

## I-114 – AVALIAÇÃO DA SALINIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE POÇOS LOCALIZADOS EM DIFERENTES CIDADES DO INTERIOR DO ESTADO DE CEARÁ

**Erika de Almeida Sampaio Braga<sup>(1)</sup>**

Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará. Mestre em Engenharia Civil e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutora em Engenharia Civil e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

**Marisete Dantas de Aquino<sup>(2)</sup>**

**Francisco Suetônio Bastos Mota<sup>(3)</sup>**

**Francisco Humberto de Carvalho Jr.<sup>(4)</sup>**

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Humberto Monte, 176 – Campus do Pici - Fortaleza – CE - CEP: 30310-760 - Brasil - Tel: (31) 225-9518 - e-mail: andreierika@yahoo.com.br

### RESUMO

Durante o período de estiagem, as águas subterrâneas das cidades localizadas em regiões semi-áridas, como no Nordeste brasileiro, têm sua qualidade alterada. Além dos períodos irregulares de chuvas, a maior parte do solo desse tipo de região é constituído por rochas cristalinas de baixa permeabilidade, contribuindo para elevar a salinidade da água subterrânea. Como as águas subterrâneas estão mais bem protegidas da poluição natural, a adequação da qualidade das águas ao consumo humano está praticamente ligada à composição salina. Para avaliar a qualidade da água em relação a salinidade, determinou-se a concentração do íon cloreto e, os resultados foram convertidos em salinidade. Como a Legislação Federal que dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências é a Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008, da Companhia Nacional de Recursos Hídricos (CONAMA), os resultados obtidos foram comparados com o padrão estabelecido por essa Resolução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento, Estiagem, Salinidade, Qualidade da água.

### INTRODUÇÃO

O estado do Ceará localiza-se na região Nordeste do Brasil, uma região semi-árida. A falta de água constitui um dos principais problemas nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro. A irregularidade da pluviosidade com período de secas prolongadas, as elevadas taxas de evapotranspiração e o tipo de solo, formado na sua maioria por rochas cristalinas de baixa permeabilidade, são fatores que contribuem significativamente para a escassez hídrica dessa região. (MATOS, 2004). É preciso ressaltar que, durante o verão, os rios secam, assim como a grande maioria dos açudes; dessa forma, as águas subterrâneas constituem a única alternativa para o suprimento das populações da região semi-árida.

Quando se leva em conta a qualidade da água subterrânea, que se caracteriza por elevadas concentrações de sais, essas concentrações atingem valores que tornam a água inviável para o consumo em geral. (MATOS, 2004).

A estrutura geológica do Nordeste compõe-se de rochas cristalinas e de rochas sedimentares. O embasamento cristalino encontra-se em mais da metade de região nordestina, representando 70% da região semi-árida. (IBGE, 2000).

A água subterrânea pode ocorrer tanto em rochas cristalinas como em rochas sedimentares. Geralmente, no embasamento cristalino, as rochas não são porosas, apresentando, dessa maneira, baixa capacidade de infiltração e alto escoamento superficial; nessa área, as águas são armazenadas em fendas ou fraturas. As rochas sedimentares possuem alta capacidade de infiltração, baixo escoamento superficial e boa drenagem natural. (CETESB, 1978).

De acordo com a Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008, da Companhia Nacional de Recursos Hídricos (CONAMA), que dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências, que define no Capítulo 1, Art. 2º: I – águas subterrâneas: águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo e, III – aquífero: corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos.

A qualidade das águas subterrâneas é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por ela percolados, podendo sofrer a influência de outros fatores como composição da água de recarga, tempo de contato, água/meio físico, clima e, até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas. (MIRANDA, 2007).

Como as águas subterrâneas estão mais bem protegidas da poluição natural, a adequação da qualidade das águas ao consumo humano está praticamente ligada à composição salina, enquanto para o uso em irrigação o conteúdo salino é importante para a toxicidade dos íons cloretos às culturas vegetais. (SILVA, F. J.A. *et al.*, 2007).

A Resolução citada, considera ser a caracterização das águas subterrâneas essencial para estabelecer a referência de sua qualidade, a fim de viabilizar o seu enquadramento em classes, considerando ainda que a prevenção e controle da poluição estão diretamente relacionados aos usos e classes de qualidade exigidos para um determinado corpo hídrico subterrâneo, portanto o presente estudo teve como objetivo geral a avaliação da salinidade de águas de poços localizados em diferentes cidades do interior do Estado do Ceará, pois em períodos de seca, as águas de poços tornam-se bastantes salinas devido a evaporação intensa, a qual provoca a concentração progressiva de sais nas águas. (REBOUÇAS, A. da C. *et al.*, 2006).

## MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Química Ambiental (LQA) da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC).

Foram coletadas 10 amostras de águas de poços localizados em diferentes cidades do interior do estado do Ceará, no período de janeiro a abril de 2014.

As amostras foram coletadas em frascos de polietileno, devidamente lavados e identificados, conservadas em caixas de isopor com gelo até a chegada ao laboratório.

Para a avaliação da salinidade das amostras de poços coletadas, foi selecionado o parâmetro cloreto e, o método utilizado para determinação de cloretos foi o procedimento descrito em APHA (2012). Com base na tabela de conversão de  $\text{Cl}^-$  em  $\text{g.L}^{-1}$  em salinidade (‰) (APHA, 1974), os resultados obtidos para o parâmetro cloreto, foram convertidas em salinidade (‰).

## DETERMINAÇÃO DE CLORETO – (4500 $\text{Cl}^-$ B – APHA, 2012)

Método argentimétrico - Titulação com solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ).

### *Cálculo da concentração de cloreto*

Para o cálculo das concentrações de cloretos nas amostras de poços analisadas, usou-se a equação 1.

$$\text{mg Cl}^-\cdot\text{L}^{-1} = (A - B) \times N \times 35.450 / \text{volume da amostra} \quad (1)$$

Onde:

A = volume (ml) gasto de ( $\text{AgNO}_3$ ) na titulação na amostra;

B = volume (ml) gasto de ( $\text{AgNO}_3$ ) - 0,0141 N na titulação na branco;

N = concentração do ( $\text{AgNO}_3$ )

## RESULTADOS

A tabela 1 abaixo mostra os resultados obtidos de pH, cloretos e salinidade para as dez (10) amostras de águas de poços localizados em diferentes cidades do interior do estado do Ceará.

**Tabela 1** – Resultados obtidos de pH, cloretos e salinidade

AMOSTRAS	RESULTADOS			
	pH à 25°C	Cloreto (mgCl.L <sup>-1</sup> )	Cloreto (µgCl.L <sup>-1</sup> )	Salinidade (‰)
POÇO 1	6,26	811.2	811200	1.453
POÇO 2	6,85	3.450.2	3450200	6.240
POÇO 3	6,80	1875.3	1875300	3.310
POÇO 4	7,00	1597.4	1597400	2.829
POÇO 5	6,95	1507.3	1507300	2.673
POÇO 6	6,92	1064.1	1064100	1.899
POÇO 7	7,17	2457.1	2457100	3.910
POÇO 8	6,93	1149.0	1149000	2.048
POÇO 9	7,35	1456.1	1456100	2.585
POÇO 10 -	6,31	8220.5	8220500	14.720

Fonte: o autor

**Tabela 2** – Grau de salinidade da água

PARAMETRO	TIPO DE ÁGUA QUANTO A SALINIDADE				
	1	2	3	4	5
Cloreto (mgCl.L <sup>-1</sup> )	Baixo até 50	Médio 51 - 100	Crítico 101 - 200	Alto 201 - 350	Muito alto > 350

Fonte: Da Silva, Almeida e Fernandes (2002)

De acordo com os resultados mostrados nas tabelas 1 e 2, observou-se que a concentração de íons cloretos nas águas de poços analisadas foram bastantes elevadas e o grau de salinidade de todas as 10 amostras foi do tipo 5 – grau de salinidade muito alto. Isso pode ser justificado pela composição do tipo de solo e o tipo de clima.

**Tabela 3** – Valor Máximo Permitido (VMP) para o parâmetro cloreto para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP), considerados como aceitáveis para aplicação da Resolução nº 396/08 - CONAMA

PARÂMETRO	USOS PREPONDERANTES			LQP praticável - LQP	
	Consumo humano	Dessedentação de animais	Irrigação µg.L <sup>-1</sup>	Recreação	
Inorgânicos					
Cloreto	250.000 (1)	*	100.000 - 700.000	400.000	2000

Fonte: Adaptada do anexo I da Resolução nº 396/08 – CONAMA

Limite de Quantificação Praticável (LQP)

\*uso preponderante com VMP não estabelecido

## CONCLUSÕES

Como descrito na Resolução nº 396/08 (CONAMA): “Considerando que a prevenção e o controle da poluição estão diretamente relacionados aos usos e classes de qualidade exigidos para um determinado corpo hídrico subterrâneo”, comparando-se os resultados de cloreto obtidos nas amostras analisadas, também verificou-se que nenhuma das 10 águas dos poços estavam com qualidade adequada para ser utilizada para consumo humano, irrigação e recreação, como mostrado na tabela 3.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA – Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington DC, 21 th. ed. , 2005.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008, da Companhia Nacional de Recursos Hídricos (CONAMA), que dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 jul. 1986. Disponível em: <http://Mma.gov.br>. Acesso em 20 mar 2014.
3. CETESB. Água subterrânea e poços tubulares. 3. Ed. São Paulo, 1978, 482. P.
4. IBGE. Anuário estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 2000. V. 60.
5. MATOS, F. J. F. de. Solução Oxidante gerada a partir da eletrólise de rejeitos de dessalinizadores de água. 2004. 199 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
6. MIRANDA. L. A. S.; MONTEGGIA. L. O. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Porto Alegre. n.5. 2007. 149p.
7. REBOUÇAS. A. da C.; BRAGA, B.; TUNDAÍ, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed. São Paulo. Escrituras Editoras, 2006.
8. ARAÚJO, F. J.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. **Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade**. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 28, n. 2, p. 136-159, dez. 2007.