de acordo com a ordem açude < rio < poços. Para o íon cloreto os três sistemas apresentaram-se abaixo do limite estabelecido por Ayers & Westcot (1999) para água de irrigação que é de 3  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ . Concentrações de cloreto abaixo do limite recomendado também foram observadas por Araújo Neto *et al.* (2010) nas águas superficiais do açude Orós, Ceará e por Arraes *et al.* (2009) em trechos do rio Curu, Ceará. Quando ao íon sódio apesar das baixas concentrações observadas para as águas superficiais (açude e rio), verificou-se concentrações bastante elevadas para as águas subterrâneas, apresentando valor médio de 6,4  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ , 2 vezes acima do limite máximo que é de 3  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  proposto por Ayers e Westcot (1999).

Na Figura 3 observa-se a variação espacial da CE e RAS nos três sistemas hídricos estudados: açude, rio e poços. Observa-se que, tanto para a CE como para a RAS, a menor amplitude e variação espacial ocorreram nas águas superficiais do açude Trussu, o que indicam dados mais

condensados e que os pontos de coletas na bacia hidráulica do açude apresentam concentrações similares de sais dissolvidos, este comportamento pode ser justificado pela diluição e homogeneidade das águas. O Rio também apresentou baixa variação espacial e amplitude nos valores desses indicadores, porém com abertura na caixa do terceiro quartil, o que indica variação das concentrações. Em ambos os sistemas hídricos o açude Trussu e o trecho perenizado do rio Trussu, todos os pontos de coletas apresentaram valores de CE abaixo do limite de  $700 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  estabelecidos por Ayers e Westcot (1999) para águas com nenhuma restrição para uso na agricultura irrigada, podendo ser utilizadas no cultivo de plantas sensíveis aos sais, como hortaliças (repolho, pimentão, tomate, abobrinha etc) e algumas fruteiras (laranjeira, videira, bananeira etc). Baixas concentrações de sais em águas superficiais também foram encontrados por Arraes *et al.* (2009) e Araújo Neto (2010).

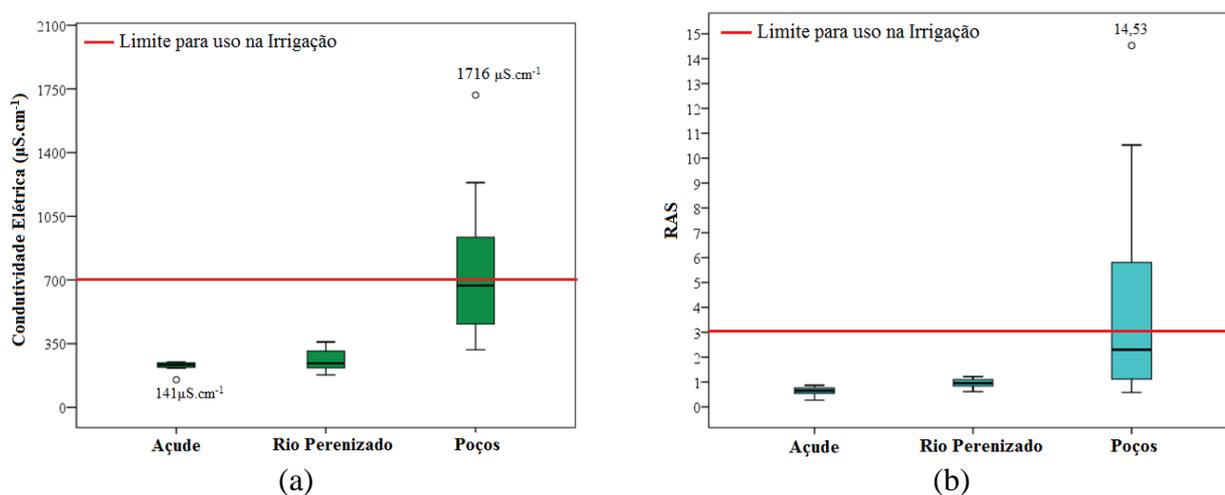


Figura 3 – Variabilidade espacial entre os três sistemas hídricos estudados açude, rio perenizado e poços: (a) CE e (b) RAS

Ainda na Figura supracitada avaliando a variabilidade espacial da CE e RAS nas águas subterrâneas, foi observado comportamento diferente em comparação com as águas superficiais. Dentre os valores CE, 50% dos poços estão abaixo do limite para uso na irrigação e 50% acima, o que indica uma maior variação espacial nas concentrações de sais, característica típica de água subterrânea. Os poços também foram os que apresentaram maior variação dos valores da RAS, sendo o terceiro e quarto quartil onde se concentra a maior variação dos valores, porém com mediana abaixo do limite estabelecido para irrigação ( $\text{RAS} > 3$ ). Valores acima do limite para irrigação de CE e RAS para águas subterrâneas também foram observados por Aquino (2007) avaliando as águas de 10 poços no Distrito de Irrigação Baixo Acaraú, Ceará.

Na Figura 4 observa-se a variação espacial dos íons  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  nos três sistemas hídricos estudados: açude, rio e poços. O íon cloreto apresentou para as águas do açude Trussu pequena variação espacial nos valores entre os pontos de coleta, representados pela pouca abertura das caixas. Para as águas superficiais do trecho perenizado do rio Trussu a variação também se mostrou

pequena, com pouca abertura da caixa do terceiro quartil. Já as concentrações de  $\text{Cl}^-$  nos poços apresentaram grande variação espacial, havendo uma grande abertura das caixas, sendo a maior variação presente no segundo e terceiro quartil. No entanto, os três sistemas hídricos açude, rio e poços apresentaram quanto ao íon cloreto valores sempre abaixo do limite para uso na irrigação de  $3 \text{ mmol}_c.\text{L}^{-1}$  apresentando nenhum risco de toxidez as plantas (AYERS; WESTCOT, 1999).

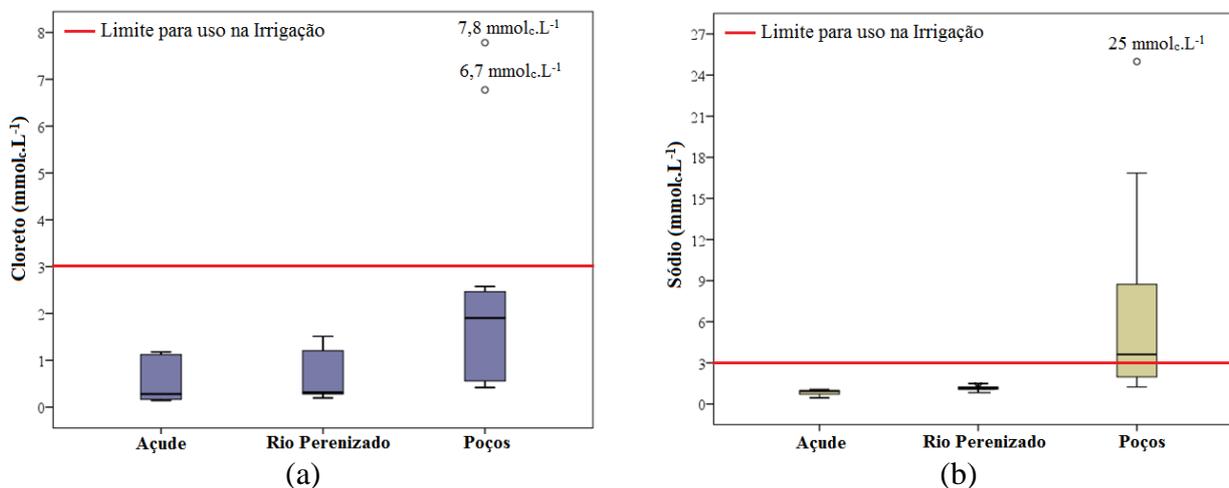


Figura 4 – Variabilidade espacial entre os três sistemas hídricos estudados açude, rio perenizado e poços: (a)  $\text{Cl}^-$  e (b)  $\text{Na}^+$

O íon  $\text{Na}^+$  apresentou menor variação espacial para as águas superficiais do açude Trussu e do trecho perenizado do rio Trussu, sempre abaixo do limite para irrigação em todos os pontos ( $\text{Na}^+ < 3 \text{ mmol}_c.\text{L}^{-1}$ ). Valores abaixo do limite para irrigação do íon  $\text{Na}^+$  foram observados por Lobato *et al.* (2008) estudando a sazonalidade na qualidade das águas superficiais do rio Acaraú, Ceará. No entanto, para as águas subterrâneas observou a maior variação espacial da concentração do íon  $\text{Na}^+$ , havendo restrição para uso na irrigação em 70% dos poços analisados.

Na Figura 5 verifica-se a variabilidade, dos parâmetros estudados, entre os pontos de coletas nos três sistemas hídricos: açude, rio e poços. Todos os pontos de coletas nas águas superficiais do açude Trussu (A1, A2, A3, A4 e A5) e do trecho perenizado do rio Trussu (R1, R2, R3, R4 e R5) apresentaram baixa variação para os parâmetros estudados: CE, RAS,  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ , que foram sempre abaixo dos limites recomendados para uso na agricultura irrigada. Para as águas subterrâneas dois poços (P1 e P2) apresentaram para os parâmetros estudados abaixo dos limites recomendados para uso na agricultura irrigada, no entanto, dois poços monitorados durante o estudo merecem bastante atenção o poço P3 e o poço P4. Estes poços apresentaram para os parâmetros estudados, acima do limite para uso na irrigação, com valores de CE variando de  $1716 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$  a  $850 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$  com média de  $1123 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$  para o P3 e variando entre  $1163$  a  $682,9 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$  com média de  $925 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$  para o P4 (Figura 5a) e concentrações do íon  $\text{Na}^+$  extremamente preocupantes, chegando a atingir valores de  $13,09$  e  $8,16 \text{ mmol}_c.\text{L}^{-1}$  para respectivamente os poços P3 e P4, sendo os valores do P3 mais de 4 vezes acima do limite de  $3 \text{ mmol}_c.\text{L}^{-1}$  estabelecidos para uso na agricultura irrigada. Essas

diferenças nas concentrações dos parâmetros avaliados entre as estações amostrais das águas subterrâneas (P1-P2 e P3-P4) segundo Palácio *et al.* (2004) estudando os mesmos poços à 10 anos, podem ser atribuídas a manchas de solos diferentes, embora não haja uma grande distância entre os poços. Considerando que a área estudada é um aluvião e este possui mudanças de características abruptas, estas diferenças devem estar ocorrendo em função da geologia de cada área e do nível do lençol freático, tendo em vista que os poços P1 e P2 ficam muito próximas ao leito do rio, consequentemente menor concentração.

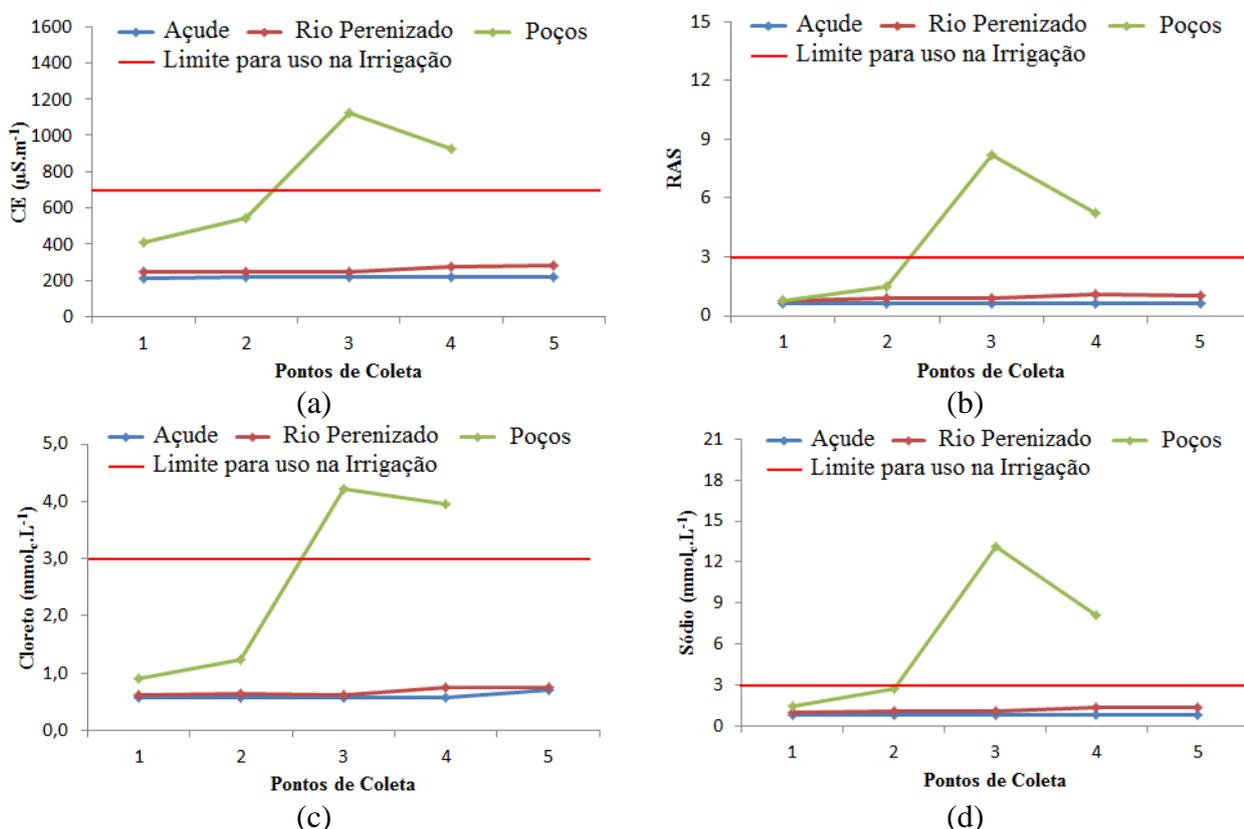


Figura 5 – Variação entre os pontos de coletas nos três sistemas hídricos açude, rio e poços dos parâmetros estudados: (a) CE, (b) RAS, (c) Cl<sup>-</sup> e (d) Na<sup>+</sup>

A Figura 6 apresenta a classificação da água para irrigação de acordo com a metodologia do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos – USDA (RICHARDS, 1954). Observa-se que dentre as águas dos três sistemas hídricos, as águas superficiais do açude Trussu foram as que apresentaram menores problemas de salinidade e sodicidade, sendo enquadradas na classe C1S1 (baixo risco de salinidade e sodicidade) podendo ser usadas para irrigação na maior parte das culturas (RICHARDS, 1954). As águas do trecho perenizado do Rio Trussu foram classificadas como C1S1 e C2S1 (baixo risco de salinidade e sodicidade; médio risco de salinidade e baixo risco de sodicidade, respectivamente) sendo as de C2S1 podendo ser usadas sempre e quando houver uma lixiviação moderada de sais, estas se adequam a plantas moderadamente tolerantes a sais como as hortaliças, tais enquadramentos também foram encontrados por Lobato *et al.* (2008) estudando as

águas superficiais do rio Acaraú, Ceará e Araújo Neto *et al.* (2010) avaliando as águas superficiais do açude Orós, Ceará.

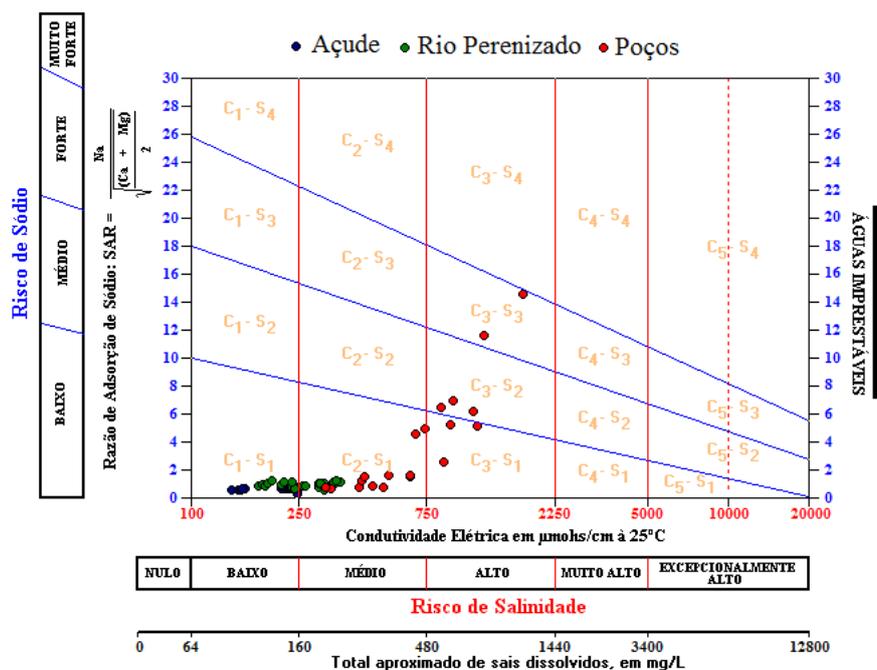


Figura 6 – Classificação das águas para irrigação de acordo com a metodologia USDA para os três sistemas hídricos estudados açude, rio e poços

As águas do sistema hídrico subterrâneo foram as que apresentaram os maiores problemas para uso na agricultura irrigada, sendo enquadradas em 4 classes diferentes: os poços P1 e P2 foram enquadrados na classe C2S1, o poço P3 na classe C3S3 e C3S2 (alto risco de salinidade e forte de sodicidade; alto risco de salinidade e médio de sodicidade, respectivamente) e o poço P4 na classe C3S1 e uma coleta C3S2 (alto risco de salinidade e baixo risco de sodicidade; alto risco de salinidade e médio risco de sodicidade, respectivamente). Destaca-se a baixa qualidade da água do poço P3, com altos riscos da causar problemas de salinidade e sodicidade, podendo trazer enormes problemas ao solo e as plantas, como problemas de infiltração, a inutilidade para irrigação em solo com drenagem deficiente, mesmo que com práticas especiais de controle da salinidade, podendo ser amenizados quando do emprego do método de irrigação localizada, de forma que o solo fique continuamente úmido (RICHARDS, 1954).

#### 4. CONCLUSÕES

1. Os três sistemas hídricos estudados apresentaram riscos em causar problemas de salinidade e sodicidade aos solos crescentes de acordo com a ordem: açude < rio perenizado < poços;
2. O íon cloreto apresentou baixos riscos de causar toxidez nos três sistemas hídricos estudados, no entanto, o íon sódio apesar das baixas concentrações observadas para as águas superficiais

- (açude e rio perenizado), apresentou concentrações bastante elevadas para as águas subterrâneas apresentando valores acima do limite máximo de  $3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ;
3. As águas dos poços P3 e P4 apresentaram os maiores problemas para uso na irrigação, com valores extremamente preocupantes dos parâmetros estudados, sempre acima do limite para uso na agricultura irrigada, exceção para o íon cloreto;
  4. As águas dos três sistemas hídricos apresentaram classificadas como C1S1 para o açude, C1S1 e C2S1 para o trecho perenizado e os poços P1 e P2 foram enquadrados na classe C2S1, o poço P3 na classe C3S3 e C3S2 e o poço P4 na classe C3S1.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao IFCE/PRPI pelo apoio a essa pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

- AQUINO, D. N. (2007). *“Irrigação e sustentabilidade dos recursos solo e água na área do distrito de irrigação baixo Acaraú-DIBAU- Ceará”*. 122 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; SOUSA, C. H. C.; SILVA, J. A.; FROTA JUNIOR, J. I. (2009) *“Dinâmica da classificação das águas da bacia do curu. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos”*. In Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos CD. Campo Grande, nov. 2009.
- AYERS, R. S; WESTCOT, D. W. (1999) *A qualidade da água na agricultura*. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. (2010) *Efeitos dos sais no solo e na planta*. In: *Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados*. GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Ed.). Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2010, cap. 3, pp. 57–80.
- LOBATO, F. A. O.; EUNICE MAIA DE ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; CRISOSTOMO, L. A. *“Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará”*. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 39, n. 01, pp. 167-172.
- LONDE, L. R.; PATERNIANI, J. E. S.9 (2003) *“Filtração lenta para reutilização de água em irrigação”*. Irriga, Botucatu. v. 8, n. 1, p. 10-20.
- PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; NETO, J. A. C.; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, N. L. (2004) *“Avaliação da qualidade das águas do vale perenizado do Rio Trussu, para fins de irrigação”* In anais do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. São Luiz, 2004.
- RICHARDS, L. A.(1954) *“Diagnosis and improvement of saline and alkali soil”*. Washington, DC, US Department of Agriculture, 1954. 160p. (USDA Agriculture Handbook, 60).
- SANTOS, J. C. N.; MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; ARAUJO NETO, J. R.(2009) *“Variabilidade do íon cloreto nas águas superficiais utilizados para irrigação na bacia do Acaraú-Ceará”*. In Anais XXXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola– CONBEA. Juazeiro, Bahia, 2009.