

# CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO RIO GURGUÉIA E ANÁLISE DE RESTRIÇÃO DE USO PARA IRRIGAÇÃO

E.F.F. Silva<sup>1</sup>, A.S. Andrade Júnior<sup>2</sup>, V.F. Sousa<sup>3</sup>, C.M. Leal<sup>4</sup>, M.V. Folegatti<sup>5</sup>

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi o de caracterizar a qualidade físico-química das águas subterrâneas na bacia do Rio Gurguéia, localizada no estado do Piauí, avaliado o grau de restrição do seu uso para irrigação. Foram coletadas amostras em 105 poços distribuídos espacialmente, nas quais, foram analisadas as seguintes variáveis: condutividade elétrica, pH, sódio, cálcio, magnésio, potássio, relação de adsorção de sódio, carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, relação de adsorção de sódio e carbonato de sódio residual. Os resultados encontrados permitiram concluir que: as águas subterrâneas presentes na maioria da área estudada não apresentam restrição de uso para irrigação, excetuando-se a área de ocorrência do afloramento cristalino onde a concentração de  $\text{HCO}_3^-$  restringe o uso da água em função do seu potencial de sodificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade de água, aquífero, hidrogeologia

## GROUNDWATER CHARACTERIZATION IN GURGUEIA RIVER BASIN AND ANALYSIS OF USE RESTRICTION FOR IRRIGATION

**SUMMARY:** The objective of that work was it of characterizing the groundwater quality in Gurguéia River Basin, located in Piauí state - Brazil, appraised the degree of restriction of use for irrigation. Samples were collected in 105 wells distributed spatially in the area that, the following variables were analyzed: electric conductivity,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ , SAR and RSC. The results determined they allowed obtaining the conclusions: the groundwater in most of the studied area don't present use restriction for irrigation, being excepted the area of the crystalline blooming where the  $\text{HCO}_3^-$  concentration limit the water use in function of sodification potential.

**KEYWORDS:** water quality, aquifer, hydrogeologic

## INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup>Bolsista CNPq/DTI-D. Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, CEP 64006-220, Teresina, PI. email: effsilva@esalq.usp.br

<sup>2</sup>Pesquisador, bolsista CNPq/PQ, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI. email: aderson@cpamn.embrapa.br

<sup>3</sup>Bolsista CNPq/IC, Embrapa Meio-Norte, Teresina – PI. E-mail: clarice@cpamn.embrapa.br

<sup>34</sup>Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Email: mvfolega@esalq.usp.br

<sup>45</sup>Pesquisador, bolsista CNPq/PQ, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI. email: vfsousa@cpamn.embrapa.br

A geologia da bacia hidrográfica do Gurguéia é predominantemente sedimentar, com uma parte relativamente pequena da bacia constituída por aflorações do embasamento cristalinos. A ocorrência de aquíferos na Bacia é representada pelos sedimentos clásticos, médios a grosseiros, às vezes conglomeráticos, que constituem os aquíferos Serra Grande, Cabeças, e o Poti/Piauí. Já as formações Pimenteiras e Longá, constituídas por sedimentos clásticos finos ou pelíticos, caracterizam-se mais como confinantes das formações mais arenosas subjacentes (SEMAR, 2004). Essas características geológicas inferem aos aquíferos elevado potencial hidrológico a ser utilizado para irrigação, apresentando no vale do rio 264 poços jorrantes que exploram água provenientes do aquífero Serra Grande e do aquífero Cabeças, a uma vazão média de  $30 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

A expansão da agricultura irrigada no Vale do Gurguéia se deve às suas características climáticas, como temperatura, luminosidade e umidade relativa do ar, propícias à atividade, somadas a disponibilidade hídrica subterrânea. Entretanto deve-se levar em consideração a variabilidade geoquímica das formações existentes que conseqüentemente inferem variações nos aspectos químicos relacionados à qualidade da água, proporcionado a água explorada por cada poço diferentes composições e concentrações iônicas.

De acordo com Ayers e Westcot (1985) deve-se conhecer a composição química da água a ser utilizada na irrigação, pois valores excessivos de determinados íons bem como da soma da concentração iônica, representada pela condutividade elétrica podem ocasionar processos de salinização e sodificação do solo e redução da produtividade das culturas pela redução no potencial osmótico da solução do solo e de toxidez as plantas.

Nesse contexto essa pesquisa visou analisar as variáveis relacionadas à qualidade das águas subterrâneas, possíveis de serem utilizadas para irrigação, na bacia hidrográfica do Rio Gurguéia, observando os limites de restrição de uso, com a finalidade de proporcionar diretrizes básicas que embasem o planejamento agricultura irrigada nessa bacia hidrográfica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área total da bacia hidrográfica do Rio Gurguéia é de aproximadamente 48830 km<sup>2</sup>, o que corresponde em torno de 19% da área total do estado do Piauí. Localiza-se entre as coordenadas 06°48'00" e 10°52'00" de latitude sul e entre 43°16'00" e 45° 32'00" de longitude a oeste de Greenwich. Na bacia encontram-se inseridos 28 municípios: Cristalândia do Piauí, Corrente, Sebastião Barros, Parnaguá, Júlio Borges, Avelino Lopes, Gilbués, Curimatá, São Gonçalo do Gurguéia, Riacho Frio, Redenção do Gurguéia, Morro Cabeça no

Tempo, Bom Jesus, Santa Luz, Guaribas, Currais, Cristino Castro, Palmeira do Piauí, Alvorada do Gurguéia, Manoel Emídio, Colônia do Gurguéia, Bertolínia, Eliseu Martins, Canavieira, Sebastião Leal, Jerumenha, Canto do Buriti e Monte Alegre do Piauí (Figura 1).

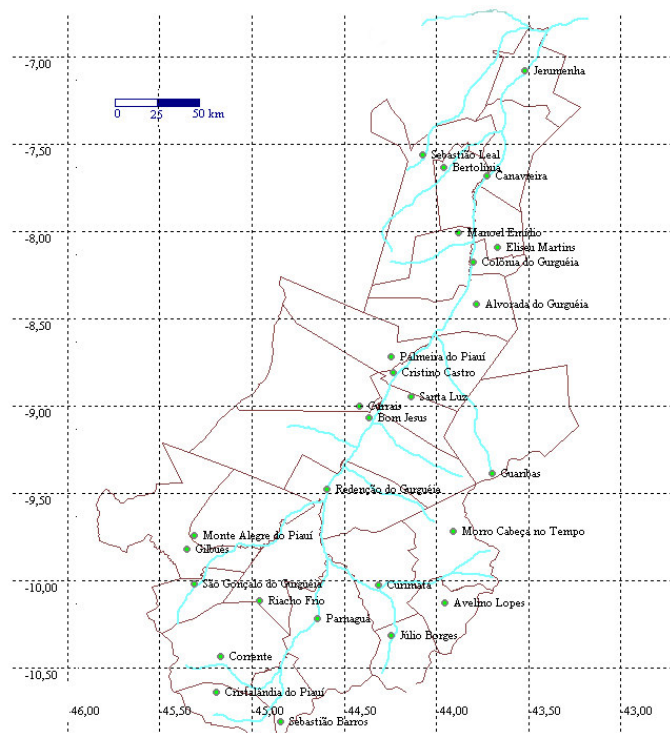


FIGURA 1. Área do estudo e divisão política dos municípios inseridos na bacia hidrográfica do Rio Gurguéia.

Foram retiradas amostras de água em 105 poços tubulares georreferenciados, bem distribuídos espacialmente, as quais foram acondicionadas em recipiente plástico de 1 litro, sendo enviadas posteriormente para o Laboratório de Água da Unidade de Pesquisa de Parnaíba da Embrapa Meio-Norte. No laboratório as seguintes variáveis foram determinadas: condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) além das concentrações de sódio (Na), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), cloreto (Cl), carbonato ( $\text{CO}_3$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ) e sulfato ( $\text{SO}_4$ ) de acordo com os métodos propostos pela EMBRAPA (1997).

Com base na concentração dos íons foram estimados os valores de carbonato de sódio residual (CSR) proposto por Eaton (1949) e a relação de adsorção de sódio (RAS) apresentada por Yaron (1973), modelos apresentados nas equações 1 e 2, respectivamente.

$$\text{CSR} = (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3) - (\text{Ca} + \text{Mg}) \quad (1)$$

sendo, as concentrações de  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$ , Ca, Mg na água expressas em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ .

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad (2)$$

sendo, as concentrações de Na, Ca e Mg na água expressas em  $\text{mmol}_e \text{L}^{-1}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Figura 2 pode-se verificar no diagrama de Piper, que as águas subterrâneas da bacia do Rio Gurguéia se apresentam predominantemente em 2 grupos de água, sendo as amostras em maior número águas cloretadas magnesianas seguidas das bicarbonatadas magnesianas, que não ultrapassam 15% das amostras e algumas águas bicarbonatadas sódicas em menor número.

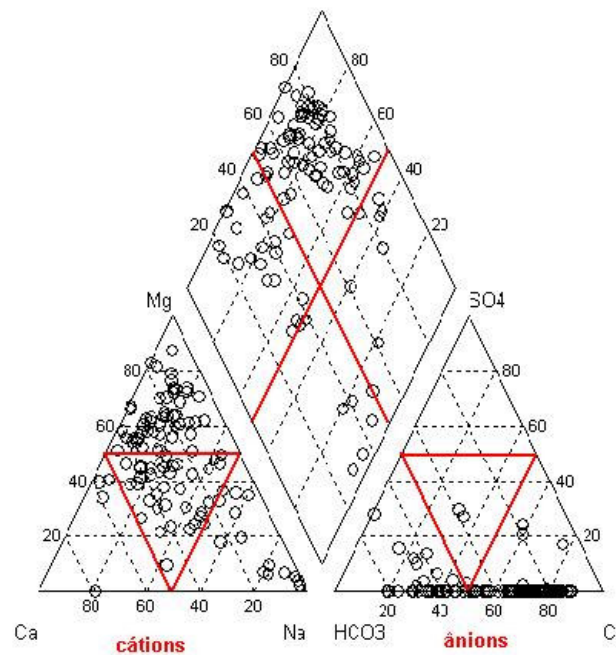


FIGURA 2. Diagrama de Piper para águas subterrâneas na bacia hidrográfica do Rio Gurguéia.

Os valores de condutividade elétrica (CE) medidos nas amostras de água foram em média de  $0,13 \text{ dS m}^{-1}$ , sendo que apenas 1 amostras superaram o valor de  $0,70 \text{ dS m}^{-1}$ , sugerido por Ayers e Westcot (1985) como limite para classe de nenhum risco para uso da água na irrigação (Tabela 1). Na Figura 3 pode-se verificar que em apenas 1 poço a água apresenta condutividade elétrica superior a  $0,70 \text{ dS m}^{-1}$ , ou seja valores de condutividade elétrica baixos que inferem limites da relação de adsorção de sódio (RAS), segundo Ayers e Westcot, em  $3 \text{ mmol}_e \text{L}^{-1}$ . Dentre as amostras analisadas 7 apresentaram valores de RAS

maiores que o valor sugerido, indicando riscos de sodificação do solo se essas águas forem utilizadas com fins de irrigação.

Os valores de concentração de  $\text{HCO}_3$  mostraram-se superiores ao limite para nenhuma restrição em 35% das amostras analisadas com valor médio de  $1,71 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , que de acordo com Ayers e Westcot (1985) o limite seria de  $1,5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . Apenas em uma amostra obteve-se concentração que classifica a água como de severa restrição.

TABELA 1. Parâmetros estatísticos para as variáveis de qualidade de água analisadas.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	4,38	9,01	7,54	0,62
CE ( $\text{dS m}^{-1}$ )	0,01	0,88	0,13	0,18
Ca ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,02	2,92	0,54	0,63
Mg ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,00	4,72	0,56	0,77
Na ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,00	7,52	0,92	1,63
K ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,00	1,17	0,18	0,18
$\text{HCO}_3$ ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,15	16,47	1,71	2,21
$\text{CO}_3$ ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,00	0,82	0,07	0,16
Cl ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,04	21,27	1,21	2,11
$\text{SO}_4$ ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	0,00	2,5	0,1	0,36
RAS ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ) <sup>1/2</sup>	0,00	21,70	1,51	3,99
CSR ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ )	-1,06	5,58	0,56	1,17

Essa presença de bicarbonato infere a água um pH alcalino. Na Figura 3 pode-se verificar maiores freqüências entre pH de 7 a 9. Das 105 amostras analisadas 14 amostras apresentaram-se com concentração de carbonato de sódio residual acima de  $1,25 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  e 7 amostras com valores superiores a  $2,5 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , classificando essas amostras de água como de restrição moderada e severa para irrigação. Entretanto, 87% das amostras mostraram resultados inferiores aos  $1,25 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , sugeridos por Ayers e Westcot (1985).

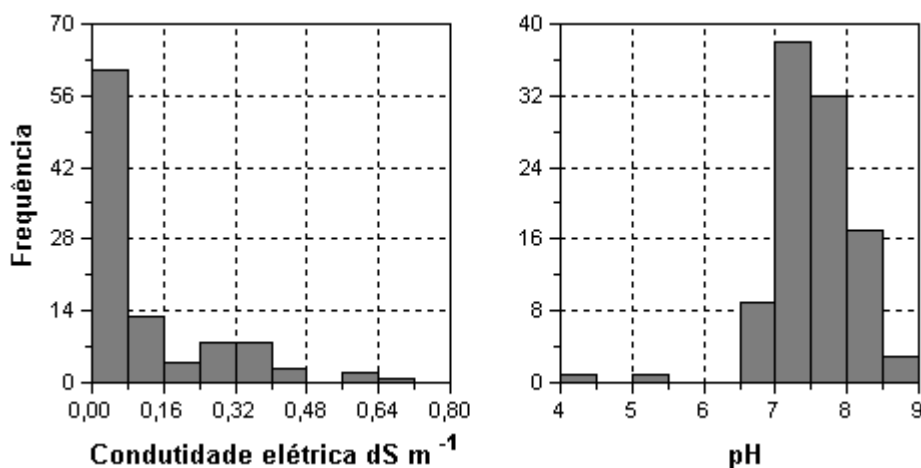


FIGURA 3. Histograma de frequências de condutividade elétrica e potencial hidrogeniônico para as amostras de água subterrânea da bacia do Rio Gurguéia.

## CONCLUSÕES

A qualidade da água subterrânea na região estudada não apresenta riscos de salinização do solo para o uso na irrigação.

Parte das águas subterrâneas da bacia, mais especificamente na região do afloramento cristalino, apresentam valores de concentração de bicarbonato na água subterrânea elevados, podendo causar processos de sodificação do solo se essas águas forem utilizadas para irrigação.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. *Water quality for agriculture*. Roma: FAO, 1985. 174 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 29, Rev. 1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PIAUI. Atlas do abastecimento de água do Piauí. [www.piaui.pi.gov.br/bancodados](http://www.piaui.pi.gov.br/bancodados). Acessado em: 01/10/2004.