

COMPOSIÇÃO IÔNICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS PARA IRRIGAÇÃO REGIÃO DO BAIXO JAGUARIBE – CEARÁ

Andréia de Araújo Freitas Barroso¹, Francisco Jonathan de Sousa Cunha Nascimento² & Hosineide de Oliveira Rolim dos Santos³

RESUMO: A região semiárida do Nordeste é marcada por altas temperaturas e precipitações irregulares ao longo do ano, dessa forma a escassez de água é o principal fator que limita a produção agrícola. Este trabalho objetivou avaliar a composição iônica das águas superficiais para irrigação em Limoeiro do Norte/CE. Foram coletadas cinco amostras de água no ponto de captação do SAAE, a montante da Barragem das Pedrinhas no período de agosto a dezembro/2023. As análises foram realizadas no LABOSAM do IFCE *Campus* Limoeiro do Norte. Os parâmetros analisados foram: Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Cloreto, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, CE e RAS. Utilizou-se o *software* Qualigraf, através do diagrama de Piper, para comparar e classificar distintos grupos de água relativamente aos íons dominantes. Os resultados mostraram que a fonte superficial apresentou maior risco de salinidade que sodicidade quanto ao uso na irrigação e de acordo com o diagrama de Piper houve predominância das águas mistas com 80% em relação aos cátions e bicarbonatadas com 100% quanto aos ânions e na classificação geral predominaram as águas bicarbonatadas mistas com 80%.

PALAVRAS-CHAVE: Diagrama de Piper, salinidade, qualidade da água.

IONIC COMPOSITION OF SURFACE WATER FOR IRRIGATION LOWER JAGUARIBE REGION – CEARÁ

ABSTRACT: The semi-arid region of the Northeast is marked by high temperatures and irregular rainfall throughout the year, so water scarcity is the main factor limiting agricultural production. This work aimed to evaluate the ionic composition of surface water for irrigation in Limoeiro do Norte/CE. Five water samples were collected at the SAAE intake point, upstream of the Pedrinhas Dam from August to December/2023. The analyzes were carried out in LABOSAM at the IFCE *Campus* Limoeiro do Norte. The parameters analyzed were: Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, Chloride, Carbonate, Bicarbonate, Sulfate, EC and RAS. The Qualigraf software was used, through the Piper diagram, to compare and classify different groups of water in relation to the dominant ions. The results showed that the surface source presented a greater risk of salinity than sodicity in terms of use in irrigation and, according to the Piper diagram, there was a predominance of mixed waters with 80% in relation to cations and bicarbonated waters with 100% in terms of anions and in the classification Overall, mixed bicarbonated waters predominated with 80%.

KEYWORDS: Diagram of Piper, salinity, water quality.

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Tecnóloga em Recursos Hídricos/Irrigação, Tecnóloga em Saneamento Ambiental e Técnica de Laboratório do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFCE *Campus* Limoeiro do Norte, Rua Estevam Remígio, N° 1145, Bairro: Monsenhor Otávio, Limoeiro do Norte – CE, CEP: 62930-000, Tel: (88) 99958-0528, email: andreia-barroso@ifce.edu.br

² Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Tecnólogo em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental, Técnico de Laboratório do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFCE *Campus* Limoeiro do Norte, email: francisco.jonathan@ifce.edu.br

³ Dr^a Docente do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFCE *Campus* Limoeiro do Norte, email: hosineide@ifce.edu.br

INTRODUÇÃO

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade quanto da qualidade da água, sendo esta última um fator importante em longo prazo. Segundo Ayers e Westcot (1999), a utilização de águas salinas na irrigação pode representar um risco significativo para a produção agrícola. Os efeitos da salinidade nas plantas decorrem tanto da salinidade quanto da sodicidade, comumente ambos os fatores envolvidos. A salinidade diminui o potencial hídrico externo, reduzindo a disponibilidade de água para as culturas, o que pode resultar em uma queda de produção de até 50% (SANTANA et al., 2007).

Segundo Garcia et al. (2008), elevados níveis de sais nas águas de irrigação não apenas prejudicam o crescimento das culturas, mas também podem entupir os sistemas de irrigação. A qualidade da água utilizada na agricultura é classificada com base na concentração de certos íons, como sódio, potássio, cloretos e sulfatos, além de outros parâmetros, como sólidos dissolvidos e condutividade elétrica.

Algumas culturas conseguem obter rendimentos aceitáveis mesmo em níveis elevados de salinidade, enquanto outras se mostram sensíveis a níveis relativamente baixos. Essa variação se deve à capacidade osmótica superior de certas culturas, que lhes permite absorver mais água mesmo em condições salinas (AYERS; WESTCOT, 1999).

No entanto, é essencial considerar quatro aspectos importantes: salinidade, sodicidade, toxicidade de íons e níveis de bicarbonato. Essas variáveis são de suma importância para avaliar a qualidade agrônômica da água. Nesse sentido, a qualidade das águas superficiais no estado do Ceará, responsáveis pela recarga dos poços nos aluviões e principais fontes para irrigação, apresenta variações sazonais dos sais (MEIRELES et al., 2007).

Lobato et al. (2008), verificaram predomínio da classe bicarbonatada sódica na água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú – Ceará. Já Meireles (2007) estudando a dinâmica qualitativa das águas superficiais da bacia do Acaraú encontrou predomínio de águas sódicas em vários pontos ao longo de bacia do Acaraú. Dessa forma, o presente trabalho objetivou analisar as águas superficiais da Barragem das Pedrinhas e através do Diagrama de Piper, identificar dentro dos componentes iônicos, quais os sais mais contribuem para sua qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas águas superficiais da Barragem das Pedrinhas, município de Limoeiro do Norte, Ceará. Foram coletadas, mensalmente, amostras de águas superficiais da Barragem das Pedrinhas que é um braço do Rio Jaguaribe durante o período de agosto a dezembro de 2023. O ponto de amostragem foi na captação do SAAE a montante do referido rio.

As amostras de água foram coletadas em recipientes de plástico com capacidade de 5 L devidamente limpos e secos. No ato da coleta fez-se a tríple lavagem dos recipientes com a água da fonte de coleta e cada amostra recebeu um número de identificação e, posteriormente, foram mantidas refrigeradas em depósito com gelo, até a chegada ao laboratório. As análises foram realizadas seguindo a metodologia proposta pelo APHA, (2017), sendo realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental – LABOSAM do IFCE *Campus* Limoeiro do Norte.

Analizou-se os seguintes parâmetros: Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Cloreto, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, CE e RAS – Razão de Adsorção de Sódio. Os resultados foram tabelados em planilha eletrônica Excel e de posse dos mesmos, foram inseridos no *software* Qualigraf pelo diagrama de Piper, de modo a classificar a água quanto aos cátions e ânions dominantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros analisados na fonte hídrica superficial estão inseridos nas Tabelas 1.

Tabela 1. Resultado das análises, média, desvio padrão, coeficiente de variação, valor máximo e mínimo das águas superficiais para irrigação, município de Limoeiro do Norte – Ceará, 2023.

Id. Amostras	Parâmetros									
	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	CE	RAS
	mmolc L ⁻¹								dS m ⁻¹	
1.P1 14/08/23	0,79	0,02	1,15	0,37	1,02	0,00	1,70	0,00	0,27	0,91
2.P1 05/09/23	1,46	0,18	1,08	0,40	1,01	0,00	1,84	0,00	0,28	1,69
3.P1 03/10/23	1,37	0,13	1,17	0,54	0,56	0,00	1,84	0,00	0,33	1,48
4.P1 01/11/23	1,59	0,21	1,47	0,48	0,69	0,00	1,92	0,00	0,33	1,60
5.P1 01/12/23	1,41	0,15	1,53	0,70	1,39	0,00	1,91	0,00	0,34	1,33
Média	1,32	0,14	1,28	0,50	0,94	0,00	1,84	0,00	0,31	1,40
Desvio Padr.	0,31	0,07	0,20	0,13	0,32	0,00	0,09	0,00	0,03	0,31
Coef.var.%	23,3	51,6	6,0	26,4	34,4	0,00	4,80	0,00	10,2	0,15
Mínimo	0,79	0,02	1,08	0,37	0,56	0,00	1,70	0,00	0,27	0,91
Máximo	1,59	0,21	1,53	0,70	1,39	0,00	1,92	0,00	0,34	1,69

*Elaboração dos autores.

Analisando a Tabela 1 quanto à variabilidade de cada parâmetro, observa-se que as concentrações do íon sódio para as águas estudadas variaram de 0,79 mmol_c L⁻¹ a 1,59 mmol_c L⁻¹, dessa forma todos os pontos estudados apresentaram valores dentro do limite ideal para o uso na irrigação (<3,00 mmol_c L⁻¹), conforme estabelecido pela University of California Committee of Consultants (AYERS; WESTCOT, 1999).

Esses resultados corroboram com os valores observados por Arraes et al. (2009), analisando as águas da bacia do Curu encontrou valores de sódio abaixo do limite (<3,00 mmol_c L⁻¹), obtendo baixas concentrações desse íon o qual justifica-se pelo fato dos pontos amostrados estarem localizados à jusante da barragem, havendo um fluxo de água que proporciona diluições.

Os valores encontrados de cálcio e magnésio estão abaixo do limite ($<5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$) proposto por Ayers e Westcot (1999), não apresentando risco algum quando aplicadas às culturas bem como as concentrações de cloreto nas águas superficiais estudadas (Tabela 1). Segundo Ayers e Westcot (1999), as águas analisadas, nota-se, quanto ao bicarbonato, que as mesmas se enquadram na classe de restrição para uso na irrigação de ligeiro a moderada que é de $1,5 - 8,5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$, pois as águas em estudo obtiveram valores desse íon variando de $1,70$ a $1,92 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ e o valor médio de $1,84 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ e dessa forma deve-se ter uma maior atenção quanto ao seu uso na irrigação. Já os valores de carbonatos e sulfatos não apresentam restrições quanto ao seu uso na irrigação.

Os valores obtidos de CE variaram de $0,27$ a $0,34 \text{ dS m}^{-1}$ com média de $0,31 \text{ dS m}^{-1}$ para as águas superficiais em estudo, sendo que os mesmos não atingiram o limite de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ proposto por Ayers e Westcot (1999). Desta forma, essas águas podem ser classificadas sem nenhuma restrição quanto ao uso na irrigação, cujos resultados corroboram com os de Frota Júnior (2006), que encontrou valores de CE sem restrição para irrigação na bacia do Curu - Ceará.

Os valores de RAS observados variaram de $0,91$ a $1,69$ com valor médio de $1,40$ e o valor médio da CE de $0,31 \text{ dS m}^{-1}$ o qual já foi mencionado anteriormente. Dessa forma se inserirmos os valores de RAS e CE tem-se a classificação da água para irrigação que de acordo com Richards (1954), essa água é classificada em C_2S_1 , a qual representa perigo de salinidade médio e baixo risco de sodicidade. Palácio et al. (2009), estudando a dinâmica dos sais das águas superficiais para irrigação do rio Trussu em Iguatu – CE, observaram que as águas foram de qualidade adequada para a agricultura irrigada, sem riscos para as culturas.

Já Andrade et al. (2006), estudando a qualidade das águas na bacia do Acaraú, Ceará, observaram que em sua totalidade as águas apresentaram riscos altos e moderados/altos de problemas com a infiltração provocados pela sodicidade das águas e as áreas de maiores riscos estão localizadas em áreas onde as águas apresentam valores de $CE < 0,21 \text{ dS m}^{-1}$. Entretanto, de posse dos resultados apresentados na Tabela 1, obtiveram-se os resultados do diagrama de Piper para as águas do município de Limoeiro do Norte, Ceará conforme Figura 1.

Quanto aos cátions, a maior parte das amostras (80%) se enquadram na classe de águas mistas, enquanto 20% foram classificadas como águas sódicas. Lobato et al. (2008), estudando a sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, verificou-se o predomínio da classe sódica nos períodos chuvoso e seco, já Frota Júnior (2006), encontrou predomínio de águas mistas quanto aos cátions na bacia do Curu, Ceará.

Com relação aos ânions, verificou-se que 100% das águas se enquadraram como bicarbonatadas, entretanto nota-se na Figura 1 que a classe predominante é a bicarbonatada mista correspondendo 80% e apenas em 20 % correspondem as águas sódicas bicarbonatadas. Pereira et

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. M.; BATISTA, T. M.; TEIXEIRA, A. S. et al. Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Ciência Agronômica**, v.37, p.280-287, 2006.
- APHA** – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22ª edição. 2017. p. 1546p.
- ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M.; PALÁCIO, H. A. Q. et al. Identificação dos íons determinantes da condutividade elétrica nas águas superficiais da bacia do Curu, Ceará. **Revista Ciências Agronômica**, v.40, p.346-355, 2009.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. **Estudos de irrigação e drenagem 29**.
- BARROSO, A. DE A. F.; NESS, R. L. L.; FILHO, R. R. G. et al. Avaliação qualitativa das águas subterrâneas para irrigação na região do Baixo Jaguaribe – Ceará. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.4, p.150–155, 2010.
- FROTA JÚNIOR, J. I. Variabilidade espacial e temporal da qualidade das águas no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. Fortaleza: UFC, 2006. 101p. **Dissertação Mestrado**.
- GARCIA, G. DE O; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F. DOS et al. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, p.7-18, 2008.
- LOBATO, F. A. O; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M. et al. Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrig. Baixo Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.30, p.167-172, 2008.
- MEIRELES, A. C. M. **Dinâmica qualitativa das águas superficiais da bacia do Acaraú e uma proposta de classificação para fins de irrigação**. 2007. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- MEIRELES, A. C. M.; FRISCHKORN, H.; ANDRADE, E. M. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no semiárido cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.25-31, 2007.
- PALÁCIO, H. A. DE Q. et al. Caracterização da potencialidade de uso das águas subterrâneas no vale do Trussu-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, p.316–324, 2009.
- PEREIRA, L.; SANTIAGO M. M. F.; FRISCHKORN H. et al. A salinidade das águas superficiais e subterrâneas na bacia da Gameleira, município de Aiuaba, Ceará. **Revista Águas Subterrâneas**, v.20, p.9-18, 2006.
- RICHARDS, L. A. **Diagnóstico e rehabilitación de suelos salinos e sódicos**. México: Ed. Limusa, 1954. 172/p.
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; SOUZA, K. J. et al. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. **Revista Ciência Agrotécnica**, v.31, p.1470-1476, 2007.