

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO DE MARCO E BELA CRUZ - CEARÁ

Zulene Almada Teixeira¹
Itabaraci N. Cavalcante³
Maria Kátia de Vasconcelos²
Alcides Frangipani²
Sônia Maria S. Vasconcelos³

RESUMO

Este trabalho apresenta informações físico-químicas das águas subterrâneas de uma área referente aos municípios de Marco e Bela Cruz, situados na porção norte do Ceará. Os dados das análises apresentados têm por objetivo fornecer informações para avaliação das características físico-químicas das águas subterrâneas locais, de acordo com sua composição e o padrão de qualidade para consumo humano, animal e irrigação, que constituem os principais tipos de demanda da região. Para tanto, foram realizadas em campo e laboratório, as medidas de condutividade elétrica, pH e temperatura das águas de poços tubulares, cacimbões e água superficial (Rio Acaraú).

PALAVRAS - CHAVE

HIDROQUÍMICA, MARCO E BELA CRUZ- CE

1. INTRODUÇÃO

A difícil realidade enfrentada pela população carente em várias localidades no interior do Ceará em decorrência da escassez ou mesmo da falta de água, faz com que se busque métodos alternativos para superar essas dificuldades. Assim, este trabalho visa caracterizar as águas subterrâneas de uma das regiões mais secas do Estado. A falta de água é um grande problema que afeta a maior parte do Ceará, o qual encontra-se inserido quase que inteiramente no Polígono das Secas.

Nesta região, grande parte da população faz da agricultura e da pecuária a sua única fonte de subsistência e para que isso se torne uma constante realidade é necessário que se busque meios alternativos viáveis de captação de água, já que os períodos de estiagem são bastante longos.

1) Mestranda, Departamento de Geologia- UFC. Zualmada@bol.com.br

2) Geóloga (o). Zualmada@bol.com.br

3) Professor Departamento de Geologia - UFC, Campus do Pici – Fortaleza/Ceará. Blocos 912/913 ita@fortalnet.com.br

Os recursos hídricos subterrâneos representam fontes estratégicas de grande valia e servidão, com forte alcance social para sobrevivência e fixação do homem no campo diante da atuação do fenômeno das secas.

Os municípios de Marco e Bela Cruz carecem de estudos técnico-científicos que visem um desenvolvimento genérico da região. Este trabalho aparece como um dos pioneiros no campo da Hidrogeologia, a estudar e caracterizar as águas subterrâneas como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável da região.

A área localiza-se na porção norte do estado do Ceará, a 220 km a oeste de Fortaleza, estando inserida na folha AS.24-Y-D-I, da SUDENE (escala 1:100.000) correspondente aos municípios de Marco e Bela Cruz.

2. OBJETIVOS

Este trabalho visa caracterizar hidroquimicamente uma das regiões mais secas do Estado do Ceará, fornecendo informações para avaliação das características físico-químicas das águas subterrâneas locais, de acordo com sua composição e o padrão de qualidade para consumo humano, animal e irrigação, que constituem os principais tipos de demanda da região.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Em campo foram realizadas medidas de condutividade elétrica, pH e temperatura das águas de vários poços tubulares, cacimbões e água superficial (Rio Acaraú).

Em laboratório foram determinadas as concentrações dos íons principais Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^- e CO_3^- .

Posteriormente, as análises foram submetidas a um balanço iônico para verificação da acuracidade das mesmas e tratadas em programa hidroquímico para geração de gráficos e informações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

> Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica específica (CE) é a medida da facilidade que um fluido (água) possui de conduzir corrente elétrica estando diretamente associada com a concentração de sais dissolvidos sob a forma de íons.

A condutividade elétrica de uma água potável deve ser inferior a 750 mmS/cm. As águas para irrigação com valores de CE inferior a 750 mmS/cm podem ser utilizadas quase que indiscriminadamente. No intervalo de 750 a 2.250 mmS/cm, a qualidade e adequabilidade diminuem. Águas com valores de CE acima de 2.250 mmS/cm podem ser prejudiciais às culturas comuns.

Nas águas subterrâneas da região, os valores de condutividade elétrica em 43 amostras variam entre a mínima de 142 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e a máxima de 7.160 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para a água superficial (Rio Acaraú), a CE possui valor de 810 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Essas medidas foram feitas em janeiro/98, quando ocorreram algumas chuvas, o que pode ter causado uma diminuição nos valores de CE, em consequência da água meteórica.

A figura 4.1 mostra a variação da condutividade elétrica (Poços tubulares: amostras de 1 a 4; cacimbões: 5 a 13; água superficial: 14) onde se observa a presença dos maiores valores para as águas dos cacimbões, reflexo da maior concentração iônica, atingindo valores de 7.160 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para as águas dos poços tubulares tem-se valores de 235 a 1886 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

> pH

A maioria das águas naturais estão classificadas no grupo levemente alcalino, pH 7,0 e 8,5, estes são valores que podem ser utilizados para irrigação ou para beber. Uma água com pH superior a 9 é geralmente inadequada para quaisquer desses usos.

Os valores obtidos variam de 6,06 a 7,78 para as águas do aquífero aluvionar, de 3,98 a 7,73 para o aquífero Barreiras e de 4,52 a 7,61 para o cristalino. Para a interface cristalino/aluvião houve uma variação de 6,18 a 7,89.

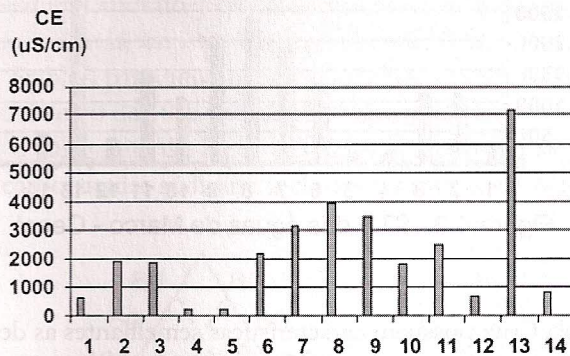


Figura 4.1. Condutividade elétrica para águas da região de Marco - Ceará

A figura 4.2 mostra a variação do pH das águas, onde observa-se que os valores de pH para as águas do aquífero aluvionar são relativamente mais altos comparados aos aquíferos Barreiras e cristalino.

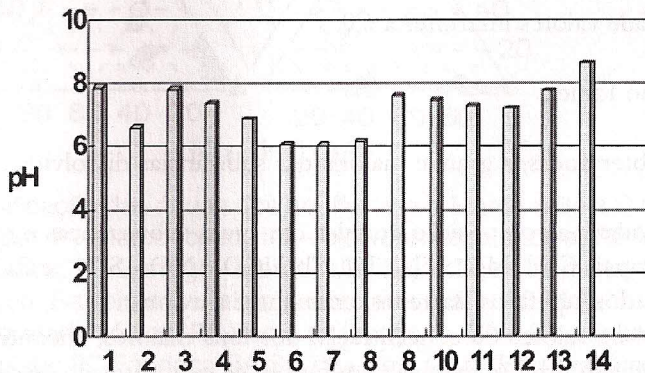


Figura 4.2. pH nas águas de Marco - Ceará.

> Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) é o peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Representa a concentração de todo o material dissolvido na água, seja ou não volátil.

A figura 4.3. mostra a variação de STD nas águas de Marco. Os valores variam entre 121 a 4.296 mg/L para as águas subterrâneas, com os maiores valores para as águas do aluvião. Para o meio fraturado, o maior valor é de 1.299 mg/L. Para as águas superficiais, observa-se o valor de 485 mg/L para as águas do rio Acaráu.

Os poços tubulares possuem águas com STD oscilando de 141 a 1132 mg/L, enquanto que para as águas dos cacimbões observa-se valores que variam de 148 a 4296 mg/L, compatíveis ao observado, logicamente, para a condutividade elétrica.

STD (mg/L)

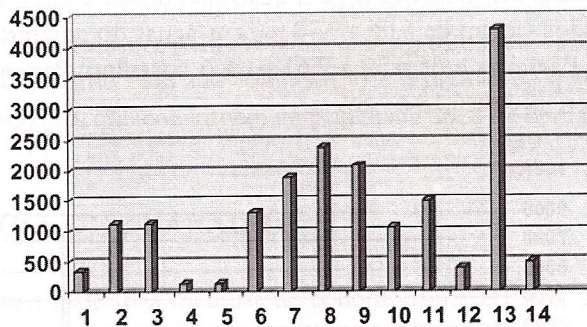


Figura 4.3. STD das águas de Marco - Ceará

As águas de Bela Cruz possuem características semelhantes as de Marco, seja pela proximidade entre as regiões, seja pelo aspecto litológico entre ambas. As águas dos poços tubulares possuem STD oscilando de 180 (Poço CAGECE) a 682 mg/L (Poço Araticuns) com predomínio de valores inferiores a 350 mg/L, enquanto que para os cacimbões observa-se valores que variam de 102 (Cacimão Osmar) a 2105 mg/L (Cacimão Faz. Areas 2), predominando valores inferiores a 500 mg/L.

O pH para as águas dos poços tubulares oscila de 4,3 a 7,73 com predomínio de águas levemente ácidas a ácidas. Nos cacimbões as águas apresentam pH oscilando entre 3,89 a 7,89 com predominância de valores inferiores a 6,0.

> Classificação Iônica

Nas águas subterrâneas, a grande maioria das substâncias dissolvidas encontram-se no estado iônico.

Na região estudada a composição química das águas subterrâneas é representada pelos seguintes íons principais Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^- e CO_3^- , análises realizadas para as águas dos aquíferos Barreiras, cristalino e aluvionar.

Na tabela 4.1. os valores de concentração dos íons maiores, encontram-se em mg/L. Esses teores possibilitam fazer referências, em função da concentração de cada íon, quanto ao grau de potabilidade da água, de acordo com o Diagrama de Schoeller & Berkaloff.

Tabela 4.1 Concentração de íons maiores nas águas da região entre Marco e Bela Cruz – Ceará

Poço/ Cacimbão	CÁTIONS (mg/L)				ÂNIONS (mg/L)			
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻
Hospital	16,4	6,8	38,9	7,0	41,4	-	-	92,1
CAGECE (Marco)	19,6	4,9	36,5	7,0	36,1	-	-	106,4
Córrego (limite)	49,6	61,7	120,0	40,0	423,8	20,4	5,0	179,1
Faz. Toba Osterno	202,4	168,6	420,0	23,3	1327,6	-	-	154,5
Matadouro	3,6	3,2	82,0	10,0	93,4	-	4,3	62,3
Posto de Lavagem	26,0	20,7	50,0	20,0	73,8	10,5	3,5	177,80
Fábrica CAISA-02	7,6	6,8	136,2	12,0	180,9	-	3,5	61,0
Araticuns (Helena)	16,8	41,1	280,0	30,0	569,7	-	5,0	26,0
Valfrido (grávida)	3,2	5,3	50,0	13,3	87,0	-	3,5	2,6
Osmar	-	-	21,0	6,7	26,9	-	4,3	6,5

A classificação das águas subterrâneas foi feita de acordo com o resultado das análises físico-químicas, em função das concentrações dos íons principais, segundo os diagramas de Piper, que determina o tipo de água, Schoeller & Berkaloff que classifica as águas quanto à potabilidade e o U.S. Salinity Laboratory que classifica as águas para irrigação.

Vale salientar que todas as amostras foram submetidas ao cálculo do balanço iônico através da fórmula de Stabler, para uma melhor confiabilidade dos resultados, admitindo-se um percentual máximo de erro de 10% para análises aproveitáveis.

De acordo com o Diagrama de Piper (Figura 4.4) observou-se 5 amostras de águas cloretadas sódica, 2 bicarbonatadas sódicas e 2 cloretadas mistas e 1 bicarbonatada mista.

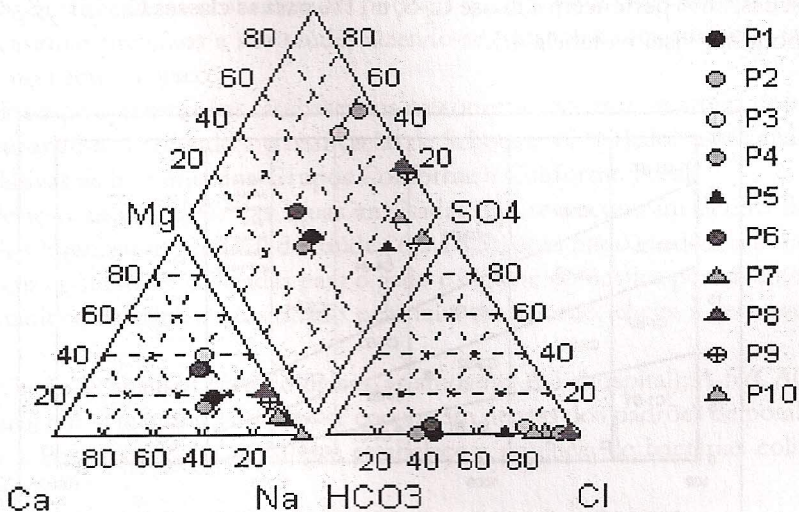


Figura 4.4. Classificação das águas dos aquíferos em Marco e Bela Cruz (CE), segundo diagrama de Piper. **P1**-Marco (cristalino) - bicarbonatada sódica; **P2**-Marco (aluvião) - bicarbonatada sódica; **P3**-Córrego - Marco (aluvião) - cloretada mista; **P4**-Fazenda Toba Osterno - Marco (Barreiras/cristalino) - cloretada mista; **P5**-Matadouro - Bela Cruz (Barreiras) - cloretada sódica; **P6**-Posto de lavagem - Bela Cruz (aluvião/Barreiras) - bicarbonatada mista; **P7**-Fábrica CAISA - 2 - Bela Cruz (Barreiras) - cloretada sódica; **P8**-Araticuns - Bela Cruz (cristalino) - cloretada sódica; **P9**-Conj. Valfrido - Bela Cruz (cristalino) - cloretada sódica; **P10**-Osmar - Bela Cruz (Barreiras) - cloretada sódica.

Para as águas cloretadas mistas, há um predomínio dos cátions Mg^{++} , Na^+ e K^+ , tendo um maior destaque para o teor de Mg^{++} .

Segundo o Diagrama de Schoeller & Berkloff, classifica-se as águas em termos de potabilidade (tabela 4.2).

Tabela 4.2. Classificação da potabilidade das águas dos poços tubulares e cacimbões, segundo Diagrama de Schoeller & Berkloff.

POÇO	POTABILIDADE	PARÂMETROS	
		DUREZA	pH
Araticuns(Helena)	não potável	-	5,16
Valfrido (g)	não potável	-	4,52
Posto de Lavagem	momentânea	-	6,07
Osmar	não potável	-	4,78
CAISA-02	não potável	-	5,21
Matadouro	mediocre	-	6,50
Córrego(limite)	momentânea	378,0	-
Faz.T. Osterno	não potável	1.200,0	-
CAGECE(Marco)	mediocre	69,0	-
Hospital	momentânea	69,0	-

Observa-se que os parâmetros que impõem uma restrição a potabilidade são pH e dureza, ambos, para estas águas, de fácil correção, adequando-as a potabilidade dentro de qualquer padrão previamente estabelecido.

A classificação da água para a agricultura, baseia-se fundamentalmente nos riscos de sódio (claculado pelo SAR) e na condutividade elétrica que, dependendo dos valores, refletirá na salinidade das águas.

De acordo com a classificação do Diagrama U. S. Salinity Laboratory (Figura 4.5) das águas analisadas, 56% pertencem à classe C_2-S_1 e 11% para as classes C_3-S_2 , C_2-S_2 , C_4-S_2 e C_4-S_1 , conforme pode ser vista na tabela 4.3.

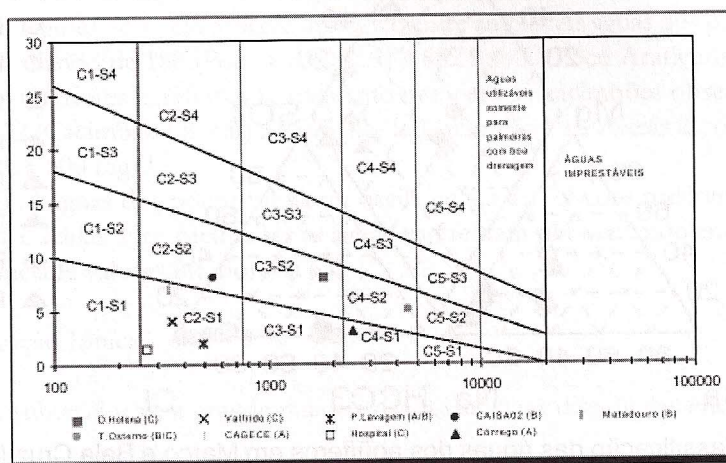


Figura 4.5.. Classificação das águas subterrâneas para irrigação, segundo o Diagrama do U. S. Salinity Laboratory.

A água para consumo animal deverá ser avaliada nos aspectos físico-químico, biológico e radiológico, para evitar contaminações, intoxicações e até morte do animal. Os padrões para consumo animal devem ser adotados de acordo com a espécie, clima, cadeia alimentar, etc.

Segundo LOGAN (1965), o gado deve consumir água com menos de 5.000mg/L de sais dissolvidos (STD). Para as águas analisadas e de acordo com LOGAN (*op. cit.*), todos se encontram nos padrões aceitáveis.

Tabela 4.3. - Classificação das águas para irrigação, segundo o Diagrama do U. S. Salinity Laboratory.

LOCALIZAÇÃO	CLASSE	IRRIGAÇÃO
D. Helena (C)	C3-S2	alta salinidade/mediamente sódica
Válfrido (C)	C2-S1	salinidade média/fracamente sódica
P.Lavagem (A/B)	C2-S1	salinidade média/fracamente sódica
CAISA-02 (B)	C2-S2	salinidade média/mediamente sódica
Matadouro (B)	C2-S1	salinidade média/fracamente sódica
T.Ostemo (B/C)	C4-S2	muito alta salinidade/mediamente sódica
CAGECE (A)	C2-S1	salinidade média/fracamente sódica
Hospital (C)	C2-S1	salinidade média/fracamente sódica
Córrego (A)	C4-S1	muito alta salinidade/fracamente sódica
Hospital	BOA	162
Córrego (limite)	BOA	1.493

5 QUALIDADE E USO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A qualidade e uso das águas subterrâneas para consumo humano e agrícola é feita em função das características físico-químicas e bacteriológicas estabelecendo-se limites viáveis para os determinados usos.

> Consumo Humano

As águas geralmente são consideradas potáveis quando podem ser consumidas pelo homem sem ocasionar prejuízos a sua saúde, fazendo-se necessário um controle, tanto físico-químico quanto bacteriológico.

Os dados aqui apresentados são baseados na composição físico-química (íons maiores), anteriormente analisada segundo a classificação de Schoeller & Berklof e nas análises bacteriológicas relativas as bactérias dos Grupos Coliforme e Coliforme Fecal.

Com relação ao pH, 99% das águas analisadas não se encontram dentro dos padrões adotados pela Organização Mundial de Saúde (6,5 a 8,5), possuindo tendência à acidez. Neste caso, essas águas podem ser utilizadas para o gado e higiene domestica porém em função dos aspectos climáticos da região, ocasionado pela falta de inverno, chega a ser usada até para beber.

Com relação às análises bacteriológicas, as amostras A-1 (hospital); A-5 (CAGECE); A-12 (matadouro) e A-6 (cerâmica-Jovino) se encontram dentro dos padrões de potabilidade, de acordo com a Portaria nº 36/GM que estabelece a ausência de bactérias coliformes em 100ml de água.

> Agrícola

A classificação das águas para fins agrícolas é determinada pela concentração de íons e/ou radicais tais como sódio, potássio, cloreto, sulfato e borato, como também parâmetros como STD, condutividade elétrica e a concentração total de cátions, que influenciam de maneira diferenciada, no crescimento de cada espécie vegetal, não levando só em consideração

sua composição físico-química, mas também as características da espécie vegetal (tolerância à salinidade, seu ciclo de vida, etc) e do solo (permeabilidade, porosidade, textura, composição mineral, etc.)

A maioria das águas utilizadas mundialmente para uso na agricultura possui condutividade elétrica inferior a 2.000mmS/cm.

De acordo com a classificação feita pelo Diagrama U. S. Salinity Laboratory, as águas subterrâneas da área estudada apresentam-se em 67% fracamente sódicas e se prestam ao cultivo de quase todos os vegetais e somente 33% apresentam perigo de sódio para solos de textura fina, podendo ser utilizadas para solos de textura grosseira ou ricos em matéria orgânica e com boa permeabilidade.

Em relação ao risco de salinidade, 67% as amostras de água coletadas têm salinidade média, devendo ser usadas com precaução, podendo ser utilizadas de preferência em solos silto-arenosos, siltosos ou areno-argilosos quando houver uma lixiviação moderada do solo. Os vegetais que possuem fraca tolerância salina podem ser cultivados, na maioria dos casos, sem perigo. Em 22% das amostras apresentam uma salinidade muito alta, e no caso, não servem para irrigação, quando excepcionalmente, podem ser usadas se o solo for abundantemente irrigado, e apenas os vegetais de altíssima tolerância salina podem ser cultivados, e 11% apresentam alta salinidade, podendo ser utilizadas em solos bem drenados. Embora o solo seja bem cuidado, devem ser tomadas precauções especiais de luta contra a salinização e apenas os vegetais de alta tolerância salina devem ser cultivadas.

6. CONCLUSÕES

Os dados hidroquímicos resultantes das análises físico-químicas podem ser classificados, segundo o Diagrama de Piper, como 20% cloretadas mistas, 20% bicarbonatadas sódicas, 10% bicarbonatadas mistas e 50% cloretadas sódicas.

Segundo o Diagrama de Schoeller & Berkaloff, as águas apresentam, em geral, fortes restrições ao consumo humano e de acordo com o Diagrama do U. S. Salinity Laboratory, 67% possuem salinidade média e fracamente sódica, isto, para águas de usos agrícolas.

No geral, porém, estas águas são usadas diariamente pela população da região, principalmente quando em épocas de estiagens, onde elas ainda apresentam melhores condições de potabilidade do que as águas distribuídas pelos carros-pipa.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, W.B. - (1985.) A Qualidade da Água em Rochas Fraturadas, *in*: I Simpósio Nacional de Água Subterrânea em Rochas Fraturadas, Anais. ABAS -MG.
- LOGAN, J. (1965) - The Interpretation of Chemical Analyses of Water, Recife (PE)
- LOUSADA, E. O. & CAVALCANTE, I. M. - (1996). Geologia, Hidrogeologia e Hidroquímica da cidade de Tauá - CE e de Parte do Perímetro de Irrigação do Açude Várzea do Boi, Relatório de Graduação, Fortaleza - CE.
- SANTOS, A. C. (1997). Noções de Hidroquímica, *in*: FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações (coord.) - Fortaleza: CPRM, LABHID -UFPE, cap. 5, p. 81 - 108, il.